

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ANA GABRIELA CAVALCANTE PEREIRA SANTOS COSTA

**O ENSINO DE MEMBRANA PLASMÁTICA POR INVESTIGAÇÃO:
UMA ABORDAGEM DIDÁTICA PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA**

Maceió
2020

ANA GABRIELA CAVALCANTE PEREIRA SANTOS COSTA

**O ENSINO DE MEMBRANA PLASMÁTICA POR INVESTIGAÇÃO:
UMA ABORDAGEM DIDÁTICA PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) do Centro de Educação (Cedu) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzoski

Maceió
2020

**Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

- C837e Costa, Ana Gabriela Cavalcante Pereira Santos.
O ensino de membrana plasmática por investigação : uma abordagem didática para professores de biologia / Ana Gabriela Cavalcante Pereira Santos Costa. – 2020.
99 f. : il. color. + material adicional (2 folhetos, [25], [17] f.)
- Orientadora: Hilda Helena Sovierzoski.
Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Maceió, 2020.
2 folhetos (produtos educacionais): Membrana plasmática: uma experiência investigativa, 2v.
- Inclui bibliografias.
1. Biologia - Estudo e ensino. 2. Investigação científica. 3. Membrana celular. 4. Biologia (Ensino médio). I. Título.

CDU: 372.857.6

ANA GABRIELA CAVALCANTE PEREIRA SANTOS COSTA

“O ensino de Membrana Plasmática por investigação: uma abordagem didática para professores de Biologia”

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovada em 04 de novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzski
Orientadora
(ICBS/Ufal)



Profa. Dra. Simone Luccas
(UENP)



Prof. Dr. Elton Casado Fireman
(Cedu/Ufal)

Dedico esta grande conquista às duas mulheres que tanto me incentivaram, por sua garra e ao mesmo tempo seus encantos. À minha amada mãe Ana Valquíria Cavalcante Pereira Santos e a minha amada avó Terezinha Bernardes da Silva.

AGRADECIMENTOS

A luta constante para alcançar nossos objetivos é uma batalha que se torna agradável quando contamos com apoio, valorização e incentivo das pessoas ao nosso redor. Portanto, é importante ressaltar que cada avanço esteve relacionado a abdições, dedicação, mas, principalmente às pessoas que motivaram e contribuíram com cada esforço.

Por isso, sou grata primeiramente à Deus por me conceder saúde e condições necessárias para cumprir meus objetivos e me desenvolver continuamente enquanto pessoa e aprendiz.

Agradeço também à minha família que me faz acreditar que sou capaz. Com amor infinito à minha mãe Ana Valquíria Cavalcante Pereira Santos porque nunca deixou que me sentisse só, me dando todo amor e carinho possível. À minha amada avó Terezinha Bernardes da Silva por ser um exemplo em minha vida. À minha amada irmã Maria Izabela Cavalcante Pereira Santos Costa por sua doçura, apoio e admiração. Ao meu amado irmão caçula Gabriel Ulisses Cavalcante Pereira Santos Costa por todo seu carinho e apreço.

Aos meus professores da graduação em Ciências Biológicas, principalmente à minha orientadora do TCC, por ter me ensinado a seguir superando qualquer adversidade com determinação e que se tornou uma amiga, profa. Dra. Maria Danielle Araújo Mota.

Aos professores do PPGEICIM porque cada um em sua singularidade enriqueceu a minha formação e me ajudaram a construir uma profissional melhor para a Educação do nosso país. Em especial à minha orientadora, profa. Dra. Hilda Helena Sovierzoski, bem como à profa. Dra. Carolina Nozella Gama, prof. Dr. Elton Casado Fireman, prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho, profa. Dra. Silvana Paulina de Souza, prof. Dr. Amauri da Silva Barros, prof. Dr. Fábio Paraguaçu e ao prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Júnior.

Agradeço aos meus amigos que seguiram juntos no programa de mestrado e que tornaram o processo saudável, leve, amável e acolhedor: Cynthia, Rutinéia, Viviane, Cauay, Mônica, Edilene, Patrícia, Anderson, Amanda, Mariana, Kelly, Cássia, Gleber, Cléber, Neilton, Lucineide, Sylmara, Emanuelle e aos demais, que lembrarei com muito carinho.

Por assim dizer, sou grata a todos aqueles que passaram pela minha vida durante este processo porque com certeza me ensinaram algo que ajudou no meu desenvolvimento.

“A experiência primeira é um obstáculo epistemológico, portanto, também um obstáculo pedagógico.”

BACHELARD, Gaston

RESUMO

O desafio atual do ensino de Ciências é mais complexo do que se fazer compreender um conteúdo específico, mas proporcionar meios pelos quais os estudantes se desenvolvam a partir de suas ações. Uma tarefa nada fácil para o estudante, tampouco para o professor. Devido às inquietações acerca do ensino de Biologia Celular, busca-se como objetivos específicos (i) analisar concepções de estudantes e graduados em Ciências Biológicas a respeito do Ensino de Ciências por Investigação voltado para o conteúdo de Membrana Plasmática; (ii) desenvolver material de auxílio ao professor de Biologia da Educação Básica como suporte ao Ensino por Investigação sobre a Membrana Plasmática; e (iii) identificar potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre Membrana Plasmática para o ensino de Biologia no Ensino Médio. Portanto, o objetivo geral no qual se baseia a pesquisa é contribuir com a prática de professores de Biologia da Educação Básica sobre o ensino de Membrana Plasmática a partir do Ensino de Ciências por Investigação. Com esta finalidade, utiliza-se de uma abordagem qualitativa, com pesquisa bibliográfica e Análise de Conteúdo de respostas dos participantes desta pesquisa, o que possibilita reafirmar algumas necessidades encontradas entre profissionais e acadêmicos da área de ensino de Biologia, incluindo a ausência da utilização ou cogitação do ensino investigativo na área da Citologia. A partir disso, desenvolve-se um Produto Técnico Tecnológico, submetido a análise crítica pelo mesmo grupo pesquisado. A SEI construída integra o Produto Técnico Tecnológico do Mestrado Profissional, que apesar de ser pensado inicialmente para o professor (volume 1), se desdobra também em um material para os estudantes da 1ª série do Ensino Médio (volume 2). Quanto às potencialidades da SEI para o ensino do conteúdo de Transporte através da Membrana Plasmática, levantam-se condições para o desenvolvimento da Alfabetização Científica e pertencimento social na percepção dos participantes, o que condiz com um método possível e aplicável, promissor para motivar e promover assimilações obliteradoras. Também se presume que proporciona interação entre a Educação Básica, Ensino Superior e produções acadêmicas. Esta dissertação culmina na disseminação de informações sobre a sala de aula atual e uma abordagem didática investigativa.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Ensino por Investigação. Membrana Plasmática.

ABSTRACT

The current challenge of Science Education is more complex than making specific content understood, but providing ways in which students develop from their actions. Not an easy task for the student, nor for the teacher. Due to concerns about the Teaching of Cell Biology, specific objectives are sought (i) to analyze the conceptions of students and graduates in Biological Sciences regarding the Teaching of Science by Research focused on the content of Plasma Membrane; (ii) to develop support material for the Basic Education Biology teacher to support Teaching by Research on the Plasma Membrane; and (iii) to identify the potential of an Investigative Teaching Sequence (SEI) on Plasma Membrane for the Teaching of Biology in High School. Therefore, the general objective on which the research is based is to contribute to the practice of Basic Education Biology teachers on the Teaching of Plasma Membranes from the Teaching of Science by Research. For this purpose, a qualitative approach is used, with bibliographic research and Content Analysis of responses from the participants of this research, which makes it possible to reaffirm some needs found among professionals and academics in the field of teaching Biology, including the absence of the use or cogitation of investigative teaching in the area of Cytology. From this, a Technological Technical Product is developed, submitted to critical analysis by the same researched group. The built SEI integrates the Technological Technical Product of the Professional Master's Degree, which despite being initially thought for the teacher (volume 1), also unfolds in a material for the students of the 1st grade of High School (volume 2). As for SEI's potential for teaching Transport content through the Plasma Membrane, conditions are raised for the development of Scientific Literacy and social belonging in the perception of the participants, which is consistent with a possible and applicable method, promising to motivate and promote obliterating assimilations. It is also assumed that it provides interaction between Basic Education, Higher Education and academic productions. This dissertation culminates in the dissemination of information about the current classroom and an investigative didactic approach.

Key Words: Biology teaching. Research Teaching. Plasma Membrane.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1 - CONCEPÇÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO VOLTADO PARA O CONTEÚDO DE MEMBRANA PLASMÁTICA.....	34
Figura 1 - O que deverão "saber" e "saber fazer" os professores de Ciências.....	52
Artigo 2 - DESENVOLVIMENTO DE UM MATERIAL DE AUXÍLIO PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA PAUTADO EM UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE MEMBRANA PLASMÁTICA.....	62
Figura 1 - Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.....	65
Figura 2 - Etapas para a realização de uma Sequência de Ensino Investigativa.....	70
Figura 3 - Conversa hipotética no WhatsApp como ponto de partida da SEI.....	73
Figura 4 – Desafios para a Etapa de Sistematização do problema.....	73
Artigo 3 - ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: POTENCIALIDADES DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE MEMBRANA PLASMÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO.....	80
Figura 1 - Esquema referente as Teorias de Aprendizagem.....	84
Figura 2 – Razões pela mudança na mediação de informações.....	85
Figura 3 - Necessidades que impulsionam a construção da SEI.....	86
Figura 4 - Contribuições de Piaget e Vygotsky para SEI.....	88

LISTA DE QUADROS

APRESENTAÇÃO DA PESQUISA	15
Quadro 1 - Síntese das etapas a serem realizadas ao longo de uma SEI.....	19
Quadro 2 - Síntese das estratégias metodológicas.....	24
Quadro 3 - Participantes da pesquisa.....	26
Quadro 4 - Seções que compõem a dissertação.....	29
Quadro 5 - Síntese das seções que compõem a dissertação.....	30
Artigo 1 - CONCEPÇÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO VOLTADO PARA O CONTEÚDO DE MEMBRANA PLASMÁTICA	34
Quadro 1 - Ações do professor e dos estudantes em uma investigação.....	38
Quadro 2 - Questões apresentadas para os participantes.....	41
Quadro 3 - Contribuições do Conteúdo de Membrana Plasmática para o meio social e científico.....	44
Quadro 4 - Métodos/recursos utilizados no ensino do conteúdo de Membrana Plasmática para o Ensino Médio.....	47
Quadro 5 - Aspectos voltados ao ensino de Biologia Celular e Molecular.....	48
Quadro 6 - Concepções sobre o ensino de Biologia.....	50
Quadro 7 - Concepções sobre aprendizagem de Biologia.....	53
Quadro 8 - Compreensão sobre o Ensino de Ciências por Investigação.....	54
Quadro 9 - Compreensão sobre Sequência de Ensino Investigativa.....	55
Artigo 2 - DESENVOLVIMENTO DE UM MATERIAL DE AUXÍLIO PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA PAUTADO EM UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE MEMBRANA PLASMÁTICA	62
Quadro 1 - Habilidades a serem desenvolvidas conforme a Competência 3 da BNCC.....	66
Quadro 2 - Sequência de atividades ao longo da SEI sobre Membrana Plasmática.....	72
Quadro 3 - Quantidade de pesquisas relacionadas as temáticas de SEI e Membrana Plasmática.....	75
Artigo 3 - ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: POTENCIALIDADES DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE MEMBRANA PLASMÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO	80
Quadro 1 - Síntese das etapas da SEI	87

Quadro 2 – Questões direcionadas aos participantes da pesquisa, posterior à apresentação do Produto Técnico Tecnológico.....	90
Quadro 3 - Percepções acerca do Produto Técnico Tecnológico apresentado aos estudantes e graduados em Ciências Biológicas.....	93

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA PESQUISA	15
Quando surgiu o brilho nos olhos pelo ensino de Ciências	15
Aproximação com o tema	17
Um breve percurso da Educação ao ensino de Biologia	19
Percurso metodológico	23
Tipo de Pesquisa	24
Local da Pesquisa	25
Amostra	25
Instrumento de Coleta e Análise de Dados	26
Organização da Dissertação	28
Referências	31
Artigo 1 - CONCEPÇÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO VOLTADO PARA O CONTEÚDO DE MEMBRANA PLASMÁTICA	34
1.1 Introdução	34
1.2 Referencial Teórico	35
1.3 Aspectos Metodológicos	41
1.4 Resultados e Discussão	43
1.5 Considerações Finais	57
Referências	58
Artigo 2 - DESENVOLVIMENTO DE UM MATERIAL DE AUXÍLIO PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA PAUTADO EM UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE MEMBRANA PLASMÁTICA	62
2.1 Introdução	62
2.2 Fundamentação Teórica	63
2.3 Aspectos Metodológicos	69
2.4 Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática	71
2.5 Considerações finais	77
Referências	78

Artigo 3 - ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: POTENCIALIDADES DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE MEMBRANA PLASMÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO.....	80
3.1 Introdução.....	80
3.2 Referencial Teórico.....	82
3.3 Aspectos metodológicos.....	89
3.4 Potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática para o Ensino Médio.....	90
3.5 Considerações Finais.....	94
Referências.....	96
PRODUTO TÉCNICO TECNOLÓGICO – MEMBRANA PLASMÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA INVESTIGATIVA.....	99
Produto Técnico Tecnológico – Volume 1.....	100
Produto Técnico Tecnológico – Volume 2.....	125
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	1422
APÊNDICES.....	1444

APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) do Centro de Educação (Cedu) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal – Campus A. C. Simões), foi construído na linha de pesquisa: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Nesta seção serão apresentadas as circunstâncias que culminaram nesta pesquisa de modo a auxiliar o delineamento da escolha do tema desde a trajetória acadêmica e profissional até o ingresso no Mestrado Profissional. Ademais, haverá uma breve descrição sobre os aspectos gerais da dissertação, em que será explicitado sobre os objetivos e questões de pesquisa, a metodologia utilizada e a escolha da forma de organização da dissertação.

Quando surgiu o brilho nos olhos pelo ensino de Ciências

A minha jornada acadêmica iniciou-se em 2013, no curso de licenciatura em Ciências Biológicas, na Universidade Federal de Alagoas (Ufal), Campus A. C. Simões, situada em Maceió, capital do estado de Alagoas. Logo no início da faculdade, me deparei com uma nova perspectiva educacional, com professores competentes e inspiradores, tanto aqueles em que as disciplinas eram voltadas para Biologia ou Saúde quanto às disciplinas às quais competem os saberes voltados para a Educação.

As disciplinas voltadas para a Educação, chamadas na época de disciplinas pedagógicas, enriqueciam com muito encanto a construção de saberes necessários à prática docente, de modo que, enquanto colegas de outros cursos de licenciatura criticavam sobre a necessidade destas, a maioria dos discentes de Biologia compreendia tal importância.

Assim, no primeiro período do curso, me inscrevi em uma seleção para o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) para atuar como bolsista na área da educação. Fui aprovada e iniciei como membro do programa no segundo período do curso. Havia encontros semanais para discussão acerca de livros, capítulos de livros e artigos indicados anteriormente, além de confecção de materiais no Setor de Práticas Pedagógicas. As confecções de planos de aula e materiais pedagógicos eram feitas por grupos, divididos conforme a escola onde eram aplicados o que fora desenvolvido.

Contudo, ainda no primeiro período do curso algo me provocou inquietação, pois havia enorme dificuldade de aprendizagem na disciplina de Biologia Celular e Molecular (BCM), apesar da utilização de diapositivos com ilustrações e animações, além de Estudos Dirigidos

(ED - estratégia para evitar acúmulo de conteúdo por meio de atividades avaliativas, sem consulta). Havia um número bastante elevado de reprovações. Isto continuou a acontecer entre os anos de 2013 até 2017.

Cada conteúdo presente nos ED era retomado na avaliação somativa, e mesmo assim eram poucos os alunos que passavam na disciplina ao cursar pela primeira vez, ainda mais sem reavaliar. A preocupação com as dificuldades em BCM na graduação aumentaram conforme observava-se o mesmo na Educação Básica a partir dos Estágios Supervisionados e na atuação como membro do PIBID.

Mais tarde, fiz seleção para monitoria da disciplina de Botânica Sistemática I, a qual auxiliava no processo de organização de material e conteúdo para a taxonomia (organização e categorização dos grupos de plantas e algas). Posteriormente, também por seleção, fui monitora da disciplina de Didática do ensino de Biologia, atuando a partir de análise e críticas construtivas acerca dos materiais produzidos pelos discentes, como relatórios, planejamentos, resenhas críticas, ao mesmo tempo em que fazia leituras e recebia auxílio do professor responsável pela disciplina.

Apesar de ter estagiado também nos laboratórios de Botânica e de Biotecnologia (Bioquímica e Fitoterápicos), as experiências e acervos de leituras e discussão que tive ao longo do curso me trouxeram maior brilho nos olhos pelo ensino, ao passo que percebi com maior ênfase o quão complexo é este processo à medida que aprofundamos os estudos a seu respeito.

Devido à preocupação com a aprendizagem de Biologia, finalizei a graduação com a pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso intitulada: Dificuldades no Processo de Aprendizagem de Biologia por Estudantes do Ensino Médio. Por isso, tive muitas oportunidades para construção e divulgação de experiências em trabalhos completos publicados e compartilhados em congressos, encontros e demais eventos da Educação, nas categorias de Comunicação Oral, Banner, Minicurso, Oficina e E-book.

Somado a estes fatos, ao me formar na graduação, no ano de 2017, fui contratada em uma escola particular no estado da Paraíba. Neste momento, pude assumir sozinha a minha sala de aula, junto a minha disciplina de Ciências, nos 6º, 7º, 8º e 9º ano, do Ensino Fundamental (anos finais). Concomitante a minha nova experiência, abriu a seleção para mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM), pelo Centro de Educação (Cedu) da Ufal. Sem medir esforços, fiz todo o processo seletivo e fui aprovada. Então com muita felicidade, pela perspectiva de me tornar uma professora melhor para a sociedade em que vivemos, neste mundo em constante transição, me despedi da minha turma e colegas da escola no meio do ano letivo. Voltei para Maceió, iniciei com entusiasmo as aulas do mestrado em agosto de 2018.

Em 2019, retomei a prática docente, contratada em uma escola particular de Maceió. E com delineamento e busca por conhecimentos que pudessem contribuir principalmente para novas reflexões e formas de pensar o ensino de Ciências e Biologia me entreguei a esta pesquisa com todo o meu amor pedagógico.

Escolhi a temática de Biologia Celular e Molecular com suporte em uma metodologia de Ensino de Ciências por Investigação com a intenção de ir além de aulas que utilizam modelos de forma unicamente expositiva. Por fim, sigo tentando avançar enquanto professora e estudante acadêmica e espero despertar o mesmo em outros professores.

Aproximação com o tema

Esta pesquisa foi motivada inicialmente por inquietações que se iniciaram ainda na graduação de Licenciatura em Ciências Biológicas, desde o primeiro período, quando era necessária uma sala de tamanho maior que as outras para acomodar o número de discentes na disciplina de Biologia Celular e Molecular (BCM), devido às reprovações.

Para investigar dificuldades relacionadas à aprendizagem voltada para esta área, foi pesquisado sobre atitudes e perspectivas dos estudantes do Ensino Médio na disciplina de Biologia a partir de observação direta, análise de questionários e pesquisa bibliográfica, durante a graduação. Os resultados apontaram dificuldades para gerir seu tempo de estudo e utilização de ferramentas tecnológicas digitais a favor da aprendizagem, além de compreensão superficial sobre a importância da disciplina e sua aplicabilidade no contexto social e científico (COSTA; MOTA, 2019).

Portanto, a quantidade de termos e conteúdos aparecem como extensos e causadores de dificuldades e falta de interesse, visto que os estudantes precisavam memorizá-los em curto prazo para avaliações (BORTOLUCCI, 2014; COLL *et al.*, 2000; COSTA; MOTA, 2019). Possivelmente, o que fora observado na graduação refletia o resultado obtido a partir da Educação Básica. Acrescido a isto, existia outra questão importante quando se tratava da dificuldade de aprendizagem em Ciências, a adolescência, “quando os alunos, devido ao seu próprio desenvolvimento pessoal, começam a fixar suas próprias metas, a estabelecer suas preferências e a adotar atitudes que nem sempre favorecem o aprendizado” (POZO; CRESPO, 2009, p. 40).

No entanto, a “Biologia Celular é a ponte para a compreensão dos fenômenos orgânicos dos seres vivos e suas relações com o ambiente” (VIGARIO; CICILLINI, 2019, p. 59). Tanto

na Educação Básica quanto no Ensino Superior, a Biologia Celular tornou-se a base para a compreensão de diversos fenômenos e processos ainda mais complexos.

Portanto, o uso de metodologias alternativas de ensino adequadas propicia mais que aprendizagem por memorização, assim como também a motivação e assimilações necessárias para o olhar científico, sociocultural e economicamente engajado. Tornou-se preciso, pois, uma mudança de comportamento do professor de Ciências e Biologia que o distancia da pedagogia tradicional tida por Libâneo (1983) como ensino bancário, inflexível, sem promoção de reflexão.

Por isso, uma aula investigativa, na qual os aprendizes tenham oportunidade de buscar dados, analisá-los e avaliar soluções pode trazer o melhor desenvolvimento de um repertório de habilidades intelectuais (CARVALHO, 2013; KRASILCHIK, 2008). Mesmo porque:

[...] a ciência é um processo e não apenas um produto acumulado em forma de teorias ou modelos, e é necessário levar para os alunos esse caráter dinâmico e perecedouro dos saberes científicos, conseguindo que percebam sua transitoriedade e sua natureza histórica e cultural, que compreendem as relações entre o desenvolvimento da ciência produção tecnológica e a organização social (POZO; CRESPO, 2009, p. 21).

Com essa perspectiva, encontram-se no Ensino de Ciências por Investigação potencialidades a serem analisadas em relação à construção do conhecimento científico, desenvolvida pelo professor, utilizando recursos do cotidiano e otimizando as interações em sala de aula. Dessa forma, a temática delineada para desenvolver a proposta de metodologia de ensino foi: Transporte através da Membrana Plasmática, porque desempenha uma amplitude de significações em diferentes contextos do cotidiano.

A propósito, o professor deve se preocupar em auxiliar na construção de uma visão reflexiva sobre qualquer tema com os estudantes, de forma a se interpor na sua compreensão de mundo, propiciando para eles habilidades a comunicação, a investigação, a compreensão, a representação e a contextualização sociocultural (BRASIL, 2002).

Assim, destacou-se como estratégia metodológica dentro do Ensino de Ciências por Investigação a Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Para definir melhor, a SEI trata de uma sequência de aulas que aborda um tópico pré-determinado, em que deve ser planejada toda a atividade, tanto referente ao material, quanto às interações didáticas, a fim de promover condições de se mostrarem os conhecimentos prévios para começar a construção dos novos, os alunos construirão suas próprias ideias e ainda desenvolver capacidade de discuti-las com seus colegas e professor, passando do conhecimento espontâneo para o científico, de maneira que possam propiciar condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013).

Mais especificamente, o “gerenciamento da classe e o planejamento das interações didáticas são tão importantes como o planejamento do material didático e a elaboração do problema” (CARVALHO, 2013, p. 11). Deste modo, as ações do professor e dos aprendizes passaram a ser delineadas em cada etapa, embora de maneira flexível. Sendo assim, a sequência desenvolvida seguiu os parâmetros definidos por Carvalho (2013), em que suas etapas estão explicitadas abaixo (Quadro 1).

Quadro 1 - Síntese das etapas a serem realizadas ao longo de uma SEI.

1. PROBLEMA: Nesta etapa, a partir de um problema manipulável pelos estudantes, a turma deverá ser dividida em equipes de até 5 pessoas. O problema deve ficar claro para todos.
2. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA: Esta será manipulativa, para obtenção de dados, utilizando conhecimento prévio para organizar e construir novo conhecimento, levantar hipóteses, testar hipóteses, somar opiniões individuais através de discussão em grupos (aprendizagem social).
3. SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS: Esta é a etapa em que se recolherá o material, desfaz-se os grupos e organiza-se a classe para um debate com sistematização coletiva do conhecimento.
4. AVALIAÇÃO ou ESCREVER E DESENHAR: Nesta etapa será o momento de sistematização da aprendizagem de modo individual.

Fonte: Autora, 2020, adaptado de Carvalho, 2013.

Ademais, os estudos do grupo Lapef (Laboratório de Pesquisa e Ensino em Física) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP) apontaram relações evidentes entre o Ensino por Investigação, a Alfabetização Científica e a Argumentação nas aulas de Ciências, a partir do que tem sido pesquisado por muitos autores (SASSERON, 2015). Tais relações, além de alcançar alguns dos objetivos educacionais e competências gerais, previstos em documentos normativos nacionais, representaram possibilidades para o desenvolvimento cognitivo do aprendiz, e, pois, diferenciação e aquisição de novos conceitos que ocorrem por assimilação.

Um breve percurso da Educação ao ensino de Biologia

A Educação tornou-se uma área de conhecimento complexa que perpassa por questões políticas, sociais, econômicas, didáticas, pedagógicas, que por sua vez, voltam a se subdividir em pequenas áreas. A isto se deve todo seu encanto e sabedoria, acrescido de desafios e necessidade de mudanças. Seus registros mais antigos foram narrados na Grécia, tida como berço da civilização, pelo grande escritor Homero, em uma época que ficou conhecida como Tempos Homéricos ou Heroicos, a qual durou aproximadamente o período compreendido entre 1200 a 800 a. C. (ROSA, 1971).

As obras desta época foram textos que narram, em suas entrelinhas, o percurso da Educação, por isso tão importantes, de tal forma que influenciaram o desenvolvimento social e político dos séculos subsequentes. A posteriori, a História da Educação sofreu inúmeras influências seja de correntes filosóficas, ideais políticos ou virtudes e aspirações (ROSA, 1971; PALMA-FILHO, 2010).

Importante a conscientização sobre os aspectos que trouxeram a Educação até a forma atual. Mesmo porque, a realidade educativa para ser compreendida precisa de mais que o conhecimento da Pedagogia, mas também da História Geral e da cultura, visto que, sem elas, a História da Educação e a própria Educação perdem seu sentido (LUZURIAGA, 1995).

Apesar dos grandiosos avanços educacionais, a luta constante pela adaptação de metodologias de ensino à cultura, aparatos tecnológicos e avanços científicos, ainda foi impossível conquistar uma forma pronta e adaptável à pluralidade cognitiva de toda uma sociedade. Por isso, estudos teórico e prático, sobretudo a conciliação de ambos, tornaram-se demasiadamente importantes para a Educação, considerada pelo filósofo e matemático britânico Alfred North Whitehead (1861-1947) como a aquisição da arte de utilizar os conhecimentos, e, portanto, uma arte muito difícil de se adquirir (CARVALHO, 2013).

A propósito, a aprendizagem, uma das áreas da Educação, sofreu algumas interferências significativas ao longo das décadas que precisam de atenção para a atribuição de novos métodos de ensino. Este percurso caminhou por abordagens behavioristas (comportamentalistas), cognitivista, sociointeracionista e construtivista (MOREIRA, 1999).

O comportamentalismo, com maior enfoque no estímulo-resposta, assemelhou-se ao condicionamento a partir de reforço positivo e reforço negativo. Posteriormente, surgiu maior preocupação com os processos mentais, tais como organização e aquisição de novas informações, o cognitivismo, destacando-se os estudos de Piaget. O sociointeracionismo e o construtivismo acrescentaram a importância da influência do mundo ao redor na construção de conhecimento, que foi intransferível (KRASILCHIK, 2008; MOREIRA, 1999).

Ademais, houve alterações significativas na forma como o conhecimento passou a ser pensado, de algo pronto e acabado para algo processual, construído e adepto às intervenções. Somado a isto, a crescente produção de conhecimento e estudos de epistemólogos e psicólogos resultaram em prioridade quanto a qualidade do conhecimento que se ensina, em detrimento da sua quantidade, bem como ao reconhecimento de que a sua construção recebeu influências tanto individualmente como socialmente (CARVALHO, 2013). Ou seja, a crescente preocupação com a aprendizagem requereu, sobretudo, um ensino de qualidade que proporcionasse meios para que esta se concretizasse.

Com isso, houve uma crescente inovação entre as metodologias alternativas de ensino, que passou a ser considerado distinto da aprendizagem, mas tão fundamental quanto. Poder-se-ia citar: sala de aula invertida, Ensino por Investigação, Gamificação, Rotação por estações, entre outras apropriações de recursos e métodos aplicáveis. Ainda assim, seja pela falta de divulgação dos métodos ou separação entre teoria de aprendizagem e metodologia de ensino, continua havendo muita dificuldade em aprender Ciência.

Por isso, mais que nunca passou a existir a necessidade de promover interação constante entre a dimensão conceitual da aprendizagem disciplinar com a dimensão formativa e cultural (CARVALHO, 2013). Para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) foi essencial que a formação escolar auxiliasse no cumprimento das 10 Competências Gerais contidas neste documento normativo: 1. Conhecimento; 2. Pensamento científico, crítico e criativo; 3. Repertório Cultural; 4. Comunicação; 5. Cultura Digital; 6. Autogestão; 7. Argumentação; 8. Autoconhecimento e Autocuidado; 9. Empatia e Cooperação; 10. Responsabilidade e Cidadania.

Alguns aspectos da natureza da Ciência passam a ser universais e, para Abd-El-Khalick, Bell e Lederman (1998) deviam ser abordados pela educação científica da escola básica de forma a desenvolver familiaridade com as práticas científicas e com a maneira dessa área articular a sua construção do conhecimento (DRIVER *et al.*, 2000). Ademais, “a educação científica, em particular, deve permitir que o cidadão analise situações cotidianas, compreenda problemas e desafios socioeconômicos e ambientais e tome decisões considerando conhecimentos técnico-científicos” (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 99).

Ainda que muitos professores acreditem que a teoria foi preparada com teor “fantasioso”, em acordo com Libâneo (1983) tornou-se possível afirmar que inexistem neutralidade na prática, já que se pode integrar diferentes tendências pedagógicas mesmo que sem saber. Por isso, só podia-se observar avanço educacional ao se utilizar de forma reflexiva do que já foi estudado. A intenção primeira das pesquisas atuais deveria ser desconstruir esta crença, reforçar a complexidade da Educação e trazer possibilidades de metodologias fundamentadas para a prática docente, posto que toda prática segue premissas de teorias existentes, ainda que muitos tenham dificuldade de superar a visão elementar, dado que foi preciso usar de criatividade, ousadia e estudos específicos.

Inclusive, foi reconhecido que as crianças antes de entrar na escola têm alto potencial em aprender significativamente, principalmente por descoberta, entretanto as provas e outros processos escolares comuns passaram a dar ênfase na memorização, o que culminou em aprendizagem predominantemente mecânica, pautada na memorização (NOVAK, 2002).

Na busca por dar continuidade a esta capacidade das crianças, em aprender significativamente por descoberta, para que continuem a ser curiosas e críticas, pretendeu-se integrar o contexto social, histórico e científico ao conhecimento prévio. Com isso, os estudantes poderiam ver a capacidade e necessidade de investigações e compreender Ciência como processo, além de evitar o estigma dado muitas vezes à Biologia, de que possui conteúdo fixo, pronto e acabado (MOTOKANE, 2015). Ou seja, o momento atual e os avanços acolhidos inviabilizaram o ensino meramente “conteudista” e mostraram abertura às metodologias que propiciam estímulo para a busca por conhecimento perante a compreensão da Ciência em si.

Contudo, a prática do ensino de Biologia também tem se reinventado. Suas tendências no Brasil sofreram mudanças significativas nas décadas de 1950, 1960, 1970, 1990, pois passaram de um modelo de influência europeia com valor informativo, cultural, educativo ou formativo e prático para um ensino mais atualizado (KRASILCHIK, 2008). “A educação com viés científico se firmou na década de 1960, com o objetivo de formar cientistas e estar presente nos diferentes níveis da Educação Básica, como espelho da formação em nível superior” (VIGARIO; CICILLINI, 2019, p. 58).

Na década de 1970, a nova Lei de Diretrizes e Bases Educacionais Nacional (LDBEN) (1971) tratou do ensino de Ciências como importante, entretanto, a prática contraria a teoria, e a crise social e econômica inviabilizou avanços educacionais, devido ao projeto nacional da Ditadura Militar. Na década de 1990 o ensino de Ciências assumiu uma tendência descritiva, evidenciada no assunto “estrutura celular” em 96% e “metabolismo celular” em 70% das propostas curriculares (KRASILCHIK, 2008).

No Ensino Médio, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) tiveram o “duplo papel de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor na busca de novas abordagens e metodologias” (BRASIL, 2002, p. 13). O ensino de Biologia ainda refletiu o momento histórico do grande desenvolvimento científico das décadas de 1950 e 1960, da esperança depositada na Ciência para a solução dos problemas da humanidade (KRASILCHIK, 2008).

Assim, as reflexões sobre a prática de ensino levantaram uma alerta para o equívoco de acreditar que basta implementar algo novo em sala de aula. Por isso, enfatizou-se a importância de uma base teórica ser investigada na prática, considerando os aspectos da Teoria da Aprendizagem capaz de dar suporte e se fazer compreender no ensino e na aprendizagem. Ou seja, ainda que a área de estudo seja em ensino de Ciências, esta nunca acontece isolada, pois foi importante ter noções básicas da educação, que trouxeram coerência nas construções desta área, principalmente aos Produtos Técnicos Tecnológicos de Mestrado Profissional.

Percurso metodológico

Neste estudo, intitulado: O Ensino de Membrana Plasmática por Investigação: uma abordagem didática para professores de Biologia, o significado atribuído à pesquisa foi o ato de “perseguir uma interrogação em diferentes perspectivas, de maneira que a ela podemos voltar uma vez e outra ainda e mais outra. A interrogação se comporta como se fosse um pano de fundo onde as perguntas do pesquisador encontram seu solo, fazendo sentido” (BICUDO, 2014, p. 20). A interrogação ou norte da pesquisa direcionou os procedimentos metodológicos. Estes, por sua vez, trataram de que forma ocorreu a contribuição com a prática de professores de Biologia da Educação Básica sobre o ensino de Membrana Plasmática a partir do Ensino de Ciências por Investigação.

Para responder tal problemática delineou-se um objetivo geral, contribuir com a prática de professores de Biologia da Educação Básica sobre o ensino de Membrana Plasmática a partir do Ensino de Ciências por Investigação. Este objetivo se desdobrou em outros três, específicos, (i) analisar concepções de estudantes e graduados em Ciências Biológicas a respeito do Ensino de Ciências por Investigação voltado para o conteúdo de Membrana Plasmática; (ii) desenvolver material de auxílio ao professor de Biologia da Educação Básica como suporte ao Ensino por Investigação sobre a Membrana Plasmática; e (iii) identificar potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática para o ensino de Biologia no Ensino Médio.

O primeiro objetivo específico foi delineado para que com seus resultados fosse desenvolvido um material de auxílio mais adequado ao processo de ensino de Biologia, mais especificamente sobre Membrana Plasmática considerando as carências, queixas e necessidades levantadas. Para alcançá-lo utilizou-se de um método empírico, a Análise de Conteúdo, pautada em instrumentos metodológicos em constante aperfeiçoamento, utilizado em discursos demasiadamente diversificados (BARDIN, 2011). Em uma de suas edições anteriores, Bardin afirmou que:

O fator comum destas técnicas múltiplas e multiplicadas - desde o cálculo de frequências que fornece dados cifrados, até à extração de estruturas traduzíveis em modelos - é uma hermenêutica controlada, baseada na dedução: a inferência. Enquanto esforço de interpretação, a análise de conteúdo oscila entre os dois polos do rigor da objetividade e ela fecundidade da subjetividade. Absolve e cauciona o investigador por esta atração pelo escondido, o latente, o não-aparente, o potencial de inédito (do não-dito), retido por qualquer mensagem. Tarefa paciente de «desocultação», um conjunto de técnicas (BARDIN, 1977, p. 9).

Na sequência, o segundo objetivo refletiu as necessidades observadas diante da análise das concepções de professores, estudantes de licenciatura, e membros de grupos de formação de professores. Mas também utilizou de pesquisa bibliográfica e estudos teóricos que auxiliaram no desenvolvimento de um material de auxílio, sobretudo aos professores de Biologia, sendo este um produto ligado a esta dissertação, dividido em dois volumes, um para o professor e outro para o estudante. Este objetivo foi reforçado conforme Gil (2010):

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas (GIL, 2010, p. 55).

Perante o percurso de pesquisa, o último objetivo foi alcançado com base em exposição e discussão sobre o Produto Técnico Tecnológico e Análise de Conteúdo acerca das concepções do público-alvo sobre ele. Vale ressaltar que a coleta dos dados se iniciou após o parecer consubstanciado favorável da Plataforma Brasil, com número CAAE 31656320.3.0000.5013.

As estratégias metodológicas mencionadas acima foram melhor detalhadas a seguir (Quadro 2), sendo que cada objetivo específico norteou um artigo.

Quadro 2 - Síntese das estratégias metodológicas.

	Artigo 1	Artigo 2	Artigo 3
Objetivos Específicos	Analisar concepções de estudantes e graduados em Ciências Biológicas a respeito do Ensino de Ciências por Investigação voltado para o conteúdo de Membrana Plasmática.	Desenvolver material de auxílio ao professor de Biologia da Educação Básica como suporte ao Ensino por Investigação sobre Membrana Plasmática.	Identificar potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática para o Ensino Médio.
Tipo de Pesquisa	Qualitativa	Qualitativa	Qualitativa
Procedimento de Estudo	Análise de Conteúdo.	Estudo teórico do tipo Pesquisa Bibliográfica.	Análise de Conteúdo.
Coleta de dados	Questões subjetivas, teorias envolvidas na condução da pesquisa.	Teorias envolvidas na condução da pesquisa.	Encontro; Questões subjetivas; teorias envolvidas na condução da pesquisa.
Procedimento de análise de dados e/ou Produto	Categorias de inferências que emergem dos dados.	Módulo para professor (volume 1); Módulo para estudantes (volume 2).	Categorias e inferências que emergem dos dados.

Fonte: Autora, 2020.

Tipo de Pesquisa

Este estudo de abordagem qualitativa, utilizou da pesquisa bibliográfica como método parcial empregado em sua elaboração, pois teve como base material já publicado, incluindo livros, revistas, dissertações e anais de eventos científicos, assim como outras fontes. Este tipo de pesquisa foi imprescindível para este e qualquer trabalho acadêmico, devido à necessidade de aprofundar e fundamentar teoricamente o tema, mas nem sempre o único tipo de pesquisa realizado (GIL, 2010).

A pesquisa qualitativa usou de um ambiente natural como fonte direta de dados e o investigador constituiu o instrumento principal, introduzindo-se em um contexto e procurando elucidar questões educativas. E apesar de poder envolver instrumentos tecnológicos para a sua coleta, foram suas concepções, percepções e interpretações que conduziram aos resultados. Os dados coletados foram, em sua maioria, descritivos e o interesse foi mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Local da Pesquisa

Devido ao momento histórico atípico mundial que o Brasil tem passado, compartilhado por todo o planeta, devido a pandemia provocada pelo vírus Sars-Cov-2 responsáveis por milhares de mortes pela doença Covid-19, a prática de coleta de dados ocorreu de forma virtual, a partir de resposta a formulários pelo Google Forms e encontro interativo pela plataforma Google Meet. Isto porque a prevenção da doença inclui o isolamento social, por isso, impediu a aplicação de meios de pesquisa de forma presencial.

Amostra

Esta pesquisa contou com a colaboração de 18 pessoas, entre elas estudantes e graduados em Ciências Biológicas ilustrado no quadro abaixo. Os participantes eram membros do Grupo de Pesquisa em Comunidades Bentônicas. O grupo foi escolhido devido a sua heterogeneidade, ou melhor, a multiplicidade de olhares, já que reunia professores, doutores, mestres, estudantes de graduação, inclusive pessoas que atuavam em grupos de formação de professores (Quadro 3). Além disso, havia residentes de diversas regiões do estado de Alagoas e também de outros estados.

Quadro 3 - Participantes da pesquisa.

FORMAÇÃO/ TITULAÇÃO/ ATUAÇÃO	Estudante de Ciências Biológicas	Graduado em Ciências Biológicas
Licenciatura	6	7
Bacharelado	1	1
Especialista	-	5
Mestrando	-	4
Mestre	-	4
Doutor	-	1
Professor Educação Básica	-	6
Professor Ensino Superior	-	1

Fonte: Autora, 2020.

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordaram e aceitaram participar da pesquisa, cientes dos termos submetidos e aprovados pela Plataforma Brasil.

Compreender diferentes concepções acerca do ensino de Membrana Plasmática na perspectiva investigativa permitiu avançar nas respostas à questão da pesquisa. Mostrou o cenário educacional no qual se estava inserido para adequar novos métodos de ensino, já que um dos deveres do mestrando, ao término da pesquisa, possibilitou torná-los públicos posteriormente. Além disso, as colaborações puderam avaliar, pontuar e colaborar com o Produto Técnico Tecnológico, exigido pelo Mestrado Profissional.

A pesquisa deixou de oferecer riscos à saúde física ou mental dos participantes, mas como mitigação de quaisquer danos psicológicos que poderiam ocasionalmente ocorrer por desconfortos, timidez, inquietações, esteve em pronta assistência um psicólogo com Conselho Regional em Psicologia (CRP) ativo.

Os benefícios esperados com a participação destes voluntários, mesmo que indiretamente, estiveram relacionados com a qualificação do Produto Técnico Tecnológico para o público docente de Biologia da Educação Básica. A consideração levantada sobre este produto correspondeu a uma divulgação científica clara, objetiva e atrativa quanto ao conteúdo de Membrana Plasmática. A abordagem didática de Sequência de Ensino Investigativa, bem como o desenvolvimento conceitual de aspectos voltados para o Ensino de Ciências por Investigação, Alfabetização Científica, Natureza da Biologia, Natureza de Ensino, Ensino e Aprendizagem também foram destacadas como aspectos positivos da produção.

Instrumento de Coleta e Análise de Dados

Após as assinaturas dos TCLE, a coleta de dados se dividiu em três momentos: 1º - Resposta a um formulário a partir do Google Forms; 2º - Encontro de discussão e apresentação do Produto Técnico Tecnológico pelo Google Meet; 3º - Resposta a um formulário sobre concepções acerca do Produto Técnico Tecnológico pelo Google Forms.

O Google Forms e o Google Meet foram aplicativos de gerenciamento fornecidos pelo Google e utilizados neste trabalho, sendo o primeiro para facilitar o desenvolvimento de formulários e questionários diversos, enquanto o Google Meet trata de um serviço de comunicação audiovisual, que permite comunicação por meio de áudio, imagem e apresentação de materiais por compartilhamento de telas.

A temática tratou do Ensino de Ciências por Investigação voltado para o conteúdo de Membrana Plasmática. Portanto, a sua importância foi contribuir com a prática de professores de Biologia na Educação Básica sobre o ensino de Membrana Plasmática a partir do Ensino de Ciências por Investigação.

A análise dos dados seguiu uma abordagem qualitativa, em que a coleta e análise dos dados sem utilizar como base a quantificação analisou e descreveu os fenômenos em sua forma complexa (GIL, 2010). Além disso, atendeu à multiplicidade de significados que permeiam o processo, uma vez que integram um universo cultural específico (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Além disso, para Minayo (1994), a abordagem qualitativa:

Se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado, trabalha com um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 1994, p. 31).

No primeiro momento, os participantes tiveram oportunidade de responder a um formulário com 10 questões, sendo duas objetivas e oito subjetivas, de forma virtual. As respostas às questões subjetivas foram submetidas à Análise de Conteúdo de acordo com os parâmetros estabelecidos por Bardin (1977) organizados em três fases: 1. Pré-análise, 2. Exploração do material e 3. Tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A **pré-análise** objetivou organização ou ato de sistematização das ideias iniciais, guiando os processos subsequentes. Nesta fase algumas “missões” foram seguidas, sem necessariamente uma determinada ordem. Foram elas: “escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final” (BARDIN, 1977, p. 95).

Em oposição ao rigor sistemático dos documentos, a escolha destes seguiu algumas atividades sem estruturas, mais flexíveis: leitura flutuante (primeiro contato com os

documentos, a partir dos quais foram formuladas hipóteses a ser testadas); e escolha dos documentos em si (esta atividade culminou na composição do conjunto de documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos) (BARDIN, 2011).

A escolha dos documentos adotou algumas regras, seleções ou escolhas a serem observadas, foram elas: (i) exaustividade: esgotar todo o assunto sem omitir nenhuma parte; (ii) representatividade: preocupar-se com amostras que representam o universo heterogêneo; (iii) homogeneidade: utilizar por igual de temática, método e estratégia de coleta de dados; (iv) pertinência: necessidade que os documentos fossem adaptados aos objetivos da pesquisa; (v) exclusividade: um elemento classificado apenas em uma categoria (BARDIN, 2011).

Na fase de **exploração do Material**, período mais duradouro, houve duas etapas seguidas: *codificação*, na qual foram feitos recortes nos documentos escolhidos em Unidades de Contexto (a partir da qual fez-se compreender a Unidade de Registro) e Unidades de Registro (menor recorte de ordem semântica, neste caso, que se libertou do texto); e a fase de *categorização* que foi o agrupamento em razão de caracteres comuns dos elementos sob um título geral, seguindo critérios que poderiam ser semântico, sintático, léxico (BARDIN, 2011).

Para Bardin (2011), uma Unidade de Registro significava uma unidade a ser codificada, podendo esta ser um tema, uma palavra ou uma frase. Nesse processo haveria a contagem e a frequência com que apareceriam nos documentos escolhidos.

Na última fase, **Tratamento dos resultados obtidos e interpretação**, a interpretação deveria ser pautada no levantamento de dados organizados e analisados a partir dos documentos escolhidos. Esta etapa incluiu operações estatísticas, síntese e seleção dos resultados, inferência e interpretação. A interpretação levou a outras orientações para uma nova análise ou utilização dos resultados de análise para fins teóricos ou pragmáticos (BARDIN, 1977, 2011).

Portanto, as investigações contaram com observações diretas feitas pelo pesquisador responsável e pela orientadora no encontro de apresentação e discussão sobre o Produto Técnico Tecnológico, porque permitiu que o observador chegasse mais próximo da perspectiva dos sujeitos e compreendesse melhor a realidade que os cerca e as suas próprias ações (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p.50).

Organização da Dissertação

Os trabalhos acadêmicos de conclusão, seja de graduação, mestrado ou doutorado, adotaram por muito tempo um formato monográfico no campo da Educação que foi utilizado até os dias atuais. Esse formato caracterizou-se por possuir uma continuidade dividida em um

início, um desenvolvimento e um fim. Foi um documento extenso estruturado em capítulo denominados: Introdução, Revisão de Literatura e Referencial Teórico, Procedimentos Metodológicos, Resultados e Conclusões (MAUCH; PARK, 2003).

Todavia, este modelo passou a ser questionado por alguns autores, os quais argumentaram que este modelo tido como tradicional trazia limitações, tal qual a falta de acessibilidade, restringindo o público ao qual a pesquisa se destinava. Além disso, a própria organização de tópicos e estruturação impossibilitavam publicação na forma como estava escrito, com ênfase no fato de que os pesquisadores iniciantes praticavam um formato de escrita que sequer iriam usar posteriormente (DUKE; BECK, 1999). Segundo, Costa (2014):

Notadamente na última década, pudemos observar um aumento considerável no número de programas de pós-graduação em Educação sem que isto tenha sido acompanhado por equivalente crescimento na qualidade do ensino-aprendizagem do País. Em paralelo, cada vez mais, observamos, no interior dos mestrados e doutorados, um acirramento do uso de um “novo” modo de produção do conhecimento, movido pela articulação universidade-empresa-Estado (COSTA, 2014, p. 1).

O formato *multipaper*, por outro lado, passou a apresentar aspectos positivos para os pesquisadores como o desenvolvimento de habilidades necessárias para organização e divulgação de pesquisa (DUKE; BECK, 1999). Este modelo consistiu em uma estruturação advinda de um projeto de pesquisa, mas que se subdividia em pesquisas independentes que atendem ao objetivo geral, mas também atenderiam aos seus próprios métodos e objetivos. Portanto, agrupava artigos publicáveis que, de alguma forma, “guardam, entre si, certa independência, mas configuram algo que se pretende coeso, com cada um dos textos auxiliando na formação de um objeto” (GARNICA, 2011, p. 8).

A organização desta dissertação adotou o modelo *multipaper* pois seguiu as premissas deste modelo, estruturando-se em três artigos que apesar de estarem ligados por um objetivo geral da dissertação, cada um deles apresentou o seu próprio. O quadro a seguir (Quadro 4) explicitou as seções que compõem esta dissertação.

Quadro 4 - Seções que compõem a dissertação.

Seções	Título das Seções
1	Apresentação da Pesquisa.
2	Artigo 1: Concepções sobre o Ensino de Ciências por Investigação voltado para o conteúdo de Membrana Plasmática.
3	Artigo 2: Desenvolvimento de um material de auxílio para professores de Biologia da Educação Básica pautado em uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática.
4	Artigo 3: Ensino de Ciências por Investigação: potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática para o Ensino Médio.

5	Produto Técnico Tecnológico – Membrana Plasmática: uma experiência investigativa.
6	Considerações Finais.

Fonte: Autora, 2020.

Cada seção foi organizada para facilitar a linha de raciocínio sobre a temática geral pesquisada, entretanto a leitura isolada das seções 2, 3, 4 e 5 torna-se possível, com questões específicas acerca do tema geral, em forma de artigo ou Produto Técnico Tecnológico. Posterior aos artigos encontram-se as “Considerações Finais”. Os aspectos referentes a cada seção foram brevemente detalhados no quadro a seguir (Quadro 5):

Quadro 5 - Síntese das seções que compõem a dissertação.

<p>APRESENTAÇÃO DA PESQUISA</p> <p>Remontou os aspectos gerais da dissertação como um todo. Foi subdividida em cinco tópicos para facilitar a compreensão pelo leitor. Os tópicos foram: (i) Quando surgiu o brilho nos olhos pelo ensino de Ciências – trazendo a trajetória pessoal e representando a justificativa e motivação que delineou a problemática da pesquisa; (ii) Aproximação com o tema – sugeriu brevemente a familiarização do leitor com os aspectos básicos da pesquisa como a metodologia de Sequência de Ensino Investigativa; (iii) Um breve percurso da Educação ao ensino de Biologia – teve a intenção de retomar conceitos e percursos educacionais a partir dos quais emergiram as metodologias de ensino utilizadas atualmente, para evitar o distanciamento destes; (iv) Percurso Metodológico – esclareceu as abordagens metodológicas utilizadas ao longo da pesquisa; (v) Organização da dissertação – explicitou o tipo de formato de dissertação adotado e sistematizou as seções.</p>
<p>Artigo 1 - Concepções sobre o Ensino de Ciências por Investigação voltado para o conteúdo de Membrana Plasmática</p> <p>O Ensino de Ciências por Investigação foi desenvolvido histórico e socialmente ao longo de décadas. A Biologia enquanto Ciência pode se apropriar de seus recursos para auxiliar na construção de conhecimento, em detrimento do ensino bancário. Por isso, esta pesquisa, recorte de uma dissertação de mestrado, trouxe as concepções de estudantes e graduados em Ciências Biológicas sobre esta abordagem voltada para o conteúdo de Membrana Plasmática, com intuito de discutir aspectos voltados ao ensino e a aprendizagem de Biologia Celular. Para isto, foi realizada uma Análise de Conteúdo com abordagem qualitativa. Como resultado, percebeu-se que esta metodologia de ensino costuma ser desconsiderada como estratégia aplicável para Membrana Plasmática, priorizando recursos expositivos de pouca ou nenhuma interação. Conclui-se que foi importante a divulgação científica de materiais didáticos sobre o ensino de Ciências, a fim de desvincular a percepção pautada na memorização e aproximar pesquisas acadêmicas com a Educação Básica.</p>
<p>Artigo 2 - Desenvolvimento de um material de auxílio para professores de Biologia da Educação Básica pautado em uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática</p> <p>Este artigo, recorte de uma pesquisa de mestrado, contribuiu para professores e acadêmicos, a partir de elucidações sobre a construção de um Produto Técnico Tecnológico no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Ao pensar sobre as dificuldades enfrentadas nos processos de ensino e de aprendizagem em Biologia Celular, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, tomou-se como desígnio desenvolver uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre Membrana Plasmática. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa, seguida de planejamento de interações e etapas, que implicaram em organização de recursos didáticos. Como resultado, a SEI passou a integrar o produto que se constituiu de um material para o professor (volume 1) e outro voltado para os estudantes (volume 2). A sua elaboração revelou que as</p>

dificuldades enfrentadas foram voltadas para a necessidade de uma profunda mudança de atitude, bem como necessidade de autonomia e criatividade do professor.

Artigo 3 - Ensino de Ciências por Investigação: potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática no Ensino Médio:

Dada a complexidade do processo de aprendizagem, foi preciso ensinar aos estudantes para além dos conteúdos em si, desenvolver autonomia e tomada de decisão, para que se pudesse compreender os porquês e como de se estudar e fazer Ciência. Para isso, o ensino por investigação foi pensado como estratégia metodológica para o desenvolvimento cognitivo do aprendiz. Dado seu potencial ativo, diversificado e de abordagem construtivista, na qual o professor desempenha papel de mediador, buscou-se identificar potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática para o Ensino Médio a partir da concepção de estudantes e graduados em Ciências Biológicas. Os resultados apontaram sucesso da abordagem didática construída, tanto por proporcionar familiaridade entre o docente acomodado ao ensino expositivo quanto por estimular inovação e motivação dos estudantes a partir de materiais de baixo custo que fazem parte do seu cotidiano. Percebeu-se o ensino por investigação como ferramenta pedagógica imprescindível para a Educação Básica e a necessidade de rigoroso planejamento fundamentado.

Produto Técnico Tecnológico – Membrana Plasmática: uma experiência investigativa:

Nesta seção foi apresentado o Produto Técnico Tecnológico na sua forma original, o que incluiu a sua diagramação e corpo teórico.

Considerações Finais: Foi apresentada a síntese dos resultados referente a pesquisa da dissertação, o que englobou de forma conexa os resultados de todas as seções.

Fonte: Autora, 2020.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. The nature of Science and instructional practice: Making the unnatural natural. **Science Education**, v. 82, n. 4, p. 417-436, 1998.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4 ed. Lisboa: Edições 70, 2011.

BICUDO, M. A. V. Meta-análise: seu significado para a pesquisa qualitativa. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 9, p. 7-20, 2014.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORTOLUCCI, G. G. M. Análise da aprendizagem de biologia no ensino médio através das metodologias da educação ambiental. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

BRASIL. **Lei nº 5.692**, de 11 de agosto de 1971. Disponível em www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5692.htm. Acesso em jul. de 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/linguagens02.pdf>>. Acesso em jun. de 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em jan. de 2020.

CARVALHO, A. M. P. (Org.) **O Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COLL, C. *et al.* **Os conteúdos na reforma**: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

COSTA, W. N. G. Dissertações e teses multipaper: uma breve revisão bibliográfica. Anais do Seminário Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática, v. 8, n. 1, p. 1-10, Mato Grosso, 2014.

COSTA, A. G. C. P. S.; MOTA, M. D. A. Análise de atitudes e perspectivas de estudantes do 3º ano do Ensino Médio na disciplina de Biologia em escola do município de Paripueira, Alagoas. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Científica, Natal, p. 1-8, 2019.

DRIVER, R. *et al.* Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

DUKE, N. K.; BECK, S. W. Education should consider alternative formats for the dissertation. **Educational Researcher**, Washington, v. 28, n. 3, p. 31-36, 1999.

GARNICA, A. V. M. Apresentação. *In*: SOUZA, L. A. de. Trilhas na construção de versões históricas sobre um Grupo Escolar. Tese de Doutorado em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista de Rio Claro: São Paulo, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed., São Paulo: Atlas, 2010.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

LIBÂNEO, J. C. Tendências pedagógicas na prática escolar. **Revista da Associação Nacional de Educação–ANDE**, v. 3, p. 11-19, 1983.

LUDKE, M. A.; ANDRÉ, M. E. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

LUZURIAGA, L. **História da Educação e da Pedagogia**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1995.

MAUCH, J.; PARK, N. **Guide to the successful thesis and dissertation: A handbook for students and faculty**. CRC Press, 2003. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt->

BR&lr=&id=G0xZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Guide+to+the+successful+thesis+and+dissertation:+&ots=hGZDVsxWjL&sig=4n7gJiiBxKCLkT5ADZ6PSVBJ07Q#v=onepage&q=Guide%20to%20the%20successful%20thesis%20and%20dissertation%3A&f=false.
Acesso em: out. de 2020.

MINAYO, M. C. de S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. **In:** MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Editora Vozes, p. 9-29, 1994.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU. 1999.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe., p. 115-138, 2015.

NOVAK, J. D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. **Science Education**, v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.

PALMA-FILHO, J. C. A educação brasileira no período de 1930 a 1960: a Era Vargas. Universidade Estadual Paulista. **Caderno de Formação de Professores Educação, Cultura e Desenvolvimento**, São Paulo: UNIVESP, v. 1, p. 85-103, 2010.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROSA, M. G. de. **A história da educação através dos textos**. São Paulo: Editora Cultrix, 1971.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe., p. 49-67, 2015.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe., p. 97-114, 2015.

VIGARIO, A. F.; CICILLINI, G. A. Os saberes e a trama do ensino de Biologia Celular no nível médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 1, p. 57-74, 2019.

Artigo 1 - CONCEPÇÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO VOLTADO PARA O CONTEÚDO DE MEMBRANA PLASMÁTICA

RESUMO

O Ensino de Ciências por Investigação tem se desenvolvido histórica e socialmente ao longo de décadas. A Biologia enquanto Ciência pode se apropriar de seus recursos para auxiliar na construção de conhecimento, em detrimento do ensino bancário. Por isso, esta pesquisa, recorte de uma dissertação de mestrado, traz as concepções de estudantes e graduados em Ciências Biológicas sobre esta abordagem, voltada para o conteúdo de Membrana Plasmática, com o intuito de analisar concepções de estudantes e graduados em Ciências Biológicas a respeito do Ensino de Ciências por Investigação sobre o conteúdo de Membrana Plasmática. Para isto, trabalha-se com Análise de Conteúdo e abordagem qualitativa. Como resultado, percebe-se que esta metodologia de ensino costuma ser desconsiderada como estratégia aplicável para o conteúdo de Membrana Plasmática, priorizando recursos expositivos de pouca ou nenhuma interação. Dessa forma, é importante a divulgação científica de materiais didáticos sobre o ensino de Ciências, a fim de desvincular a percepção pautada na memorização e aproximar pesquisas acadêmicas com a Educação Básica.

Palavras-chave: Sequência de Ensino Investigativa. Ensino de Biologia Celular. Ciências Biológicas.

1.1 Introdução

Atualmente, o acesso às informações em diversos meios, sejam eles digitais ou físicos, tem exigido muito mais da sala de aula. É preciso, pois, ir além do trabalho com conceitos e ideias científicas. Faz-se necessário levar aos estudantes meios que possibilitem a sua própria construção de conhecimento, inclusive conhecimento sobre a cultura da Ciência (CARVALHO, 2011). Embora os processos de ensino e de aprendizagem em Biologia tenham um longo percurso de mudanças e avanços ao longo da história da Educação, influenciados pelos contextos político, econômico, social e cultural (KRASILCHIK, 2008), ainda há muitas dificuldades que tem levado a falta de interesse e caracterização desta área como conteudista, de conhecimento pronto e acabado (MOTOKANE, 2015).

Entretanto, a natureza da Biologia compreende um caráter investigativo e constrói conhecimento a partir de questionamentos. Porém, diversos fatores culminam para o esvaziamento do teor científico e ausência de familiarização com seus métodos nas aulas de Ciências, como curtos prazos para ensinar determinados objetos de conhecimento e preparação para avaliações, ingresso em universidades ou exames nacionais. Diante disto, esta pesquisa surge a partir de inquietações voltadas para o ensino de Biologia Celular e Molecular na Educação Básica e Ensino Superior, dada a necessidade de mitigar as dificuldades de

aprendizagem nesta área. Este objeto de conhecimento mostra-se complexo, o que desempenha dificuldade também para os professores (PETROVICH *et al.*, 2014).

Além disso, esta área passa a ser fundamental para a compreensão de vários processos orgânicos essenciais à vida (FOGAÇA, 2006). Mais especificamente, diversos mecanismos morfofisiológicos como absorção de nutrientes e cosméticos, produção de suor, reações a estímulos ocorrem por meio da Membrana Plasmática, uma das estruturas estudadas na área em destaque. Ao pensar desta forma, objetivou-se analisar as concepções de estudantes e graduados em Ciências Biológicas a respeito do Ensino de Ciências por Investigação voltado para o conteúdo de Membrana Plasmática.

Para isso, efetua-se Análise de Conteúdo a partir de questões subjetivas para o público pesquisado. Isto porque se considera que compreender a percepção pelos participantes do ensino e da aprendizagem de Biologia, sobretudo voltado para o conteúdo de Membrana Plasmática, permite identificar relações entre a prática docente e a utilização do Ensino de Ciências por Investigação, o que aproxima a pesquisa acadêmica da Educação Básica.

Ademais, a ocorrência das dificuldades em obter uma boa aprendizagem em Biologia Celular e Molecular afeta o desenvolvimento da autonomia e compreensão de conceitos que possibilitam e favorecem o desenvolvimento humano, no que compete ao seu pertencimento social, interpretação do mundo em sua volta e capacidade de tomada de decisão consciente. Também se relaciona à baixa qualidade do ensino, desmotivação e falta de interesse por parte dos estudantes (FOGAÇA, 2006; POZO; CRESPO, 2009; RAIMUNDO, 2017).

Já que “a educação científica, em particular, deve permitir que o cidadão analise situações cotidianas, compreenda problemas e desafios socioeconômicos e ambientais e tome decisões considerando conhecimentos técnico-científicos” (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 99), percebe-se no ensino de Ciências por Investigação caminhos para a mudança da postura docente a partir da reflexão e atualização de sua prática, bem como auxílio no processo de construção de conhecimento dos aprendizes. Por isso, torna-se importante a sua aproximação com a sala de aula da Educação Básica.

1.2 Referencial Teórico

O Ensino de Ciências por Investigação está longe de ser uma abordagem recente, mas muito pelo contrário, a natureza da Ciência consiste na busca por respostas. Embora seu estabelecimento como Ciência autônoma ocorra apenas no início do século XX, a origem da

Biologia remonta à Antiguidade Clássica, quando filósofos gregos encaravam fenômenos biológicos sob perspectivas da Medicina e da História Natural (SCARPA; SILVA, 2013).

Vale ressaltar que os estudos sobre o Ensino de Ciências por Investigação vão além de observações, investigações ou induções, pois buscam um ensino reflexivo de discussões que transcendam o objeto de conhecimento em si, em detrimento do ensino pautado na transmissão de conteúdo. Este processo foi construído social e historicamente há décadas (MUNFORD; LIMA, 2007).

Mas também a investigação é inerente às atividades que atendem à curiosidade humana (DEBOER, 2006). O primeiro registro em sala de aula aconteceu em 1891 com o professor de Química, H. R. Armstrong, que já utilizava de experimentações em aplicação na sala de aula, utilizando da natureza da Ciência para construção do conhecimento científico no ensino de Ciências (FURIÓ, 2001 *apud* VIEIRA, 2012).

Após a implantação da disciplina de Ciências no currículo de vários países, em meados do século XIX, a investigação passa a ser utilizada nas aulas de laboratório, diferenciando-a da disciplina de Matemática e Gramática, fugindo do padrão de inferências lógicas, abrindo espaço para a lógica indutiva, inicialmente orientada pela observação empírica (DEBOER, 2006; KRASILCHIK, 2008).

A partir daí o ensino de Ciências e o método investigativo recebem apoio de diversos estudiosos. “O biólogo britânico Thomas Huxley (1825-1895), um dos principais defensores da disciplina de Ciências no currículo escolar, justificava sua introdução como a oportunidade de desenvolver a parte intelectual do indivíduo” (LIMA, 2015, p. 29), e a Ciência ganha atenção como disciplina. Conforme comentário de Herbert Spencer (1820-1903), o laboratório alcança espaço propício para desenvolver contato entre estudantes e fenômenos naturais, a partir dos quais são extraídas conclusões perante suas próprias observações. Johann Friedrich Herbart (1776-1841) observa potencial nas conversas informais entre professor e aprendiz, bem como conclusões a partir de observações (DEBOER, 2006).

Anos mais tarde, John Dewey (1859-1902) utiliza o Ensino de Ciências por Investigação, baseado em observações e no raciocínio indutivo. Posteriormente, no século XX, por meio de divulgação de livros e outros movimentos se opõe ao ensino de Ciências bancário e pouco reflexivo, que dificulta a compreensão de Ciências como método promotor da transformação de pensamento, formando cidadão consciente, ativo na sociedade (RODRIGUES; BORGES, 2008; TRÓPIA, 2011). O contexto da época passa a ser um momento de desenvolvimento econômico, pautado nos interesses capitalistas norte-americanos, que ignora os problemas sociais (TRÓPIA, 2011). Algumas sociedades ainda no século XX

buscam normatizar o uso do laboratório nas aulas de Ciências (LIMA, 2015). O Comitê da *National Society for the Study of Educacion* (NSSE), em 1932, aponta algumas questões para a utilização do laboratório nas aulas de Ciências (LIMA, 2015):

(i) o desenvolvimento de técnicas simples de laboratório; (ii) o estabelecimento dos princípios já aceitos pela comunidade científica; (iii) a familiaridade com os objetos da ciência; (iv) o melhor entendimento de processos científicos para a resolução de problemas; (v) o treinamento em métodos científicos; (vi) a oferta de formação científica na solução de problemas pelos alunos; (vii) o estudo de problemas científicos apresentados pelos próprios alunos (LIMA, 2015, p. 31).

Os avanços e adaptações aos acontecimentos da época possibilitam que nos anos finais da década de 1950 a *National Science Foundation* (NSF) financie os projetos de currículo: *Physical Science Study Curriculum* (PSSC) na Física; *Chemical Bond Approach* (CBA) na Química; *Biological Science Curriculum Study* (BSCS) na Biologia; e *Science Mathematics Study Group* (SMSG) na Matemática. Há destaque em pensar como cientista e o desenvolvimento de habilidades relacionadas aos processos científicos, como observação, classificação, inferência, controle de variáveis (BARROW, 2006).

Na década de 1970, sob a ideia de Educação no sentido mais amplo e funcional da Ciência ocorre a proposta do termo Alfabetização Científica (*Science Literacy*), sendo representado em programas de Educação Ambiental, Educação de Valores e no movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (DEBOER, 2006).

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) e a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC) tornam-se demasiadamente ativos nas reformas curriculares nas décadas de 1950 a 1970. Promulga-se a Lei nº 5.692/1961, primeira versão, e posteriormente a Lei nº 5.692/1971, segunda versão da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), que traz profundas alterações no sistema escolar, quando o Ministério da Educação e Cultura lança em 1972 o Projeto Nacional para a melhoria do Ensino de Ciências, sob a responsabilidade do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN). O PREMEN passa a ser mais um programa especializado na produção de materiais didáticos e no desenvolvimento de projetos, cuja ênfase está no ensino experimental (BARRA; LORENZ, 1986).

São identificadas pelo documento *Inquiry and the National Science Education Standards* cinco características imprescindíveis às atividades de investigação desenvolvidas em sala de aula, independentemente do nível de ensino (BYBEE, 2006; MUNFORD; LIMA, 2007):

i) o aluno se envolve em questões científicas orientadas,

- ii) o aluno dá prioridade às evidências coletadas para responder às questões,
- iii) o aluno usa as evidências para responder à questão,
- iv) o aluno estabelece conexão entre a explicação e o conhecimento científico e,
- v) o aluno comunica e justifica a explicação.

Portanto, torna-se interessante que o professor contemple nas atividades planejadas cada uma das características mencionadas, apesar de nem sempre ser possível incluir todas (MUNFORD; LIMA, 2007). De acordo com as ideias do *NSES*, a investigação em sala de aula pode promover certas ações e atitudes (Quadro 1) (HARLEN, 2004 *apud* LIMA, 2015, p. 39).

Quadro 1 - Ações do professor e dos estudantes em uma investigação.

Ações do professor	Ações dos estudantes
Proporcionar experiências, materiais, fontes de informações para os alunos usarem diretamente.	Engajar-se na exploração de materiais, eventos e objetos.
Mostrar a utilização de instrumentos ou materiais que os alunos necessitam em suas investigações.	Trabalhar em grupos colaborativos, partilhar ideias e construir a compreensão em conjunto.
Realizar perguntas que provoquem e permitam saber o que os alunos estão explicando sobre seus achados.	Levantar questões e considerar como as respostas podem ser encontradas através de investigação.
Envolver os alunos em sugestões de como testar suas ideias ou responder às suas perguntas através de investigação ou encontrando informações em fontes secundárias.	Propor possíveis explicações para as observações.
Sempre que necessário, ajudar os alunos com o planejamento, para que as ideias sejam razoavelmente testadas.	Sugerir como as ideias por trás de possíveis explicações podem ser testadas, ou as questões respondidas, através de uma investigação ativa.
Ouvir as ideias dos alunos e levá-las a sério.	Planejar e executar investigações, fazer observações e medições conforme o caso, ou usar outras formas de recolher provas, para testar ideias.
Fazer questões que incentivem os alunos a pensar em como explicar o que eles encontraram.	Manter notas e registro de resultados de maneira adequada.
Promover oportunidades para a aprendizagem colaborativa e conversa dialógica.	Relacionar os resultados às ideias que estão sendo testadas ou à questão abordada, na tentativa de explicar os resultados.
Apoiar as ideias alternativas que podem explicar a evidência de suas investigações.	Comunicar o que fizeram; ouvir e compartilhar ideias com os outros.
Coletar informações, por meio de observação, questionamento e interação, sobre o desenvolvimento de habilidades e ideias dos alunos.	Refletir sobre o processo de investigação e sobre qualquer mudança de ideias.

Fonte: Harlen, 2004 *apud* Lima, 2015, p. 39.

Vários grupos de pesquisa no mundo vêm estudando o Ensino de Ciências por Investigação em uma diversidade de abordagens didáticas. Todavia, neste estudo destaca-se a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), desenvolvida no Brasil. Esta perspectiva investigativa, assim como o Ensino de Ciências por Investigação, de modo geral, segue uma tendência pedagógica construtivista. Foi desenvolvida pelo Laboratório de Pesquisa em Ensino

de Física da Universidade de São Paulo (Lapef/USP) e tem sido um recurso bastante utilizado em diversas áreas do ensino.

No entanto, há de se mencionar que existem diferentes vertentes de construtivismo que se caracterizam e atuam de diferentes maneiras (MORAES, 2003). Entretanto, Lima (2015) estabelece relações entre os tipos de construtivismo referentes às obras de Piaget (1973); Ausubel, Novak, Hanesian (1980) e Vygotsky (1988), bem como de pesquisadores e educadores ao longo desses anos. Portanto, a partir do construtivismo, têm-se três tipos de visões: (i) a aprendizagem é um empreendimento individual; (ii) só é possível aprender com os outros e (iii) com os outros se aprende melhor (MORAES, 2003 *apud* LIMA, 2015).

O primeiro tipo de visão refere-se aos estudos cognitivistas, tais como os de Piaget; Ausubel, Novak, Hanesian (MORAES, 2003 *apud* LIMA, 2015). Neste aspecto, Carvalho (2013) se apropria de alguns aspectos para o ensino de Ciências nas pesquisas de Piaget para fundamentar a implementação da SEI, no que diz respeito a:

Importância de um problema para início da construção do conhecimento [...] um novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior [...] passagem da ação manipulativa à ação intelectual na construção do conhecimento [...] a importância do erro na construção de novos conhecimentos (CARVALHO, 2013, p. 2-3).

O segundo tipo de visão se opõe demasiadamente ao primeiro e se aproxima dos estudos de Vygotsky, destacando a aprendizagem a partir do social, da cultura e da linguagem (LIMA, 2015). Carvalho (2013) se apropria de alguns princípios da Teoria da Aprendizagem de Vygotsky: “as mais elevadas funções do indivíduo emergem de processos sociais [...] processos sociais e psicológicos humanos se firmam por meio de ferramentas, ou artefatos culturais, que medeiam a interação entre os indivíduos e entre esses e o mundo físico” (CARVALHO, 2013, p. 3-4).

O terceiro tipo de visão construtivista trata do equilíbrio entre as duas posições anteriores (LIMA, 2015). Deste modo, os estudos de Carvalho (2013) relacionam-se também a este, já que a depender de cada etapa passa a ser explorada a aprendizagem individual ou coletiva (LIMA, 2015).

Embora haja a diversidade entre as diferentes abordagens construtivistas, são considerados dois aspectos fundamentais compartilhados por esta Teoria da Aprendizagem: o papel ativo desempenhado pelo estudante para a construção do conhecimento e a importância de experiências anteriores para a aprendizagem (MORTIMER, 1996).

Diante disto, a SEI, como uma abordagem construtivista, resgata alguns aspectos pertinentes para a aprendizagem, como foi colocado diante das apropriações feitas por Carvalho

(2013) mencionadas anteriormente. Deve-se deixar claro, no entanto, o antagonismo evidente entre as teorias de Piaget e Vygotsky, que apresentam bases epistemológicas distintas. As questões referentes às três visões construtivistas levadas em conta e apropriadas por Carvalho (2013) auxiliam na construção de uma abordagem didática com a capacidade de ultrapassar o ensino conteudista, voltado para o compromisso exclusivo com construto científico, disseminando a cultura científica e ensinando aos estudantes como construir conhecimento (CARVALHO, 2011).

Assim, a SEI apresenta etapas flexíveis a serem desenvolvidas, e são elas: (i) problema inicial – proposta investigativa reflexiva a partir de material experimental (manipulativo ou demonstrativo) ou teórico; (ii) resolução do problema – levantamento de hipóteses, análise de variáveis e testes de hipóteses; (iii) sistematização – organização do conhecimento que pode ser acrescido de contextualização a partir de textos, vídeos e reportagens; (iv) avaliação – momento individual de perceber se os estudantes estão aprendendo (CARVALHO, 2013).

Trata-se, portanto, de uma sequência de aulas que aborda um tópico pré-determinado em que deve ser planejada toda atividade, tanto referente ao material quanto às interações didáticas, a fim de promover condições do professor identificar os conhecimentos prévios para auxiliar o aprendiz na construção dos novos, construindo suas próprias ideias e desenvolvendo a capacidade de discuti-las com seus colegas e professor, “passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores” (CARVALHO, 2013, p. 9).

A SEI inicialmente construída para atender as demandas do ensino de Física, também tem sido utilizada em outras áreas de ensino, como a Biologia. Embora tenha uma natureza distinta da Física e uma linguagem própria, devido a flexibilidade da SEI e a seu desenvolvimento histórico, carrega a necessidade da curiosidade, observação, reflexão e investigação, fatores que têm encontrado êxito nesta união (CARVALHO, 2013).

Conhecidamente, o termo Biologia significa estudo da vida. Entretanto, o termo vida desempenha vários significados conforme a visão a qual é submetido, a depender da perspectiva filosófica, religiosa, ou biológica, por exemplo. Para a Biologia, são traçadas algumas características gerais dos seres vivos. Assim, são estabelecidos critérios para caracterizar algo como ser vivo, como vida. Entre as características necessárias para ser classificado como um organismo vivo está a Teoria Celular formulada pelo fisiologista alemão Teodor Schwann (1810-1882) e pelo botânico alemão Mathias Schleiden (1804-1881). Esta teoria afirma que todo ser vivo tem em sua composição uma unidade básica e funcional, a célula, que somente origina-se a partir de outra célula já preexistente (COOPER; HAUSMAN, 2016).

A Biologia Celular e Molecular (BCM) possui como base a Teoria Celular, e é a área das Ciências Biológicas a qual se destina ao estudo das células e suas estruturas, que interagem entre si, para realizarem processos fisiológicos importantes no bom funcionamento de um organismo. Essa Ciência é contemplada com uma disciplina do currículo básico nos cursos de Ciências Biológicas pelo Conselho Nacional de Educação, no Parecer CNE/CES 1.301/2001 (BRASIL, 2001). Este objeto de conhecimento é essencial para a compreensão de processos mais complexos que acontecem nos seres vivos. Ademais, existe uma diversidade imensa de formas e composição celular. Todavia, todas elas apresentam uma estrutura fundamental para a sua existência, a Membrana Plasmática, como Alberts *et al.* (2017) mencionam abaixo.

[...] uma fina película de moléculas de lipídios e proteínas unidas principalmente por interações não covalentes. As membranas celulares são estruturas dinâmicas, fluidas e a maioria de suas moléculas move-se no plano da membrana. As moléculas lipídicas são organizadas como uma camada dupla contínua de cerca de 5 nanômetros de espessura. Esta bicamada lipídica proporciona a estrutura fluida básica da membrana e atua como uma barreira relativamente impermeável à passagem da maioria das moléculas solúveis em água. As moléculas proteicas que atravessam a bicamada lipídica medeiam quase todas as funções da membrana, por exemplo, transportando moléculas específicas através dela (ALBERTS *et al.*, 2017, p. 617).

Apesar de ser um conteúdo específico, a Membrana Plasmática desempenha tantas funções integradas que permite diversas investigações, discussões e contextualização a serem levadas em consideração pelos docentes.

1.3 Aspectos Metodológicos

A coleta de dados somente ocorre após o parecer favorável da Plataforma Brasil, com número CAAE 31656320.3.0000.5013, e posterior assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos participantes. Para isto, constrói-se um questionário com 10 questões, sendo oito subjetivas, submetidas à Análise de Conteúdo (AC) conforme Bardin (2011), e duas objetivas, representadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Questões apresentadas para os participantes.

N	Questões propostas	Expectativa
1	Quais as contribuições do conteúdo de Membrana Plasmática para o meio social e científico, na sua opinião? (SUBJETIVA)	Identificação das concepções sobre a importância do conteúdo de Membrana Plasmática.
2	Quais as metodologias e/ou recursos que costuma utilizar no ensino do conteúdo de Membrana Plasmática com discentes da 1ª série do Ensino Médio? Caso não seja professor atuante dessa série, como faria se fosse? (SUBJETIVA)	Identificação das abordagens de ensino mais utilizados para o conteúdo de Membrana Plasmática.

3	Quais são as facilidades referentes ao ensino de Biologia Celular e Molecular? (SUBJETIVA)	Análise da concepção do público-alvo acerca dos aspectos do conteúdo de Biologia Celular e Molecular que tornam mais fácil o seu ensino.
4	Quais são as dificuldades referentes ao ensino de Biologia Celular e Molecular? (SUBJETIVA)	Análise da percepção do público-alvo acerca dos aspectos do conteúdo de Biologia Celular e Molecular que tornam mais difícil o seu ensino.
5	Qual a sua concepção sobre ensino de Biologia? (SUBJETIVA)	Análise da concepção de estudantes e graduados em Ciências Biológicas acerca do ensino de Biologia.
6	Qual a sua concepção sobre aprendizagem de Biologia? (SUBJETIVA)	Análise da concepção de estudantes e graduados em Ciências Biológicas acerca da aprendizagem de Biologia.
7	O que você entende por ensino de Ciências por Investigação? (SUBJETIVA)	Análise de concepções acerca da compreensão sobre ensino de Ciências por Investigação.
8	Uma publicação com uma abordagem metodológica sobre Transporte através da Membrana Plasmática seria útil para professores da Educação Básica? (OBJETIVA: () SIM ou () NÃO)	Análise da relevância de uma abordagem metodológica alternativa sobre Transporte através da Membrana Plasmática para professores da Educação Básica.
9	Você já ouviu falar da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)? (OBJETIVA: () SIM ou () NÃO)	Identificação se o público-alvo já ouviu falar sobre a SEI.
10	Explique o que entende por Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e suas implicações para o ensino de Biologia na Educação Básica. (SUBJETIVA)	Análise de concepções sobre Sequências de Ensino Investigativa e suas implicações para o ensino de Biologia na Educação Básica.

Fonte: Autora, 2020.

O questionário passa a ser aplicado de forma virtual, por meio do Google Forms, para estudantes e graduados na área de Ciências Biológicas, com um total de 15 pessoas. Os participantes, membros do Grupo de Pesquisa de Comunidades Bentônicas, enriquecem a pesquisa devido a heterogeneidade ou multiplicidade de olhar devido às suas atuações, área de estudo e até mesmo por integrar pessoas de diferentes cidades e estados. Entre os sete estudantes, apenas um cursa bacharelado, enquanto seis cursam licenciatura. Os graduados, em um total de oito, dividem-se por formação acadêmica em sete licenciados e um bacharel. As titulações envolvem cinco especialistas, quatro mestres e um doutor, havendo também quatro mestrandos. Deste grupo de pesquisados, seis atuam como professores da Educação Básica e um atuou como docente do Ensino Superior.

A Análise de Conteúdo ocorre com abordagem qualitativa, usando um ambiente natural como fonte direta de dados e o investigador constitui o instrumento principal, introduzindo-se em um contexto e procurando elucidar questões educativas. E apesar de poder envolver instrumentos tecnológicos para a suas coletas, suas concepções, percepções e interpretações conduzem aos resultados. Os dados coletados tornam-se descritivos e o interesse no processo é o foco, com importância secundária para os resultados (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A pesquisa qualitativa abrange a questão do significado e da intencionalidade como inerentes aos atos, às relações e às estruturas sociais, sendo essas últimas tomadas como construções humanas significativas (BARDIN, 2011). Portanto, a abordagem qualitativa pode ser empregada no estudo das relações, das representações, das crenças, da história, das percepções e das opiniões, produto das interpretações que os seres humanos fazem de como vivem, constroem seus artefatos e a si mesmos, sentem e pensam (FONTANELLA; RICAS; TURATO, 2008).

Destarte, a Análise de Conteúdo é um método empírico que consiste em um conjunto de técnicas de análise das comunicações (fala, textos, respostas a questões subjetivas). Desta forma, seus procedimentos sistemáticos perpassam por três etapas: 1) Pré-análise (organização) – inicia-se com uma leitura flutuante, segue para escolhas dos documentos a serem submetidos aos procedimentos analíticos, até a elaboração de índices e indicadores, e há a preparação dos materiais; 2) Exploração do Material: codificação, na qual são feitos recortes nos documentos escolhidos em Unidades de Contexto (a partir da qual deve fazer compreender a Unidade de Registro) e Unidades de Registro (menor recorte de ordem semântica, neste caso, que se liberta do texto); e a fase de categorização, que é o agrupamento em razão de caracteres comuns dos elementos sob um título geral, para isto segue critérios que podem ser semântico, sintático, léxico; 3) Tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação (BARDIN, 2011).

As categorias são organizadas em quadros, nos quais as subcategorias ou Unidades de Registro passam a ser quantificadas pelo número de vezes (N) que se repetem conforme as repostas dos participantes (P), que são categorizados em P1, P2 e assim por diante até o último participante, P15. Quanto às questões, convencionou-se usar Q1 até Q10. Cálculos percentuais são apresentados em alguns quadros, como suporte para a Análise de Conteúdo de abordagem qualitativa, com as respostas norteando os resultados (BARDIN, 2011).

As Unidades de Registro e categorias inferidas aparecem na maioria das vezes acompanhadas por recortes das respostas dos participantes (Unidade de Contexto). Desse modo, as respostas inseridas no quadro fornecem proximidade entre as classificações que acontecem, os participantes e o leitor. Por isso, passam a ser escolhidas afirmações ou recortes que contemplam uma ideia mais completa, que abrangem as demais respostas para o tópico no qual está colocada. O critério de categorização é a semântica, na qual as frases com o mesmo significado se agrupam em uma mesma categoria.

1.4 Resultados e Discussão

Posteriormente à resolução do questionário pelos participantes, a análise dos dados permite o levantamento de inferências, primeiramente sobre a importância da Membrana Plasmática, as abordagens didáticas comumente utilizadas neste conteúdo, as dificuldades e facilidades quanto ao ensino de Biologia Celular e Molecular e as concepções sobre ensino e aprendizagem de Biologia. Assim, os resultados trazem, primeiro, ideias dos participantes sobre a área de ensino abordada, para depois retomar a discussão sobre o Ensino de Ciências por Investigação, seguida pela SEI e suas contribuições para o ensino. Desse modo, a Análise de Conteúdo realizada para as seis primeiras questões (Q1 a Q6) proporciona aproximação entre as percepções gerais dos participantes sobre as questões voltadas para o ensino de Ciências, tornando possível compreender aspectos positivos e necessidades de intervenções.

A análise das respostas à questão Q1 mostra que há indicadores de conhecimento sobre as principais características e importância da Membrana Plasmática, objeto de conhecimento da Biologia Celular e Molecular, bem como a Biologia, por parte dos estudantes e graduados em Ciências Biológicas (Quadro 3). Contudo, os participantes, de modo geral, apresentam ideias, por vezes, confusas e divergentes sobre o ensino e a aprendizagem, aspectos científicos e sociais, ensino reflexivo e bancário, ao longo das questões. Eles também trazem superficialidade em suas caracterizações, o que deixa algumas concepções a desejar, se apropriando de ideias adotadas pelo senso comum, ou seja, termos e frases populares que deixam de esgotar o sentido do que está se discutindo.

Quadro 3 - Contribuições do Conteúdo de Membrana Plasmática para o meio social e científico.

Categoria	Subcategoria	Unidade de Registro	N	Unidade de Contexto
Contribuições do conteúdo de Membrana	Compreensão de aspectos cotidianos	Compreensão sobre saúde	6	“Como a membrana plástica é a principal responsável pelo que entra ou sai da célula é extremamente importante que se saiba a fundo o funcionamento da mesma, para se ter uma ideia do que é absorvido ou não, remédios que podem auxiliar no tratamento de algum enfermo e etc.” (P8)
		Compreensão de aspectos cotidianos	5	“Conhecendo as funções da membrana e seus processos é possível entender situações cotidianas.” (P13)
		Compreensão de processos naturais	1	“A descoberta e o estudo aprofundando sobre o funcionamento de estruturas importantes e compreensão de processos naturais.” (P4)
	Compreensão de conteúdos	Compreensão sobre o conteúdo	3	“Permite conhecer as substâncias que a compõe, como ocorre a entrada e saída de substâncias pela célula, a quantidade dessas substâncias, além de saber como a célula utiliza essa estrutura para a sua própria defesa.” (P12)

Plasmática para o meio social e científico	e processos complexos	Compreensão de processos complexos	1	“Ajuda a desenvolver a habilidade de compreensão dos processos vitais dos seres vivos.” (P2)
	Pertencimento social	Pertencimento social	1	“[...] trazendo a construção de conhecimento e pertencimento social e compreensão objetiva e funcional na área científica.” (P4)
	Inovações científicas	Possibilita descobertas	2	“Saber como funciona a membrana plasmática pode abrir muitas possibilidades de descobertas, já que ela é a responsável por deixar entrar e sair substâncias dentro da célula.” (P5)
	Produção de fármacos e cosméticos	Desenvolvimento de produtos farmacêuticos e cosméticos	1	“Para o meio científico são mais explícitas pra mim, fatos como o desenvolvimento da absorção de substâncias químicas cosméticas e farmacêuticas perpassam pelo entendimento do funcionamento da membrana celular.” (P1)
	Insuficiente	Importante	3	“Acho de extrema relevância, principalmente no contexto de pandemia que estamos presenciando onde um vírus está causando problemas sociais.” (P9)

Fonte: Autora, 2020.

Entretanto, dado que professor é um eterno aprendiz, precisa-se compreender a natureza da Ciência que leciona e associar o conhecimento com os problemas que o originaram e além dos aspectos gerais da cultura científica, é preciso conhecer os métodos que levaram e levam à construção de conhecimento e conhecer as interações da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), acompanhar os desenvolvimentos científicos e suas perspectivas e compreender o que a matéria significa (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2009).

As ideias apontadas pelos participantes revelam que entre as seis subcategorias criadas, a compreensão de aspectos cotidianos aparece com maior frequência. Portanto, para os pesquisados, este conteúdo tem relevância, sobretudo, para entender questões relacionadas à saúde, ao cotidiano e aos processos naturais diversos. Embora sejam elementos importantes, a maioria dos apontamentos deixa de expor significados precisos e autênticos, com exceção de dois participantes, que mencionam eventos referentes a salada de alface murcha, que ocorre devido ao processo de osmose, e a absorção de cosméticos pela pele, por exemplo.

Atualmente enfatiza-se nas reuniões e encontros de aperfeiçoamento docente questões voltadas para a relevância da contextualização e utilização de aspectos cotidianos, o que torna este resultado previsível, mas há de se fazer entender a incompatibilidade atribuída às diferenças entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico. Existe a necessidade de identificar o conteúdo no cotidiano, mas perceber os limites de suas concepções, ficar insatisfeito e assumir o modelo mais convincente da Ciência (POZO; CRESPO, 2009). O cotidiano pode ser um ponto

de partida para a construção de conhecimento, desde que tenha um potencial provocativo suficientemente relevante para o aprendiz.

De fato, as características, composição bioquímica e funções da Membrana Plasmática tornam essa estrutura extremamente importante para a vida. Basta dizer que somente quando se estrutura um envoltório primitivo, micela (primórdio de membrana plasmática), que começam a se originar as estruturas que dão origem às primeiras células, os coacervados (ALBERTS *et al.*, 2017). Todavia, estas informações, tais quais as mencionadas pelos participantes, promovem uma atração científica, mas nem sempre pedagógica. Deste modo, ainda que os professores e estudantes tenham identificado a importância para o contexto científico e social do tema abordado, esta relevância pode ser desinteressante para os estudantes, até porque independe do docente, mas do aprendiz, algo idiossincrático (MOREIRA, 1999; NOVAK, 2002).

É preciso, então, transcender o conteúdo para uma abordagem mais complexa, que tenha potencial em motivar os estudantes, dar lugar a uma visão do todo, em detrimento da fragmentação (MORIN, 2006). Relacionar a importância da alimentação saudável com a Membrana Plasmática, por exemplo, é facilmente aplicável e relevante, diferente da tentativa de motivação com finalidade em avaliações. Afinal, ensinar a pescar envolve outras finalidades além desta em si e há diversas outras habilidades sendo desenvolvidas ao mesmo tempo (CLAXTON, 1984 *apud* POZO; CRESPO, 2009).

Ademais, aparece a compreensão de conteúdos e processos complexos, priorizando o entendimento sobre o envoltório celular em si. Inovações científicas e desenvolvimento de fármacos e cosméticos também são mencionados, o que traz questões voltadas para a tecnologia e meio científico, que conseqüentemente retoma as contribuições à sociedade. Por isso, a subcategoria “Pertencimento Social” que aparece somente uma vez, ganha maior significado, pois interpretar o meio científico, tecnológico e social em um aspecto que possibilita a tomada de consciência, faz de uma pessoa um cidadão apto a tomadas de decisão fundamentadas, se inserindo na sociedade de forma ativa.

Vale ressaltar, que nem todos os participantes conseguem expressar as contribuições do conteúdo de Membrana Plasmática, apesar de reconhecer sua importância, integrando a subcategoria insuficiente. Considerando que os participantes deste estudo estão inseridos em pesquisas em meio acadêmico, já que fazem parte de um grupo de pesquisa, a maioria com ênfase em ensino, percebe-se a possibilidade de haver deficiências ainda maiores com professores da Educação Básica. Isto porque, a maioria dos docentes da Educação Básica sem

formação continuada tem maiores dificuldades em inovar e acabam por reproduzir os métodos de ensino tradicionais.

As respostas à questão Q2 (Quadro 4) representam a diversidade de recursos com que a Membrana Plasmática pode ser abordada em sala de aula. Nota-se que os graduados apresentam maior criatividade e repertório, talvez porque muitos deles são professores, algo esperado.

Quadro 4 - Métodos/recursos utilizados no ensino do conteúdo de Membrana Plasmática para o Ensino Médio.

R	Métodos/Recursos	Estudante	Graduado	%
1	Analogias	1	-	2,3
2	Aplicativos	2	-	4,5
3	Aula expositiva	1	3	9,1
4	Dinâmicas	2	1	6,8
5	Fluxograma	3	-	6,8
6	Jogos	-	1	2,3
7	Livro/texto	1	3	9,1
8	Microscópio	1	1	4,5
9	Modelo Didático	3	7	22,7
10	Paródia	1	-	2,3
11	Diapositivos	1	4	11,4
12	Vídeos/Animações	1	7	18,2
	Total	17 (38%)	27 (62%)	100

Fonte: Autora, 2020.

Por ser conhecido como tema conteudista e abstrato (MENDES, 2010) ou mesmo “objetos sem atributos observáveis diretamente (OSAOD)” (FOGAÇA, 2006, p. 10), é justificável que apareça com maior frequência o modelo didático como recurso mais utilizado, com 22,7% dos 12 recursos mencionados, seguido por vídeos ou animação, com 18,2% de frequência. De fato, a compreensão pela visualização das estruturas e processos são facilitados a partir destes métodos, que proporcionam uma base na estrutura cognitiva para auxiliar na construção do conhecimento, podendo ser considerados como organizadores prévios, uma introdução para a compreensão de algo mais complexo, novo, a ser estruturado (MOREIRA, 1999; AUSUBEL, 1978).

Os diapositivos (11,4%), aula expositiva (9,1%) e livro/texto (9,1%) também são bastante utilizados. Cada um desempenha funções importantes para auxílio nos processos de ensino e de aprendizagem, embora o uso exclusivo deles seja limitado, pois a sala de aula oferece meios de interação que devem transcender ao uso desses recursos. Por outro lado, os

livros didáticos e textos utilizados, em sala de aula são primordiais para qualquer disciplina já que a leitura está ligada ao desenvolvimento do pensamento, relacionado a cognição (SANTOS; SUEHIRO; OLIVEIRA, 2004; SEDANO, 2013).

Os diapositivos podem trazer, em uma sequência lógica, imagens com potencial em promover a construção do conhecimento. Aulas expositivas podem utilizar de discussões e interação fundamental para motivação e compreensão do assunto, assim como o livro ou texto trazem recursos didáticos na forma de imagens ou linguagens que favorecem a aprendizagem. No entanto, o cuidado e o uso devido das metodologias devem ser levados em conta para evitar que se tornem mera deposição de informações, retomando à pedagogia tradicional pautada no ensino bancário (LIBÂNEO, 1983).

As informações, metodologias de ensino e recursos estão disponíveis para adaptação e aplicação em sala de aula ou fora dela, mas há de se ter ousadia, criatividade e estudos para reconhecer a natureza da Ciência, as habilidades e competências a serem desenvolvidas a partir de cada objeto de conhecimento, e, principalmente, perante as necessidades dos estudantes. Além da complexidade de conceitos, a forma como a Biologia Celular e Molecular é exposta aos discentes pode dificultar a aprendizagem das estruturas e o entendimento a respeito do funcionamento básico dos seres vivos (PEDRANCINI *et al.*, 2007 *apud* FERNANDES, 2018).

Quanto aos aspectos voltados ao ensino de Biologia Celular e Molecular, Q3 e Q4 (Quadro 5), de modo geral, as facilidades de ensino estão relacionadas com maior frequência a diversidade de recursos metodológicos e as curiosidades dos estudantes. Dessa forma, o professor deve instigar essa curiosidade, que parece ser muito útil para a construção de conhecimento e motivação do estudante (POZO; CRESPO, 2009). Além disso, as metodologias, em sua variedade, são flexíveis e podem atender a diferentes necessidades de aprendizagem.

Quadro 5 - Aspectos voltados ao ensino de Biologia Celular e Molecular.

Categorias	Unidade de Registro	N	Unidade de Contexto
Aspectos voltados às facilidades quanto ao ensino de Biologia	Diversidade de Recursos Metodológicos	8	“A grande gama de assuntos dá ao professor uma grande variedade de formas de ensino. Como jogos, maquetes, desenhos e outras formas.” (P5)
	Cobrança em Vestibulares	1	“Pode ser encontrado em todo e qualquer livro texto de ensino médio, e devido à vestibulares os alunos têm maior interesse pelo assunto.” (P6)
	Curiosidades dos estudantes	6	“O mistério e a curiosidade que se pode despertar , fazendo relação com a contexto de vida do aluno, permite certa facilidade em ensinar sobre esses conteúdos.” (P3)

Celular e Molecular	Dificuldade de reconhecer facilidades	2	“Não acho que há facilidades em si. Apesar de eu gostar de trabalhar o conteúdo acho ele fácil de ser exposto, mas ser ensinado, no sentido de fazer os estudantes aprenderem, acho complicado.” (P1)
Aspectos voltados às dificuldades quanto ao ensino de Biologia Celular e Molecular	Complexidade	8	“Imagino que a complexidade dos processos e o entendimento de localização e funcionalidade da célula.” (P11)
	Estereótipo do objeto de conhecimento (“temida”)	1	“Acho que a maior dificuldade, é que os alunos já estão acostumados com a ideia de que é uma matéria bem difícil e com alto índice de reprovação (pelo menos na faculdade, bcm é uma matéria temida pela maioria). Uma vez que essa ideia já está firmada na cabeça das pessoas, fica bem difícil mostrar o contrário e a maioria das pessoas acaba odiando a matéria.” (P6)
	Conteúdo abstrato	4	“As dificuldades estão relacionadas ao fato de que a Biologia Celular e Molecular empregarem conceitos bastante abstratos e trabalharem com aspectos microscópios.” (P7)
	Insuficiência do uso de recurso didático	4	“A deficiência em relação ao laboratório de ciências que muitas escolas enfrentam, com poucos ou a ausência de microscópios ou outros materiais necessários para este ensino.” (P12)
	Formação docente insuficiente	1	“Pouca formação do docente nesta disciplina considero a principal.” (P9)
	Ensino pautado na Memorização	1	“Ensino pautado na memorização.” (P14)
	Imaturidade cognitiva	1	“A necessidade de abstração e compreensão de dinâmicas químicas, em especial no ensino médio onde atuo. Os estudantes não dominam conceitos como "moléculas" ou "átomos", isso me faz voltar etapas para poder prosseguir, o que compromete a quantidade e a qualidade da informação que passo a respeito do tema. Muitos deles não conseguem discernir entre "célula" ou "molécula." (P1)
	Falta de interesse	1	“Uma vez que essa ideia [alto índice de reprovação] já está firmada na cabeça das pessoas, fica bem difícil mostrar o contrário e a maioria das pessoas acaba odiando a matéria.” (P6)
	Defasagem de conteúdo	1	“Acho que a fragilidade de conceitos prévios necessários é uma das grandes dificuldades, junto do alto grau de abstração.” (P1)

Fonte: Autora, 2020.

Outro aspecto que parece tornar mais fácil o ensino de BCM são as cobranças deste tema nos exames para ingresso no Ensino Superior, o que provoca uma motivação extrínseca, que para a aprendizagem é relevante apenas por um determinado prazo e tem uma razão de ser que dificilmente estabelece relações significativas com a estrutura cognitiva, como é o caso da motivação intrínseca (POZO; CRESPO, 2009). Além disso, as avaliações têm levado os estudantes a perderem a capacidade de aprendizagem por descoberta e a favorecer o processo de aprendizagem mecânica, pautada na memorização, em que novas informações são aprendidas de forma arbitrária ao que o aprendiz já sabe (MOREIRA, 1999; NOVAK, 2002).

Tamanha é a dificuldade em ensinar BCM, que dois dos participantes sequer conseguiram identificar facilidades. E a categoria de dificuldades alcança mais que o dobro da quantidade de Unidades de Registro que as facilidades. As dificuldades apontadas pelos

participantes vão de encontro aos resultados de diversas pesquisas de diferentes estudiosos. Nota-se que os inconvenientes ao ensino de BCM está relacionado às características próprias da área de conhecimento (conteúdo abstrato e complexo), ao aprendiz (sentimento negativo pelo objeto de conhecimento, falta de interesse, imaturidade cognitiva e defasagem de conteúdo), mas também ao professor (ensino pautado na memorização, formação deficiente, insuficiência de recurso pedagógico).

Ao mencionar a insuficiência de recurso pedagógico, em oposição a diversidade apontada pelos participantes, essa insuficiência representa que por falta de pesquisa ou de divulgação os métodos deixam de alcançar a todos da área. Além disso, as dificuldades indicam a necessidade de intervir com metodologias alternativas, que possibilitem a mitigação das dificuldades de ensino e aprendizagem.

No que diz respeito ao ensino de Biologia, as concepções dos participantes (Quadro 6) ora se voltam para o ensino no sentido de “transmissão de conteúdo”, ora se voltam para questões construtivistas, “dependente de relações intrapessoais e interpessoais”, e cognitivistas, “desenvolvimento humano”, como também se relacionam ao contexto e aos recursos pedagógicos.

Quadro 6 - Concepções sobre o ensino de Biologia.

Categoria	Subcategorias	N	Unidade de Registro
Concepção sobre Ensino de Biologia	Transmissão de conteúdo	4	Pautado na aprovação à vestibulares
			“Transmissão de conhecimento”
			Ensino sobre a vida, relação entre a natureza e os seres vivos
			“Treinar” Professores
	Desenvolvimento humano	3	Desenvolvimento de pensamento crítico (compreensão de processos)
			Desenvolvimento da argumentação
			Oposição à transmissão bancária de conteúdo
	Dependente de recursos pedagógicos	5	Necessidade de recurso didático
			Desenvolvimento de métodos de ensino
			Livro didático deficiente
			Remete ao uso de situações-problema e investigação
			Necessita de infraestrutura adequada (laboratório de Ciências)
	Dependente de relações intrapessoais e interpessoais na sala de aula	4	Dependente de boas relações entre professor-disciplina-estudante
			Relacionado à realização profissional do professor
			Instrumento que possibilita pertencimento social
			Formação de cidadão autônomo e ativo na sociedade
	Dependente de contexto	6	Pautado nos processos históricos, sociais, econômicos e epistemológicos.
			Dinâmico
			Deficiente em escolas públicas
			Ainda insatisfatório

			Abstrato
			Importante

Fonte: Autora, 2020.

Do ponto de vista construtivista, o novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior, conforme os estudos de Piaget (CARVALHO, 2013). Investigações específicas relacionadas aos aspectos de ensino e aprendizagem de Ciências, sobre a aprendizagem dos conceitos, a resolução de problemas, o trabalho experimental ou as atitudes em relação à Ciência surgem com objetivo de produzir novas propostas para suprir os resultados desfavoráveis de aprendizagem (CACHAPUZ *et al.*, 2011). O modelo de ensino que consiste na transformação de concepções de estudantes em conceitos científicos, conhecido como modelo conceitual, ocorre em dois momentos: explicitação das concepções e a reestruturação. Este último, prevê a insatisfação cognitiva com o conteúdo existente e se prepara para modificações em conceitos científicos. Para tanto, as concepções alternativas são essenciais para que o objetivo da Educação Científica aconteça (GIL-PÉREZ, 1993).

Contudo, observa-se que ao perguntar aos professores de Ciências ou estudantes sobre o que deveriam conhecer (“saber” ou “saber fazer”) para poder desempenhar a tarefa e abordar adequadamente os problemas que a área de ensino nos propõe as respostas são geralmente muito pobres e isentam a maioria dos conhecimentos que a pesquisa destaca atualmente como fundamental (GIL-PÉREZ, 1991). Isto é justificado pela visão simplista sobre o ensino, para a qual acredita-se que basta um conhecimento aprofundado sobre o objeto de conhecimento, somada a pouca familiaridade dos profissionais docentes com as contribuições da pesquisa e inovação didática (FURIÓ; GIL-PÉREZ, 1989; DUMAS-CARRÉ; FURIÓ; GARRETT, 1990).

A formação docente se baseia na concepção errônea de transmissão de conhecimento, sendo importante orientações para a transformação de suas concepções iniciais (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2009). Desse modo, “pode-se chegar à conclusão de que nós, professores de Ciências, não só carecemos de uma formação adequada, mas não somos sequer conscientes das nossas insuficiências” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2009, p. 14).

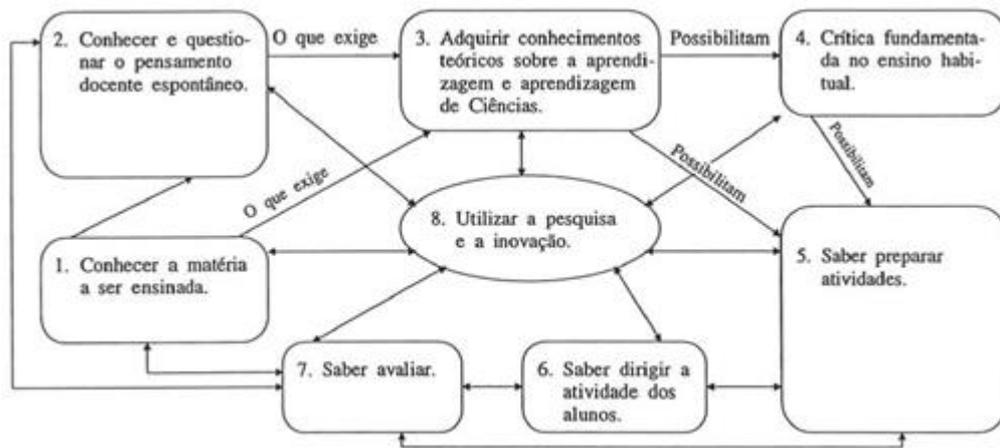
As demais subcategorias (Quadro 6) remontam a questões relevantes para o ensino de Biologia, mas aparecem de forma restrita a aspectos específicos em cada fala, que nem sempre são aspectos centrais do ensino, havendo necessidade de expandir a compreensão sobre aspectos da Educação.

O ensino de Biologia, portanto é importante tanto para auxiliar o desenvolvimento de futuros cientistas, como para a formação de cidadãos suscetíveis de participar na tomada

fundamentada de decisões em torno de problemas sócio científicos e sócio tecnológicos que são cada vez mais complexos (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2009).

Esta proposta ilustrada na Figura 1, com base na aprendizagem como construção de conhecimento com características de pesquisa científica, tem sido construída pelos autores referidos a partir da necessidade de transformar o pensamento espontâneo do professor. Deste modo, é importante que sejam propiciados meios pelos quais estudantes e graduados de Ciências Biológicas possam acompanhar o andamento da Pesquisa Educacional referente ao ensino e aprendizagem. Visto que, apesar de tantos avanços no ensino, a visão errônea sobre a “transmissão de conhecimento” ainda se vale até mesmo entre os acadêmicos, membros de grupo de pesquisa, quiçá entre professores em jornadas afastadas do meio acadêmico.

Figura 1 - O que deverão "saber" e "saber fazer" os professores de Ciências.



Fonte: Carvalho; Gil-Pérez, 2009, p. 19.

Por muito tempo o processo de ensino e de aprendizagem tem sido mencionado como um processo único, o que carrega estigmas ainda nos dias atuais. Quando são mencionadas questões sobre o desenvolvimento humano referente às concepções sobre ensino é entendido que estas são as contribuições aferidas a partir do ensino, mas se efetiva somente no processo de aprendizagem.

A aprendizagem é um processo complexo e intrínseco dependente da assimilação de novas informações, àquelas previamente apreendidas (MOREIRA, 1999; NOVAK, 2002). De acordo com as concepções dos participantes da pesquisa (Quadro 7), a aprendizagem está ligada ao objeto de conhecimento, aos aspectos sociais e aos processos cognitivos, sendo, portanto, bem representada em sua amplitude de aspectos.

Quadro 7 - Concepções sobre aprendizagem de Biologia.

Categorias	Subcategorias	Unidade de Registro	N	Unidade de Contexto
Concepção sobre Aprendizagem de Biologia	Indeterminado	Não sabe	2	“Não sei responder.” (P15)
	Aspectos sociais	Desenvolvimento humano em aspectos científico e social	2	“Proporcionar aos alunos o contato com processos, práticas e procedimentos da investigação científica para que eles sejam capazes de intervir na sociedade.” (P7)
		Aspectos do Objeto de Conhecimento	Complexo	3
	Compreensão da natureza da Ciência		2	“O aprendiz deve estar aberto as explicações biológicas em contrapartida ao senso comum. Deve entender que a biologia é uma ciência dinâmica e em constante evolução.” (P3)
	Algo menosprezado		1	“Mas, infelizmente, ainda não é tão valorizada quanto outras matérias.” (P5)
	Processos Cognitivos	Memorização	3	“Hoje a aprendizagem de Biologia ainda está presa a memorização e não ao entendimento de processos e a solução de problemas.” (P14); “Não sei se chegam a aprender mesmo ou se apenas decoram aquele assunto e depois esquecem.” (P6)
		Relacionado à motivação	3	“Ao meu ver, a maioria dos alunos aprendem a matéria apenas para passar no vestibular, não a matéria a fundo, mas apenas assuntos específicos que caem todo ano em vestibular.” (P6)
		Desenvolvimento humano (cognitivo)	1	“Definitiva para a compreensão de realidades e desmitificação de processos com base na ciência. Liberdade e construção de pensamento crítico.” (P4)
		Organização de conhecimento	2	“O conhecimento e a identificação dos seres vivos, dos fatores abióticos que contribuem para a vida, das estruturas e substâncias presentes nos seres vivos, nas diferenças e semelhanças entre eles, onde são encontrados, como vivem e suas relações com outros seres e com o ambiente.” (P12)

Fonte: Autora, 2020.

Desse modo, ao mesmo tempo em que os recursos educacionais são diversos e as concepções sobre ensino e aprendizagem de Biologia são, em grande parte, compartilhadas por estudantes e graduados em Ciências Biológicas, há necessidade de divulgação de meios que favoreçam a compreensão sobre o ensino de forma adequada ao contexto educacional atual.

Inovações metodológicas e sua divulgação também são importantes para atender as dificuldades mencionadas quanto ao ensino, possibilitando inspirar e auxiliar a criatividade dos docentes, para utilizar, de fato, o objeto de conhecimento em meio às suas relações de CTSA.

Isto porque, é necessária uma mudança de postura docente que atenda à demanda de ensino atual. O Ensino por Investigação é uma estratégia que vem sendo aperfeiçoada e há relatos positivos a seu respeito, mas deixou de ser mencionada entre os recursos, por exemplo.

Desse modo, ao mesmo tempo em que existem diversos recursos educacionais e as concepções sobre ensino e aprendizagem de Biologia são, em grande parte, compartilhadas por estudantes e graduados em Ciências Biológicas, há necessidade de divulgação de meios que favoreçam a compreensão sobre o ensino de forma adequada ao contexto educacional atual.

A saber, o Ensino de Ciências por Investigação passa por um percurso de construção histórica, que vem sendo aperfeiçoado e praticado nas salas de aula até os dias de hoje. Todavia, a utilização de experimentos, investigações, observação ou indução requer mais que isso para ser uma abordagem inovadora com potencial para a construção de conhecimento. Para alcançar os objetivos de uma metodologia que seja ativa, é preciso que esta seja acompanhada por uma mudança de postura docente. Excede o caráter da exploração e reprodução de uma receita, deve proporcionar levantamentos e testes de hipóteses. Scarpa e Silva (2013) comentam

Ao se considerar a investigação uma das características centrais da produção do conhecimento científico, utilizá-la nas aulas de Ciências é uma maneira de ensinar não só conteúdo científico, mas também as características que compõem a natureza desse conhecimento, além de utilizar a linguagem argumentativa (SCARPA; SILVA, 2013, p. 132).

Ao serem questionados sobre a compreensão acerca do Ensino de Ciências por Investigação (Quadro 8), os pesquisados apontaram alguns dos aspectos fundamentais desta abordagem, mas o sentido amplo das respostas trouxe um receio quanto ao grau de entendimento. Com ênfase no protagonismo do estudante, a partir da proposição de atividades investigativas, o professor é colocado como mediador ou facilitador.

Quadro 8 - Compreensão sobre o Ensino de Ciências por Investigação.

Categorias	Unidade de Registro	N	Unidade de Contexto
Compreensão sobre Ensino de Ciências por Investigação	Protagonismo do estudante	7	“Possibilidade do estudante ser sujeito ativo nas atividades” (P13)
	Busca da resposta por debates e discussões	1	“Acredito que seja aquele onde eu, como professora, busco a resposta acerca de um assunto por meio de debates e discussões com os alunos” (P6)
	Proposição de atividades investigativas	11	“Despertar curiosidades e questionamentos. A construção de possibilidades e meios de investigação, direcionando ao descarte de hipóteses na busca daquela que mais se aproxima com a verdade” (P4)

	Professor mediador/facilitador	2	“O professor nesse processo é mediador do conhecimento” (P11)
	Indefinido	2	“Não sei responder” (P15)

Fonte: Autora, 2020.

Em sua maioria, a compreensão dos participantes tem sido satisfatória quanto a temática. De fato, a figura do professor mais se assemelha a de um pesquisador ou orientador que guia seus orientandos em seus estudos e os ajuda a entender, complementar ou até mesmo questionar resultados de experimentos (SCARPA, SILVA, 2013).

Todavia, surgem inquietações sobre o motivo que leva ao distanciamento entre esta abordagem voltada para o conteúdo de Membrana Plasmática, já que é reconhecida como importante a motivação da aprendizagem de Biologia e esta metodologia de ensino, segundo os participantes, permite isto. Entretanto, ao retomar as respostas anteriores, observa-se a incompatibilidade entre concepção sobre ensino e aprendizagem de Biologia e o Ensino de Ciências por Investigação. Por isso, esta abordagem é desconsiderada como recurso aplicável ao conteúdo de Membrana Plasmática, principalmente devido à dificuldade em transcender a visão fragmentada de suas contribuições, que se encontra também interligado com as respostas do Quadro 3.

Ao questionar a relevância de uma publicação com uma abordagem metodológica sobre transporte através da Membrana Plasmática para professores da Educação Básica, todos os participantes afirmaram que sim, é importante. Quanto à familiaridade com a metodologia conhecida como SEI, 60% afirma conhecer.

Ao analisar as ideias formuladas por esses 60% dos participantes que conhecem sobre a SEI (Quadro 9), as informações levantadas ainda assim têm sido apenas satisfatórias. Porém, algumas questões centrais são mencionadas por apenas alguns deles. A interação social, por exemplo, está colocada uma vez, assim como a possibilidade do levantamento e de testes de hipóteses, ambas ideias centrais da SEI.

Quadro 9 - Compreensão sobre Sequência de Ensino Investigativa.

Categorias	Unidade de Registro	N	Unidade de Contexto
	Relação entre conhecimento prévio e científico	5	“Uma SEI pode ser definida como uma sequência de atividades relacionadas a determinado conteúdo, de modo que cada tópico da atividade busque a interação entre o conhecimento prévio do aluno e o que ele precisa aprender, construindo assim um conhecimento significativo e espontâneo.” (P3)

Compreensão sobre Sequência de Ensino Investigativa (SEI)	Sequência de atividades planejadas	3	“A sequência de ensino investigativa (SEI) pode ser descrita como uma sequência de atividades que abrange um tópico do programa escolar onde cada atividade planejada.” (P7)
	Construção do conhecimento com ajuda do mediador	2	“É uma abordagem em que o aluno constrói o conhecimento com a ajuda de um mediador do saber”. (P11)
	Construção do conhecimento de forma autônoma	3	“SEI é um roteiro de investigações para que o estudante construa os conceitos de forma autônoma. Este tipo de abordagem possibilita a mudança de cultura de um enciclopédico, sem significado”. (P14)
	Utiliza de situação problema	2	“Uma sequência que visa investigar uma situação problema proposta pelos agentes do processo de ensino e de aprendizagem”. (P1)
	Possibilita levantamento e testes de hipóteses	1	“Essa SEI deve ter além de um problema, maneiras de respondê-lo hipoteticamente e/ou experimentalmente. Também deve haver uma rigorosa sistematização dos dados, mas sempre sem uma intervenção direta do professor para não "soprar" as respostas”. (P1)
	Abordagem interativa	1	“Pelo que entendi, ao final há uma socialização onde todos comentam sua experiência na SEI e com isso o conhecimento é polido, mostrando diferentes caminhos para encontrar uma mesma resposta, e os diferentes graus de sucesso de cada estudante ou grupo de estudantes e após, pode haver alguma forma de avaliação, a depender do professor, que pode ter elaborado uma forma de avaliação contínua e/ou pontual”. (P1)

Fonte: Autora, 2020.

Observa-se nas respostas dos participantes, citadas no Quadro 9, uma boa compreensão sobre SEI, ainda que superficialmente. No entanto, apesar de ser mais frequente nas respostas a relação estabelecida entre o conhecimento científico com o conhecimento prévio, a SEI é uma abordagem didática que prioriza as interações sociais, desde o seu planejamento. Para tanto, busca atender a oito situações: participação ativa do estudante, interação aluno-aluno, professor como elaborador de questões, ambiente encorajador, ensino a partir do conhecimento prévio, conteúdo (problema) significativo, relação com CTSA, passagem da linguagem do cotidiano para a linguagem científica (CARVALHO, 2011).

Além disso, os estudos do grupo Lapef (Laboratório de Pesquisa e Ensino em Física) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP), mostram que a SEI, uma perspectiva do Ensino por Investigação, estabelece relações com a Alfabetização Científica e a argumentação nas aulas de Ciências, a partir do que tem sido pesquisado por muitos autores (SASSERON, 2015).

Portanto, as concepções dos participantes desta pesquisa, sobre o Ensino de Ciências por Investigação voltado para Membrana Plasmática, se mostram incompatíveis e incomuns, o

que se justifica pela percepção da natureza da Biologia como pouco reflexiva e relacionada a memorização de objetos de conhecimento a ser transmitidos. Ao mesmo tempo, também tem sido colocado o ensino de Biologia em seus aspectos construtivistas, revelando uma confusão entre informações e necessidade de adequações na estratégia pedagógica conduzida.

1.5 Considerações Finais

Romper com o modelo de ensino que atende exclusivamente ao objeto de conhecimento isolado ainda é um desafio educacional. As concepções de estudantes e graduados em Ciências Biológicas sobre o Ensino de Ciências por Investigação revelam que apesar de identificarem como uma abordagem didática importante para a Educação e com potencial para a construção de conhecimento de forma ativa, é desconsiderado como metodologia de ensino possível voltada para o conteúdo de Membrana Plasmática.

Percebe-se que a compreensão sobre contextualização e interdisciplinaridade ainda está presa aos aspectos específicos do conhecimento científico, assim como o ensino tem sido colocado em um novo patamar, mas permanece com a utilização de recursos do ensino tradicional desprovido de reflexão, o que levanta várias controvérsias entre as concepções dos participantes sobre ensino de Biologia.

O conteúdo de Membrana Plasmática para o Ensino Médio costuma ser desmotivador para a aprendizagem, pautado no ensino expositivo pouco interativo, justificado por ideias nem sempre do interesse do aprendiz. A relação entre os participantes e os aspectos que este conteúdo apresenta para a sociedade e para o meio científico, está posta de maneira superficial, pouco objetiva, embora seja reconhecida a sua importância. A visão fragmentada do conteúdo culmina no descarte de possibilidades mais próximas ao cotidiano ou ao conhecimento prévio provável para estudantes da 1ª série do Ensino Médio.

Os conteúdos de Biologia Celular e Molecular são complexos por natureza, de difícil visualização e apresentam diversos conceitos próprios. Além disso, seus processos são muito especializados, por isso é comum que haja fragmentação deste objeto de conhecimento com os meios de contextualização e interdisciplinaridade, dificultando o processo de ensino em uma perspectiva construtivista. Ademais, o distanciamento do Ensino de Biologia e a sua natureza investigativa reduz a familiaridade com os procedimentos científicos que construíram seus conceitos e a linguagem própria desta Ciência, o que contribui para as dificuldades de ensino.

Muitos recursos metodológicos estão disponíveis e reconhecidos para acesso, contudo a postura do professor sobre a aplicação destes é que exige um aprofundamento teórico, pois

utilizá-los, baseado na educação bancária impossibilita avanços no sentido de aquisição de aprendizagem. As facilidades quanto ao ensino de Biologia Celular se mostram relacionadas à diversidade de métodos, ao interesse dos estudantes pela curiosidade em compreender processos e sistemas naturais que pode ser justificado com o conhecimento biológico em diferentes graus de abstração.

As concepções dos estudantes e graduados de Ciências Biológicas sobre aprendizagem de Biologia costuma ser encarada como um processo que necessita de técnicas de memorização, relacionados às células animais e vegetais e seus processos. Enquanto no ensino são empregados significados mais adequados, muitas vezes retoma-se o ensino bancário com base na memorização. Entretanto, para ensinar qualquer conteúdo que seja é notório identificar as suas características, maneira como o conhecimento tem sido elaborado, além da importância em diversos contextos, para assim poder aplicar em temáticas mais abrangentes de maneiras mais atrativas e reflexivas.

Vale ressaltar que o professor é, em sua prática, um eterno aprendiz e deve estar a par das curiosidades, atualidades e métodos utilizáveis em cada área de conhecimento. Isto porque, é quase impossível motivar os estudantes a partir de dados fixos, deslocados de seu contexto e pesquisas recentes. Neste processo, ensinar nos dias de hoje ultrapassa a exposição de conteúdo e passa a ser uma prática de inspiração, mediação e orientação a partir do desenvolvimento de sua prática planejada. No entanto, devido às constantes retomadas ao ensino bancário, há necessidade de atualização dos professores, que pode ocorrer a partir da aproximação entre professores da Educação Básica e pesquisadores acadêmicos.

Portanto, a divulgação científica de maneira didática e objetiva sobre aspectos pedagógicos para profissionais docentes relacionadas ao ensino e aprendizagem, bem como a natureza da Biologia e metodologias alternativas de ensino reflexivo, se tornam uma aliada no contexto educacional. Proporcionar familiaridade com novos recursos de ensino é importante para atualizar a sala de aula, para que o docente auxilie de forma adequada os estudantes em sua construção de conhecimento, favorecendo a inserção destes na sociedade.

Referências

ALBERTS, B. *et al.* **Biologia molecular da célula**. 6 ed., Porto Alegre: Artmed, 2017.

AUSUBEL, D. P. Defence of advance organisers: A reply to my critics. **Review of Educational Research**, v. 48, p. 251-257, 1978.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4 ed., Lisboa: Edições 70, 2011.

BARRA, V.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de Ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 3, p. 1970-1983, 1986. Disponível em: http://digitalcommons.sacredheart.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1045&context=ced_fac. Acesso em: 20 jun. 2020.

BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006. Disponível em: http://www.uhu.es/gaia-inm/invest_escolar/httpdocs/biblioteca_pdf/4_Abriefhistoryofinquiry.pdf. Acesso em: 20 dez. 2019.

BYBEE, R. W. Scientific inquiry and science teaching. *In*: FLICK, L. D.; LEDERMAN, N. G. (org.) **Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning and teacher education**. Netherlands: Springer, 2006.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação, Parecer CNE/CES 1.301/2001. 2001. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas. *In*: LONGHINI, M.D. (org.) **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: EdUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. 9 ed., São Paulo: Cortez, 2009.

COOPER, G. M.; HAUSMAN, R. E. **A Célula: uma abordagem molecular**. Porto Alegre: Artmed, 2016.

DEBOER, G. Historical perspectives on inquiry teaching in schools, p. 9-18. *In*: FLICK, L.D.; LEDERMAN, N. G. (org.) **Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning and teacher education**. Netherlands: Springer, 2006.

DUMAS-CARRÉ, A.; FURIÓ, C.; GARRET, R. Formación inicial del profesorado de Ciencias en Francia, Inglaterra, Gales y España. Análisis de la organización de los estudios y nuevas tendencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, p. 274-281, 1990.

FERNANDES, C. H. S. **Biomembranas e o Ensino por Investigação no curso de Ciências Biológicas: uma análise sobre a óptica do engajamento disciplinar produtivo**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

- FOGAÇA, M. **Papel da interferência na relação entre modelos mentais e modelos científicos de célula**. Dissertação de Mestrado em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- FONTANELLA, B. J. B.; RICAS, J.; TURATO, E. R. Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 17-27, 2008.
- FURIÓ, C.; GIL-PÉREZ, D. La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 257-265, 1989.
- GIL-PÉREZ, D. ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 69-77, 1991.
- GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2008.
- LIBÂNEO, J. C. Tendências pedagógicas na prática escolar. **Revista da Associação Nacional de Educação—ANDE**, v. 3, p. 11-19, 1983.
- LIMA, V. M. **Uma sequência de Ensino Investigativa em aulas de Ciências do 9º ano de uma escola pública: reflexões e apontamentos sobre o aprendizado de conceitos, procedimentos e atitudes**. Dissertação de Mestrado Profissional em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.
- MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de biologia celular para a 1ª série do ensino médio**. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: <http://ppgec.unb.br/images/sampledata/dissertacoes/2010/versaocompleta/maximiliano augusto de araujo mendes.pdf>. Acesso em 2020.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU. 1999.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2006.
- MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe., p. 115-138, 2015.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: para onde vamos? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n.1, p. 1-24, 2007.

NOVAK, J. D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. **Science Education**, v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.

PETROVICH, A. C. I. *et al.* Temas de difícil ensino e aprendizagem em ciências e biologia: Experiências de professores em formação durante o período de regência. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 363-373, 2014.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAIMUNDO, R. L. S. **Avanços conceituais em biologia celular mediados por WebQuests**. 2017. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, p. 1-12, 2008.

SANTOS, A. A.; SUEHIRO, A. C. B.; OLIVEIRA, K. L. Habilidades em compreensão da leitura: um estudo com alunos de psicologia. **Estudos de Psicologia** (Campinas), v. 21, n. 2, p. 29-41, 2004.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, n. spe., p. 49-67, 2015.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades, p. 129-152. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SEDANO, L. Ciências e Leitura: um encontro possível, p. 77-92. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe., p. 97-114, 2015.

TRÓPIA, G. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n.1, p. 121-138, 2011.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

Artigo 2 - DESENVOLVIMENTO DE UM MATERIAL DE AUXÍLIO PARA PROFESSORES DE BIOLOGIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA PAUTADO EM UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE MEMBRANA PLASMÁTICA

RESUMO

Este artigo, recorte de uma pesquisa de mestrado, contribui para professores e acadêmicos, a partir de elucidações sobre a construção de um Produto Técnico Tecnológico para o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Ao pensar sobre as dificuldades enfrentadas nos processos de ensino e de aprendizagem em Biologia Celular e Molecular, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, tomou-se como desígnio desenvolver material de auxílio ao professor de Biologia da Educação Básica como suporte ao Ensino por Investigação sobre a Membrana Plasmática. Para tanto, tem sido realizada uma pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa, seguida de planejamento de interações e etapas que implicam em organização de recursos didáticos. Como resultado, a SEI passa a integrar o produto que se constitui de um material para o professor (volume 1) e outro voltado para os estudantes (volume 2). A sua elaboração revela que as dificuldades enfrentadas estão voltadas para a necessidade de uma profunda mudança de atitude do professor, bem como a necessidade de autonomia e de criatividade para mediar o conteúdo de maneira contextualizada.

Palavras-Chave: Produto Técnico Tecnológico. Ensino de Ciências por Investigação. Ensino de Biologia Celular.

2.1 Introdução

O Mestrado Profissional em Ensino existe no Brasil desde meados do século XXI, o qual distingue-se do Mestrado Acadêmico, entre outros fatores, pela necessidade da construção de Produtos Educacionais. Além disso, consiste em um tipo de pesquisa aplicada, a qual descreve e desenvolve processos ou produtos de natureza educacional com intuito de melhorar o ensino de uma área específica, se constituindo de um material que possa ser utilizado por outros docentes, mas que também sirva de inspiração para novas obras (MOREIRA, 2004).

Desse modo, buscam-se estratégias que possam melhorar a qualidade de ensino de Biologia Celular, já que ao longo da formação em licenciatura e posterior prática docente são perceptíveis as dificuldades de aprendizagem em Biologia Celular e Molecular (BCM) na Educação Básica e no Ensino Superior. O mesmo é compartilhado por outros pesquisadores da área (FOGAÇA, 2006; PETROVICH *et al.*, 2014; POZO; CRESPO; 2009; RAIMUNDO, 2017).

Mais especificamente, escolhe-se uma abordagem didática investigativa voltada para a Membrana Plasmática. Dado que a Biologia Celular embasa os aspectos voltados para os seres vivos, a sua compreensão é primordial, já que todos apresentam células e seus processos fisiológicos e anatômicos são resultados de suas interações.

Somado a isto, todas as células possuem Membrana Plasmática, uma estrutura que separa o meio externo do meio interno celular, oferecendo proteção e seletividade de tudo aquilo que entra ou sai. Ademais, o referido objeto de conhecimento carrega consigo uma complexidade que culmina em dificuldades inclusive para lecionar (PETROVICH *et al.*, 2014). Para tanto, produz-se um material fundamentado e de suporte prático para as aulas de Biologia da 1ª série do Ensino Médio.

Assim, esta pesquisa segue o objetivo de desenvolver material de auxílio ao professor da Educação Básica como suporte ao Ensino por Investigação sobre a Membrana Plasmática. A partir disso, a construção do Produto Técnico Tecnológico tratado neste artigo tem a finalidade de promover o Ensino de Ciências por Investigação pautado na abordagem didática de Sequência de Ensino Investigativa (SEI), em detrimento do ensino bancário.

Torná-lo de fácil acesso para utilização, aperfeiçoamento ou mesmo inspirações por outros docentes tem sido a intenção de sua elaboração. Portanto, inclui informações referentes à metodologia de ensino, a natureza do objeto de conhecimento, com detalhamento necessário para auxiliar professores e acadêmicos desta área. Entretanto, é preciso ousar para tentar oferecer meios mais eficientes para a qualidade na Educação. Portanto, este material traz aos professores maior segurança e eficácia na aplicação do Ensino de Ciências por Investigação na sala de aula.

2.2 Fundamentação Teórica

A Biologia Celular e Molecular (BCM) é uma área da Biologia que tem como base a Teoria Celular, formulada pelo fisiologista e zoólogo alemão Teodor Schwann (1810-1882) e pelo botânico alemão Mathias Schleiden (1804-1881). Esta teoria consiste em que todo ser vivo é constituído por uma unidade básica e funcional, a célula. Portanto, se destina aos estudos das células e suas estruturas, que interagem entre si para realizar processos fisiológicos importantes para o bom funcionamento de um organismo (ALBERTS *et al.*, 2017). Esta Ciência é contemplada com uma disciplina do currículo básico dos cursos de Ciências Biológicas pelo Conselho Nacional de Educação, no Parecer CNE/CES 1.301/2001 (BRASIL, 2001).

Na graduação de licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Alagoas (Ufal), a ementa visa o estudo teórico-prático da estrutura e ultraestrutura celular nos seus aspectos morfológicos, fisiológicos e evolutivos. Esta disciplina, entre os anos de 2013 até 2017, apresenta um número elevado de reprovações, apesar do professor dispor de formação

adequada e utilizar de Estudos Dirigidos como metodologia de suporte anterior às avaliações somativas.

As dificuldades de aprendizagem em Biologia, especificamente o conteúdo de BCM, estão relacionadas à falta de autonomia intelectual do aluno para gerir seu tempo e metodologia de estudo (COSTA; MOTA, 2019); às deficiências na aprendizagem de Biologia provenientes da Educação Básica que prejudica a compreensão de um conteúdo ainda mais complexo, mas também à falta de interesse do aprendiz, o que os têm levado ao insucesso, dado que a Ciência é complexa (POZO; CRESPO, 2009).

Por outro lado, o sistema rígido das escolas e seus prazos para avaliações também são responsáveis pela predominância da Aprendizagem Mecânica (AM) pelos estudantes, ou seja, novas informações são armazenadas de forma arbitrária ao que o aprendiz já sabe, prejudicando a capacidade de aprender por descoberta, de forma significativa (MOREIRA, 1999; NOVAK, 2002).

Existe ainda uma falta de compreensão sobre a relevância dos conteúdos, que são cada vez mais específicos, acrescidos da complexidade dos conceitos e processos da disciplina. Inclusive, os processos ocorrem de maneira molecular, sendo praticamente impossível a sua visualização, até o ponto em que são encarados meramente como fatos e dados a serem memorizados (COLL *et al.*, 2000; MOTOKANI, 2015).

Tais aspectos mencionados precisam ser levados em conta para uma mudança de atitude do professor, para que as relações entre estudantes, professor e conhecimento aconteçam da melhor maneira. O Ensino Médio é a última etapa da Educação Básica e suas finalidades são estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação há mais de vinte anos (BRASIL, 1996):

- I – A consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II – A preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III – O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV – A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996).

A Lei nº 13.415/2017 alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), estabelecendo que o currículo do Ensino Médio seja composto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e por itinerários formativos, que devem ser organizados por meio da oferta

de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino (BRASIL, 2017), a saber:

- I – Linguagens e suas tecnologias;
- II – Matemática e suas tecnologias;
- III – Ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV – Ciências humanas e sociais aplicadas;
- V – Formação técnica e profissional.

Compreende-se uma postura integradora entre os objetos de conhecimento, sem o estudo fragmentado na área de Ciências da Natureza, por exemplo, tecendo relações íntimas entre a Física, a Química e a Biologia. Isto porque, percebe-se que ao contemplar a natureza essas Ciências estão integradas. E é mais fácil compreender um todo inclusivo para chegar às suas partes do que o contrário (MOREIRA, 1999).

Conforme ilustra a figura abaixo (Figura 1), recorte da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), acerca das competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, percebe-se o caráter notório do Ensino por Investigação para o documento normativo pelo qual os docentes devem se pautar.

Figura 1 - Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.



Fonte: BNCC (BRASIL, 2018).

Portanto, o Produto Técnico Tecnológico, a abordagem didática e as orientações aos professores inseridos nele, estão contemplados na BNCC (BRASIL, 2018), sobretudo no que diz respeito à Competência 3 da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Porque a sequência de atividades investigativas permite o levantamento e teste de hipóteses dos estudantes sobre fenômenos cotidianos, que os possibilita interpretar boas medidas de saúde, por exemplo, pautados entre outros fatores na explicação de “como” e “por que”. Assim,

Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que lhes permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade (BRASIL, 2018, p. 558).

Destacam-se ainda as habilidades referentes à Competência 3 (Quadro 1), as quais explicitam muitas daquelas às quais se pretende alcançar com a utilização da SEI.

Quadro 1 - Habilidades a serem desenvolvidas conforme a Competência 3 da BNCC.

HABILIDADES
EM13CNT301 - construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
EM13CNT302 - comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
EM13CNT303 - interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
EM13CNT304 - analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
EM13CNT305 - investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.
EM13CNT306 - avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
EM13CNT307 - analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
EM13CNT308 - investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
EM13CNT309 - analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
EM13CNT310 - investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Fonte: BNCC (BRASIL, 2018).

Além do embasamento legal fornecido pela BNCC (BRASIL, 2018), as metodologias inovadoras de caráter motivador se fazem necessárias para a Educação, porque permitem a

construção de ferramentas de pensamento que auxiliam na busca por novas informações relevantes para complementar determinado conhecimento. Dado o caráter idiossincrático da aprendizagem, é a partir da motivação intrínseca que o estudante pode construir o conhecimento científico, enquanto o professor se insere nesse processo como mediador para que tal aprendizagem seja adequada, ao que é aceito cientificamente na atualidade (MOREIRA, 1999; POZO; CRESPO, 2009).

Entretanto, existem muitas representações gráficas de modelos tridimensionais de BCM, disponíveis de forma gratuita na internet, em Recursos Educacionais Abertos (REA) como o YouTube, por exemplo. Mas sem a maturidade intelectual necessária, tais recursos deixam de chegar até eles, a menos que os professores proporcionem momentos que sirvam tanto para o ensino do conteúdo quanto para formas mais significativas e eficientes de aprendizagem e organização de estudo.

Contudo, o excesso de conceitos científicos passa a caracterizar a Biologia como uma disciplina exaustiva, de conhecimento fixo e, portanto, conhecida pela memorização de termos, quando tem uma linguagem própria necessária para a compreensão de vários fenômenos (MOTOKANI, 2015). Ainda assim, é muito comum a utilização de aulas exclusivamente expositivas, modelos didáticos expositivos, diapositivos com figuras bidimensionais na Educação Básica.

A principal dificuldade enfrentada pelo ensino de BCM está no fato de que seu objeto de estudo, fenômenos, estruturas e substâncias, dificilmente são visualizados ao longo das aulas. Somado a isto, há grande massa de conteúdos e conceitos, construídos e acumulados ao longo da história (COLL *et al.*, 2000; FOGAÇA, 2006; CARVALHO, 2013).

Estes são caracterizados pela maioria dos estudantes como “objetos sem atributos observáveis diretamente (OSAOD)” (FOGAÇA, 2006, p. 10). A partir disso, a disciplina pode passar a ser considerada como uma disciplina “conteudista” e abstrata (MENDES, 2010), o que faz sentido ao se analisar as estruturas a serem diferenciadas, tais como: organelas, moléculas, substâncias, ou processos complexos como as divisões celulares, contração muscular, transporte através da Membrana Plasmática.

Entretanto, a ineficiência em reconhecer e entender os processos tratados nas aulas de BCM pode implicar no baixo desenvolvimento da autonomia e na compreensão dos conceitos (FOGAÇA, 2006). Apesar da complexidade referente a essa disciplina, a forma como é ensinada torna, por vezes, mais difícil ou menos atrativa a compreensão sobre as estruturas e sobre o funcionamento básico dos seres vivos (PEDRANCINI *et al.*, 2007 *apud* FERNANDES,

2018). Destaca-se, pois, como área de maior dificuldade para ensinar (PETROVICH *et al.*, 2014).

No entanto, esta área da Biologia é fundamental para a compreensão básica e aprofundada de todo ser vivo, com potencial em gerir informações de cunho decisivo a respeito do desenvolvimento e da interação da vida, retomando a criticidade no olhar para a natureza (FREITAS *et al.*, 2009). Ademais, ao pensar na Educação Básica, a disciplina de Biologia promove a Educação Científica a partir de estudos do universo em que o indivíduo está inserido, por isso, seu objetivo social remete a preparação de futuros cientistas, bem como a formação de cidadãos aptos para participar na tomada fundamentada de decisões (CACHAPUZ *et al.*, 2011).

Apesar de ser crescente no Brasil, nos países da América do Norte e Europa o Ensino de Ciências por Investigação há muito já se consagrou (MUNFORD; LIMA, 2007). No entanto há poucas pesquisas sobre esta metodologia no Brasil, mas é de se questionar o fato quanto à postura docente e a disseminação de pesquisas acadêmicas para professores da Educação Básica.

A relevância do Ensino por Investigação, pois, se mostra eficiente para a construção de conhecimento, e tem potencial para formar aprendizagem significativa, ao desenvolver habilidades imprescindíveis para a compreensão da Ciência em sua totalidade (CARVALHO, 2013). Dificilmente pode ser aplicada sem que haja mudança entre a pedagogia tradicional, bancária e sem reflexão para uma postura interativa e reflexiva. Isto porque, nem sempre utilizar de uma nova metodologia condiz com um ensino inovador.

Diante disso, dentro da perspectiva do Ensino de Ciências por Investigação, escolhe-se uma abordagem didática que proporcione novas experiências práticas e investigativas em sala de aula. Por isso, utiliza-se da Sequência de Ensino Investigativa construída a partir do grupo de pesquisa Lapef (Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física) pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP).

Logo, uma dificuldade a saber lidar com esta abordagem trata das diferenças entre a natureza da Física e a natureza da Biologia, a qual se irá investigar sob essa abordagem nesta pesquisa. A grande diferença se refere a que “A maioria das teorias em Biologia não se baseia em leis, mas em conceitos” (MAYR, 2005, p. 44), como exemplo, seleção, especiação, competição, biodiversidade e ecossistema. Todavia, este desafio é importante também para retomar os aspectos voltados à construção científica desta Ciência.

2.3 Aspectos Metodológicos

A criatividade é um desafio, talvez o mais importante, para o professor, já que é a ela que se deve as criações e aperfeiçoamentos nas metodologias de ensino. Assim, um professor pode encantar um aprendiz ou fazê-lo sentir repulsa por determinado conteúdo (PEDRANCINI *et al.*, 2007 *apud* FERNANDES, 2018). Por isso, a visualização de um objeto de conhecimento em contextos variados, além de remontar a sua relevância, faz emergir variáveis entre as quais pode-se sentir algum apreço, mesmo no conteúdo menos agradável. Entretanto, é difícil modificar algo do qual se está adaptado, mas com o suporte teórico necessário que fundamenta cada prática e traz experiências, é possível promover uma revolução na forma como se faz a aula.

Por isso, a priori, realiza-se uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa proveniente de livros e artigos de revistas científicas sobre o Ensino por Investigação, mais especificamente a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), somadas às experiências próprias advindas de Estágio Supervisionado, Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), e atuação como professora de Ciências e Biologia (GIL, 2010). Em seguida, estudos sobre a área de conhecimento do conteúdo de Membrana Plasmática tem sido analisada cuidadosamente para evitar erros conceituais.

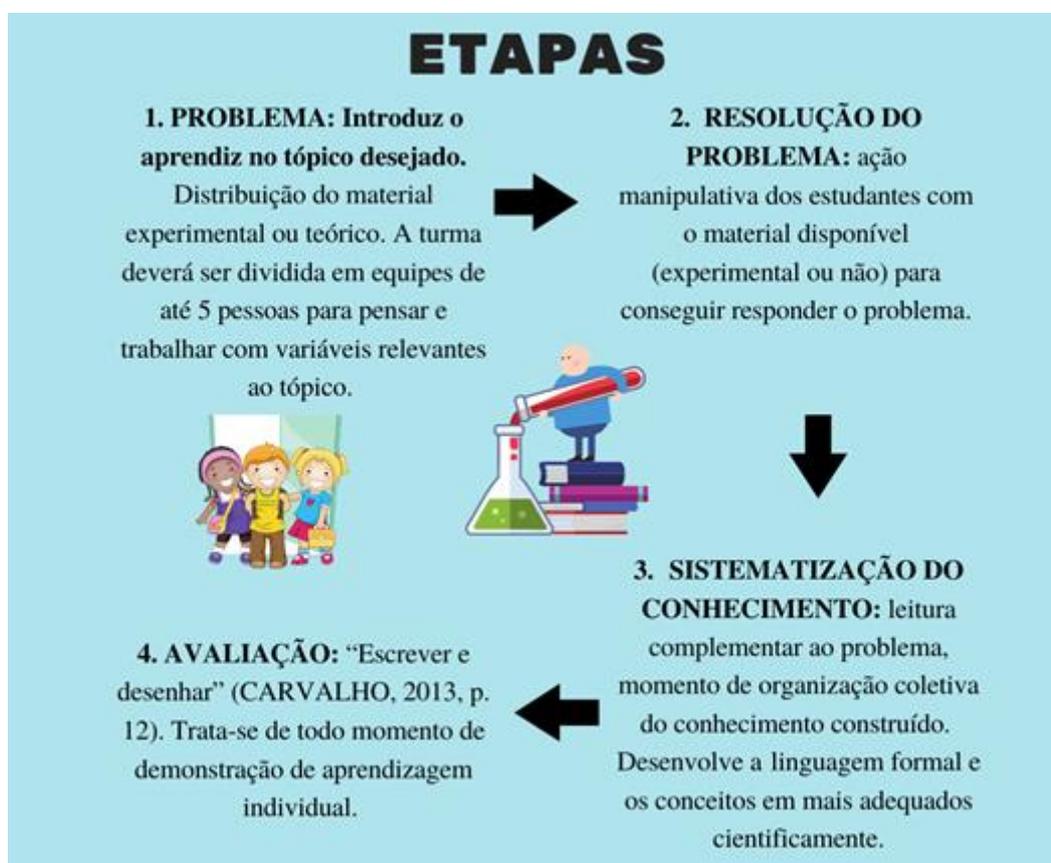
Após analisar pressupostos teóricos e práticos referentes a SEI, faz-se um planejamento de etapas adequadas para o cumprimento desta metodologia de ensino, seguindo os constructos teóricos organizados pela pesquisadora Anna Maria Pessoa de Carvalho, em suas várias obras publicadas, bem como dos demais membros do grupo LaPEF (Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física), responsável pelo desenvolvimento da SEI.

Para que seja possível a reutilização adequada da SEI por outro professor, organiza-se um módulo específico para ele, trazendo suas referências, ensino de BCM, as etapas para realização e, por fim, as suas etapas específicas sobre o conteúdo de Membrana Plasmática. Estas etapas devem ser realizadas em sala de aula no decorrer da SEI sobre transporte através da Membrana Celular.

Geralmente, uma SEI começa com um problema (experimental ou teórico, contextualizado) e segue algumas etapas, chamadas de atividades-chave, flexíveis e essenciais para desenvolver o estudante quanto ao levantamento e testes de hipóteses, aprendizagem atitudinal (voltada para valores), procedimental (relação entre ação e conceitos) e conceitual (aprendizagem de conceitos) (CARVALHO, 2013). Algumas SEI podem oferecer ciclos com

repetição do problema, sistematização e contextualização para atender a conteúdos mais complexos (Figura 2).

Figura 2 - Etapas para a realização de uma Sequência de Ensino Investigativa.



Fonte: Autora, 2020, adaptado de Carvalho (2013).

Ao pensar na figura do professor como alguém mais experiente na sala de aula, que domina a disciplina ministrada e compreende a sua natureza, deve-se a partir das interações sociais promover o desenvolvimento da linguagem própria da sua Ciência (CARVALHO, 2013). Esta integração é favorecida pela cooperação (reforço de uma linguagem com outra, pode ser gestual, verbal, gráfica, etc.) e pela especialização (quando é adicionada por uma linguagem um novo significado à outra linguagem) (MARQUES *et al.*, 2003 *apud* CARVALHO, 2013). Por isso, o planejamento das interações entre a tríade estudante-professor-conhecimento é tão importante quanto o planejamento das atividades da SEI.

A SEI sobre Transporte através da Membrana Celular contempla quatro etapas, cada uma com tempo estimado para sua concretização, já que se espera concluir em três aulas. São elas: 1. PROBLEMA; 2. SISTEMATIZAÇÃO; 3. CONTEXTUALIZAÇÃO; 4. ESCREVER E DESENHAR.

2.4 Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática

Compreender a aprendizagem como um processo de construção, idiossincrático, pelo qual o aprendiz se desenvolve a partir do meio em sua volta, e o ensino como um processo de orientação ou mediação, é o primeiro passo para o desenvolvimento de uma SEI. Mais especificamente, é importante salientar que a Biologia é uma Ciência com linguagem e processos próprios que precisam ser levados em conta na hora de estudo ou ensino.

Para diagramação do Produto Técnico Tecnológico utilizou-se a plataforma de design multimídia Canva, que está disponível na Web e em dispositivos móveis, constituída de milhares de imagens, fontes, modelos e ilustrações. Esta permite que usuários, após entrar com seu e-mail e senha, elaborem gráficos de mídia social, apresentações, pôsteres e outros conteúdos visuais. Deste modo, as imagens utilizadas são em maior parte fornecidas gratuitamente pelo Canva, mas também foram utilizadas imagens premium, uma versão que necessita de pagamento anual ou mensal das imagens.

Deste modo, toda a SEI foi pensada para o contexto do aprendiz, utilizando do meio de comunicação comum entre eles, o WhatsApp, e outros recursos tecnológicos, de fácil manipulação e baixo custo, necessários para despertar interesse. Também há acréscimo de leitura, valorizando a linguagem científica, ainda que, por vezes, de caráter informal, priorizando a organização das relações interpessoais.

O recurso torna-se importante, mas a forma como há o envolvimento entre o professor, discente e conhecimento é o que deve estar em uma posição de destaque. Neste momento, planejar as interações passa a ser tão primordial quanto o planejamento das atividades (CARVALHO, 2013). E pensando assim, toda a abordagem didática está desenvolvida e apresentada de duas maneiras, uma para o professor e outra para o aprendiz, ambas didáticas, lúdicas e objetivas.

Os elementos textuais do Módulo do Professor são: Apresentação; O que é uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI)?; ensino de Biologia Celular e Molecular: inspirações para o ensino de Membrana Plasmática; Membrana Plasmática; Luz, Câmera, Ação; e Referências. Os tópicos são dispostos de maneira a seguir uma linha de raciocínio que resulte na compreensão da metodologia de ensino, o contexto atual de ensino, a natureza da Biologia, até a sequência investigativa, de fato. Tudo é esclarecido de maneira breve e objetiva.

Quanto ao tópico “Luz, câmera, ação” trata-se da sequência de atividades investigativas propostas para a execução da SEI em sala de aula. O quadro abaixo (Quadro 2) mostra a ordem das atividades que acontecem ao longo da SEI.

Quadro 2 - Sequência de atividades ao longo da SEI sobre Membrana Plasmática.

	RECURSO	PROBLEMA	EXPECTATIVA
1	Simulação de conversa entre duas amigas pelo WhatsApp sobre alimentação (PROBLEMA INICIAL)	<i>Uau, que curioso!!! Isso também provocou curiosidade em vocês? Vamos pensar juntos e sugerir algumas explicações para as amigas sobre o que acontece com os alimentos dentro do nosso corpo.</i>	Compreender a importância da Membrana Plasmática no processo de entrada e saída de substâncias nas células.
2	Experimento Didático Pedagógico 1 (Batata + sal)	<i>O que acontece quando o sal entra em contato com a batata por um determinado tempo?</i>	Entender que os processos de Membrana Plasmática também estão envolvidos em células vegetais. Observar o processo de osmose.
3	Experimento Didático Pedagógico 2 (corante, água, óleo)	<i>Qual a interação entre o corante, a água e o óleo?</i>	Observar o caráter apolar do lipídio e a permeabilidade do mesmo que representa a Membrana Plasmática nesse momento.
4	Experimento Didático Pedagógico 3 (Kit Manipulativo de Membrana Plasmática)	<i>Tomando-se as estruturas disponíveis para a experimentação, vocês deverão organizá-las formando uma barreira para que as miçangas consigam passagem para equilibrar suas proporções em cada lado dela.</i>	Compreender a importância de algumas substâncias da Membrana Plasmática.
5	Sistematização do Conhecimento Coletivo	<i>Como as substâncias entram e saem das células?</i>	Passar da ação manipulativa para a ação intelectual.
6	Contextualização (Para saber mais!)	Texto: <i>Por que precisamos de uma alimentação balanceada?</i> Animação (REA): BIO 137 Membrane Transport Activity	Identificar relação entre alimentação balanceada e transporte através da Membrana Plasmática.
7	Contextualização (Para saber mais!)	Texto: <i>O suor: Uma atividade controlada pela membrana.</i>	Relacionar outras atividades do corpo humano com o processo de transporte através da Membrana Plasmática.
8	Escrever e desenhar	Questionário final no módulo do estudante.	Observar os níveis de aprendizagem referente a temática estudada.

Fonte: Autora, 2020.

Na primeira etapa, o problema inicia-se a partir da simulação de uma conversa pelo WhatsApp, aplicativo de comunicação social pelo *smartphone*, com a finalidade de despertar interesse para a questão. Sem mencionar a temática, o problema busca inserir os aspectos voltados para o ensino e aprendizagem, para o objeto de conhecimento e, por fim, da SEI em si. A partir dele, é interessante que os estudantes levantem hipóteses e discutam em grupo (CARVALHO, 2013).

A figura que simula uma conversa do WhatsApp e que dá início às conjecturas, inserindo o estudante no tópico desejado, está representada abaixo (Figura 3).

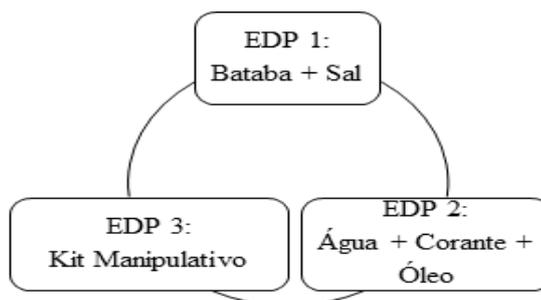
Figura 3 - Conversa hipotética no WhatsApp como ponto de partida da SEI.



Fonte: Autora, 2020.

A segunda etapa, ocorre depois de um momento de esclarecimentos quanto a compreensão adequada dos estudantes para o problema. Trata-se dos desafios que auxiliam nas respostas ao problema discutido na etapa anterior, complementando e, possivelmente, as modificando. São eles os Experimentos Didáticos Pedagógicos (EDP), com três propostas, apresentados a seguir (Figura 4).

Figura 4 - Desafios para a Etapa de Sistematização do problema.



Fonte: Autora, 2020.

O EDP 1 trata de uma experimentação manipulativa entre a batata e o sal, dois elementos comumente disponíveis nas residências, o que traz curiosidades quanto ao que está para acontecer. Neste experimento, a batata será entregue aos grupos cortadas ao meio e da forma como cada grupo achar mais adequada o sal será acrescentado a batata. O resultado esperado deve ser a umidificação do sal, podendo ser explicado tanto pelo processo de osmose quando pelo rompimento da membrana celular e da parede das células vegetais.

Tais informações podem deixar de ser mencionadas aos estudantes, que neste momento deverão estar discutindo e levantando hipóteses de caráter investigativo acerca do ocorrido. Pois, ao ensinar Ciência no âmbito escolar, deve-se também levar em consideração que toda observação é feita sem um vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta a observação (GUIMARÃES, 2009). Ao finalizar o tempo desta experimentação há uma breve discussão com todos da sala para certificar que todos fazem e entendem a mesma atividade.

O EDP 2 é mais simples e de caráter visual. Notem que vários sentidos são utilizados ao longo da SEI, o que é importante para a construção do conhecimento. É esperado que em pelo menos um dos três copos, a água seja colocada primeiro, depois o óleo, para finalizar com o corante, com intuito dos alunos perceberem que a barreira formada pelo óleo é suficiente para bloquear a interação entre a água e o corante até certo ponto. Mas inexistente prejuízo de conteúdo caso esta ordem deixe de ser seguida. Isto servirá de base para a visualização do transporte através da Membrana Plasmática.

Após a discussão que acontece ao final de cada experimentação, inicia-se a última atividade, o EDP 3, com o Kit Manipulativo constituído por modelos representativos de algumas das moléculas da Membrana Plasmática (fosfolípido e proteínas, por exemplo) e miçangas (simulando substâncias de pequeno tamanho, que entram e saem da célula, tais como água e minerais).

Os estudantes deverão montá-los da forma como julgarem necessário, sem a preocupação de reconhecer ou identificar tais substâncias, para então resolver o problema da travessia das substâncias. Os erros de montagem dessa barreira são importantes para representar outros modelos de Membrana Plasmática, agora rejeitados pela Ciência, mas que foram importantes para o conhecimento atual. Por isso, o Produto Técnico Tecnológico, volume 1 (para o professor) contempla as concepções de modelos a partir dos quais se desenvolve o modelo atual.

Destarte, a terceira etapa, de contextualização, traz elementos do contexto social dos jovens do Ensino Médio, a respeito da alimentação, reforçando alguns conceitos científicos, introduzidos de maneira harmoniosa. Ou seja, as palavras e termos científicos que faltam ser

incluídos nas explicações e levantamentos de hipóteses do problema inicial, por falta de conhecimento ou outro fator, agora são introduzidos em um texto organizado e elaborado para este fim. Além disso, uma animação disponível de forma gratuita em Recurso Educacional Aberto (REA), YouTube, intitulada: BIO 137 MEMBRANE TRANSPORT ACTIVITY (<https://www.youtube.com/watch?v=YfoiHrv57b0>), traz aspectos visuais em três dimensões, de modo a propiciar outras sensações e percepções para visualização e assimilação de novas informações à estrutura cognitiva.

Ainda nesta penúltima etapa, de maneira contextualizada, apresenta-se para os aprendizes mais um texto, só que dessa vez envolvendo uma temática diferenciada, com um texto disponibilizado na internet sobre suor e sua relação com a Membrana Plasmática. Desse modo, a intenção é que cada etapa traga questionamentos e provoque novas reflexões, agregando aos subsunçores informações que auxiliem na construção do conhecimento de forma interativa.

A última etapa, de Avaliação, denominada “Escrever e Desenhar”, é composta por um questionário com sete questões, das quais seis são subjetivas. Isto porque, a argumentação é uma das competências gerais a ser alcançada na BNCC e apresenta relações com o Ensino de Ciências por Investigação e a Alfabetização Científica (SASSERON, 2015).

Além do mais, uma breve busca em bancos de pesquisas acadêmicas, tais como o Google Acadêmico (GA), o portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Instituto Brasileiro em Ciência e Tecnologia (IBICT), acessados em janeiro de 2020, trouxeram alguns dados numéricos indicados abaixo (Quadro 3). Apesar de se tratar de uma pesquisa qualitativa, os dados numéricos permitem aprofundar e esclarecer questões quantitativas.

Quadro 3 - Quantidade de pesquisas relacionadas as temáticas de SEI e Membrana Plasmática.

	Tema	Palavra-chave	Quantidade	Temática
1	Sequência de Ensino Investigativo	“Sequência de Ensino Investigativa”	CAPES - 7 GA - 279 IBICT - 20	Metodologia
2	Membrana Plasmática	“Membrana Plasmática”	CAPES - 800 GA- 45.900 IBICT - 741	Biologia
3	Ensino de MP	“Membrana Plasmática” and “ensino”	CAPES - 9 GA- 5.120 IBICT - 14	Ensino de Biologia
4	SEI sobre BIOLOGIA	"Sequência de Ensino Investigativa" and "Biologia"	CAPES - 0 GA - 153	Metodologia de Ensino

			IBICT - 3	
5	SEI sobre MP	"Sequência de Ensino Investigativa" and "Membrana Plasmática"	CAPES - 0 GA - 3 IBICT- 0	Metodologia de Ensino

Fonte: Autora, 2020.

A publicação de pesquisas voltadas para a construção e aplicação de SEI é crescente, o que remonta resultados importantes e positivos para o ensino das Ciências, já que apesar de ter iniciado em Física está sendo empregada em outras áreas de ensino.

Quanto ao tópico de conteúdo de Membrana Plasmática, o grande número de publicações se deve em parte a estudos voltados para a Biologia Aplicada, o que inclui testes de fármacos e outras investigações bioquímicas, por isso um menor número se apresenta quando relacionada ao ensino ou à aprendizagem.

Os três resultados referentes às palavras-chave: Sequência de Ensino Investigativa e Membrana Plasmática são dos seguintes estudos:

- BONISSON, Sara; FERREIRA, Luciana Bastos; JUNIOR, Nelson Menolli. SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ANTIBIÓTICOS BASEADA EM COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DO PISA. Revista Ciências & Ideias, v. 10, n. 2, p. 231-253, 2019.
- FERNANDES, Claudio Henrique de Souza. BIOMEMBRANAS E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: UMA ANÁLISE SOB A ÓPTICA DO ENGAJAMENTO DISCIPLINAR PRODUTIVO. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2018.
- REZENDE, Thiago Anunciação. A UTILIZAÇÃO DOS 3 MP PARA ABORDAGEM DA TEMÁTICA AMBIENTAL NO CURRÍCULO DE FÍSICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA: OS RIOS VOADORES DA AMAZÔNIA E O CICLO DA ÁGUA. Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

O primeiro artigo trata da aplicação de uma SEI sobre antibióticos para turmas do Ensino de Jovens e Adultos (EJA), portanto, o foco está direcionado para questões relacionadas a dois eixos temáticos presentes no PCEJA (BRASIL, 2002): “Vida e Ambiente” e “Ser humano e Saúde”. Uma abordagem muito interessante, entretanto, diferente desta proposta e sua finalidade.

A segunda pesquisa se atém a Membrana Plasmática com aplicação de uma SEI a partir de atividades práticas demonstrativas investigativas para o Ensino Superior. Difere da pesquisa

desta dissertação devido ao caráter, por vezes, expositivo e uso de recursos tecnológicos, como microscópio, que nem sempre se faz presente nas escolas da Educação Básica.

O terceiro estudo também focou na questão de conteúdo de Membrana Plasmática, mas sobre uma temática ambiental, especificamente a água, para desconstruir algumas concepções de lugar comum sobre o ciclo deste recurso.

Com isso, esta pesquisa se reafirma com potencial em realizar algo diferente de aula expositiva para o conteúdo de Membrana Plasmática, para o Ensino Médio da Educação Básica, adicionando problemas de contexto maior, tais como a produção de suor e a alimentação saudável.

2.5 Considerações finais

Repensar a prática de sala de aula é primordial em uma realidade em que os estudantes têm perdido a capacidade de aprender por descoberta, investigar e formular suas próprias hipóteses com a rotina escolar, dando ênfase à memorização, e conseqüentemente à aprendizagem predominantemente mecânica. Os estudantes devem manter a sua curiosidade inata e serem críticos. Para isso é preciso que tenham um espaço para levantar e testar suas hipóteses, para poder interpretar o contexto social, histórico e científico. Um desafio intenso para lidar com aprendizes do Ensino Médio, pois estão há mais tempo afastados do olhar investigativo de criança e mecanizados a aprender exclusivamente para vestibulares.

Por isso, busca-se inovação quanto a metodologia de ensino que vá além da exposição limitada ao conteúdo, mas que promova uma mediação com potencialidade em orientar o estudante para a construção do conhecimento em uma visão planetária, em detrimento da visão especialista. Assim, enfatiza-se a importância da teoria ser investigada na prática, somando ao êxito do processo educacional como um todo. Considerando a qualidade do ensino do ponto de vista do professor e a qualidade da aprendizagem do ponto de vista do aprendiz, ou seja, a qualidade da aplicação e desenvolvimento da metodologia e os aspectos da Teoria da Aprendizagem são capazes de dar suporte e se fazer compreender na prática.

Logo, o Produto Técnico Tecnológico, como parte do trabalho de conclusão do Mestrado Profissional, proporciona a construção de materiais que auxiliam outros professores, mas antes, forma um mestre criativo e competente para tomadas de decisão, com autonomia e segurança para sair da zona de conforto e adentrar as revoluções necessárias para a Educação. É importante salientar que apesar de útil para outros professores é primordial que todo Produto

Técnico Tecnológico, assim como outros recursos produzidos por outros professores, seja analisado e tomado sobretudo como inspiração.

Referências

ALBERTS, B. *et al.* **Biologia molecular da célula**. 6 ed., Porto Alegre: Artmed, 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 26 fev. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação, Parecer CNE/CES 1.301/2001. 2001. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/linguagens02.pdf>. Acesso em jun. de 2019.

BRASIL. **Lei nº 13.415**, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 e 11.494, de 20 de junho 200 e revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm. Acesso em 26 fev. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em jan. de 2020.

CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, A. M. P. **O Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COLL, C. *et al.* **Os conteúdos na reforma**: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

COSTA, A. G. C. P. S.; MOTA, M. D. A. Análise de atitudes e perspectivas de estudantes do 3º ano do Ensino Médio na disciplina de Biologia em escola do município de Paripueira, Alagoas. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Científica**, Natal, p. 1-8, 2019.

FERNANDES, C. H. S. **Biomembranas e o Ensino por Investigação no curso de Ciências Biológicas: uma análise sobre a óptica do engajamento disciplinar produtivo**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

FOGAÇA, M. **Papel da interferência na relação entre modelos mentais e modelos**

científicos de célula. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Educação de São Paulo, USP, 2006.

FREITAS, M. E. M. *et al.* Desenvolvimento e aplicação de kits educativos tridimensionais de célula animal e vegetal. **Ciências em Foco**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** Atlas: São Paulo, 5ª ed., 2010.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

MAYR, E. **Biologia, Ciência Única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica.** Tradução de M. Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de biologia celular para a 1ª série do ensino médio.** Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, 2010.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU. 1999.

MOREIRA, M. A. O mestrado (profissional) em ensino. **Revista Brasileira de Pós-Graduação.** Brasília: ano 1, n 1, 131-142, 2004.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 115-138, 2015.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n.1, p. 1-24, 2007.

NOVAK, J. D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. **Science education**, v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.

PETROVICH, A. C. I. *et al.* Temas de difícil ensino e aprendizagem em ciências e biologia: Experiências de professores em formação durante o período de regência. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 363-373, 2014.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAIMUNDO, R. L. S. **Avanços conceituais em biologia celular mediados por WebQuests.** 2017. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, n. spe., p. 49-67, 2015.

Artigo 3 - ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: POTENCIALIDADES DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE MEMBRANA PLASMÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO

RESUMO

Dada a complexidade do processo de aprendizagem, é preciso ensinar aos estudantes para além dos conteúdos em si, para que possam compreender os porquês e como de estudar e fazer Ciência. Contudo, uma das grandes dificuldades para o êxito neste processo torna-se a mudança da postura docente, o abandono do ensino bancário e a conquista do ensino reflexivo. Para isso, o Ensino de Ciências por Investigação passa a ser pensado para o desenvolvimento cognitivo do aprendiz, em uma perspectiva docente atualizada, dado seu potencial ativo, diversificado e de abordagem construtivista, na qual o professor desempenha papel de mediador. Assim, a fim de tornar público um material adequado aos professores de Biologia da Educação Básica, busca-se identificar potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática para o Ensino Médio, a partir da concepção de estudantes e Graduados em Ciências Biológicas. Os resultados apontam o sucesso da abordagem didática construída, por proporcionar elementos que atualizam o docente e motivam os estudantes a partir de materiais de baixo custo.

Palavras-chave: Membrana Plasmática. Aprendizagem de Biologia. Ensino de Biologia.

3.1 Introdução

Conforme os avanços tecnológicos e culturais, os alunos, o professor, a forma de disposição de informações apresenta papéis diferentes, mas é incomum olhar para uma sala de aula atual e notar essas mudanças. As cadeiras estão postas da mesma forma, as atividades são muitas vezes pouco provocativas. Novos recursos continuam sendo formas de exposição do conteúdo, apenas substituindo o quadro de giz. Isto representa que, de fato, o mais importante passa a ser a forma como as interações acontecem, pois os recursos são apenas recursos, assim como a sala de aula é apenas um espaço físico, mas com um mundo de possibilidades.

Temas voltados para o cotidiano do aprendiz e aqueles relacionados aos avanços científicos e tecnológicos têm sido apontados por diretrizes nacionais e internacionais, por mais de duas décadas, como aspectos a serem considerados em sala de aula para o ensino das Ciências (GIL-PÉREZ *et al.*, 1992). Desse modo, a escola deixa de se restringir a um espaço privilegiado de divulgação de conhecimento para se tornar um espaço de interconexão entre a cultura daquele que está na sala de aula, a cultura escolar e a abordagem de conteúdos, estabelecendo uma relação mais próxima entre a escola e a sociedade (SASSERON, 2013).

A partir dessa premissa, aulas de Ciências necessitam de um planejamento com a finalidade de promover um ensino que reforce a compreensão sobre o conhecimento científico e tecnológico, com capacidade de tomada de decisão acerca da influência destes para a sua vida, a sociedade e o meio ambiente (SASSERON, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2008). Mas será que o professor atual está disposto a tentar planejar para além da aprendizagem do conteúdo? Materiais de auxílio tornam-se úteis para auxiliar a mudança de atitude docente?

Graças aos avanços educacionais desenvolvem-se novos recursos e metodologias alternativas de ensino. Conforme o resultado de pesquisa de natureza exploratória, o Ensino de Ciências por Investigação, a partir de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), tem desempenhado grandes avanços para o ensino de Física e também de outras disciplinas, como Biologia.

A propósito, os estudos do grupo de pesquisa do Laboratório de Pesquisa e Ensino em Física (Lapef) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP), apontam relações evidentes entre o Ensino por Investigação, a Alfabetização Científica e a argumentação nas aulas de Ciências, a partir do que tem sido pesquisado por muitos autores (SASSERON, 2015). Tais relações demonstram a relevância do Ensino por Investigação, que prevê a realização de alguns dos objetivos educacionais previstos na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), representam uma potencialidade para o desenvolvimento cognitivo do aprendiz, ou seja, possibilitam diferenciação e aquisição de novos conceitos que ocorrem por assimilação (MOREIRA, 1999).

Ao mesmo tempo, é necessário advertir para a compreensão teórica sobre aprendizagem antes de aplicar determinada metodologia de ensino, já que um dos desafios a ser superado passa a modificar a forma de pensar Biologia como conteúdo fixo, pronto e acabado (MOTOKANE, 2015). Por sua vez, as metodologias alternativas surgem como complemento das ações cotidianas do professor, que provocam mudanças significativas também na prática docente e parecem promover aprendizagem de forma mais efetiva (YAMAZAKI; YAMAZAKI, 2006). As reflexões sobre a prática de ensino levantam uma alerta para o equívoco de acreditar que basta implementar algo novo para que os alunos possam ter garantido o sucesso educacional.

Logo, esta pesquisa traz, ao embasar teoricamente a partir de uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, uma busca por estimular a capacidade crítico-investigativa sobre fenômenos e processos biológicos a partir do cotidiano e desenvolver a capacidade argumentativa, a Alfabetização Científica e a autonomia intelectual a partir de construtos coletivos e individuais. O objetivo deste trabalho trata de identificar potencialidades de uma

Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática para o ensino de Biologia no Ensino Médio.

3.2 Referencial Teórico

O construtivismo, como Teoria da Aprendizagem, auxilia os processos de compreensão sobre a construção de conhecimento pelo aprendiz, sendo importante já que a efetivação da aprendizagem é o desafio mais importante para o ensino (MOREIRA, 1999). Avanços nos estudos sobre as Teorias da Aprendizagem originam novas abordagens ao longo do tempo, das quais estima-se melhor rendimento para os processos de ensino e aprendizagem. O cognitivismo e o construtivismo, por exemplo, consideram a cognição e suas construções a partir do mundo em que o sujeito se insere, obtendo conseqüentemente o desenvolvimento humano perante a aprendizagem (MOREIRA, 1999).

O construtivismo, acrescenta a importância da influência do mundo ao redor na construção de conhecimento, que é intransferível (MOREIRA, 1999; KRASILCHIK, 2008). Ao mesmo tempo, influencia novas possibilidades de ensino na sala de aula. O Ensino de Ciências por Investigação, uma abordagem construtivista, que está sendo mais empregado na sala de aula em pesquisas atualmente, há muito tempo vem desempenhando avanços nas interações entre conhecimento, aprendiz e professor, pois a natureza da Ciência consiste na busca por respostas.

Embora seu estabelecimento como Ciência autônoma tenha se efetivado apenas no início do século XX, a origem da Biologia remonta à Antiguidade Clássica, quando filósofos gregos investigam fenômenos biológicos de perspectivas da Medicina e da História Natural (SCARPA; SILVA, 2013).

Contudo, a maioria das escolas ainda pautam seu ensino de maneira pouco reflexiva e traçam objetivos que nem sempre são interessantes para a aprendizagem, tal como aprender exclusivamente para passar em testes. Com isso, os estudantes estão habituados a realizar constantes avaliações, o que é considerado a causa da memorização desde fórmulas, até formas de resolver problemas típicos (NOVAK, 2002). E, para conquistar a aprendizagem de fato, é importante propiciar questões e problemas de uma maneira inusitada, para que se possa atingir uma poderosa transformação do conhecimento prévio (MOREIRA, 1999; NOVAK, 2002).

A necessidade de problemas para começar a construir o conhecimento é um fato também destacado por Piaget, quando propõe a necessidade de equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio para construção do conhecimento, acrescentando que a organização do ensino

deve entender o conhecimento novo como originado a partir de um conhecimento anterior (CARVALHO, 2013).

Desta forma, a busca por um ensino de qualidade que fuja da pedagogia tradicional, descrita por Libâneo (1983) como um ensino bancário, que contempla os conteúdos como dogmas, é constante entre os professores e estudantes da Educação, e neste estudo isto é primordial. Contudo, a “rejeição verbal do ensino tradicional não se traduz em capacidade para apontar de maneira concreta as carências e defeitos mais graves que, pelo contrário, são aceitos acriticamente” (CARVALHO; GIL-PEREZ, 2011, p. 39).

Ao mesmo tempo, as críticas ao ensino tradicional apontam para o aprendiz como figura passiva na sala de aula, o que leva a desconsiderar seus conhecimentos prévios (GUIMARÃES, 2009). É importante o desenvolvimento de uma metodologia que possa efetivar na prática essas premissas, a fim de evitar aceitar sem críticas os modelos de ensino tradicionais, que ainda costumam ser pouco dialógicos e reflexivos. E o professor, além de acreditar estar inovando, permanece no modelo exclusivamente expositivo.

Trilhando um longo percurso na história da Educação, a investigação na sala de aula parece ter seu primeiro registro com o professor de química H. R. Armstrong, que em 1891, percebeu a importância de experimentações para aplicação em sala de aula, ou seja, da utilização dos princípios da metodologia científica, para construção do conhecimento científico no ensino de Ciências, em complemento ao conteúdo, reconhecendo o valor formativo de seus métodos (FURIÓ, 2001 *apud* VIEIRA, 2012). Este professor, envolve seus métodos com suas observações para com o desenvolvimento do estudante em vários aspectos e utiliza de um artefato de ensino que se faz fundamental. Pode-se dizer que supera o padrão tradicional e promove grande avanço para a Educação, em sua época.

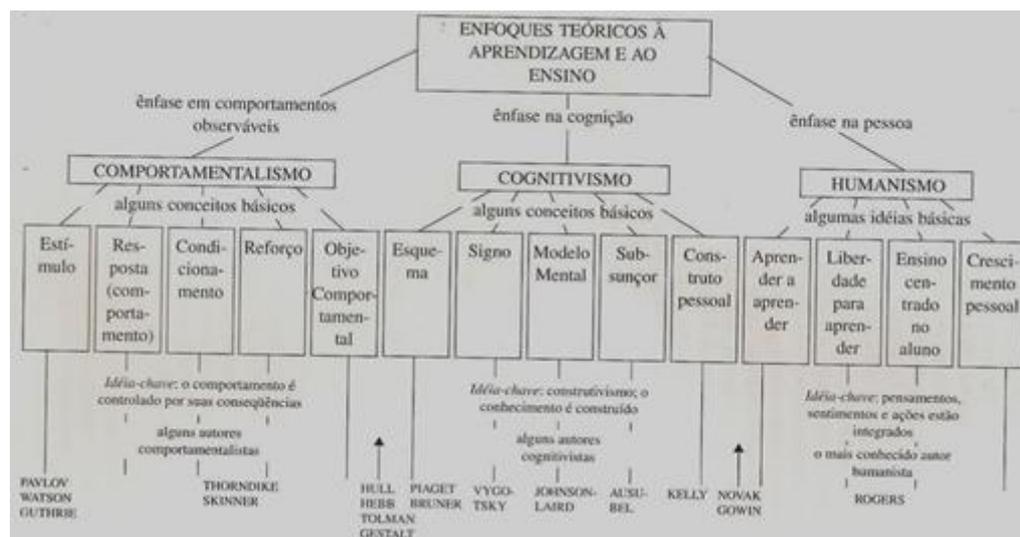
No século XIX, John Dewey, um filósofo pedagogo, prioriza o ensino de Ciências baseado em observações e no raciocínio indutivo, sob a compreensão de um todo a partir de suas particularidades. Já no século XX, critica o ensino de Ciências bancário e pouco reflexivo, que desestimula a compreensão de Ciências como método promotor da transformação de pensamento (RODRIGUES; BORGES, 2008). Esta preocupação com a aprendizagem e com o ensino de Ciências, como base para o desenvolvimento do pensamento crítico, se torna crescente, fazendo com que ocorram mudanças ou aprimoramentos nas metodologias de ensino existentes.

Entre todos os movimentos educacionais já ocorridos, influenciados também por aspectos políticos, em detrimento ao estruturalismo, surge na Alemanha a Teoria Gestalt, que significa configuração ou todo, que precede o cognitivismo. De modo geral, a Teoria Gestalt

acredita que a aprendizagem, e, até mesmo a resolução de problemas complexos, ocorrem por *insight*, ou seja, uma súbita tomada de consciência que organiza e relaciona todos os elementos de uma situação problemática. Por isso, esta teoria tem como princípio o fato de que o todo é mais que apenas a soma de suas partes. Ademais, o mundo passa a ser desapercebido como elementos isolados, mas como configurações significativas (MOREIRA, 1999; LEFRANÇOIS, 2008).

A partir desta teoria, origina-se o cognitivismo, que chega a influenciar o comportamentalismo (Behaviorismo), que surge ao mesmo tempo nos Estados Unidos da América, de modo que até mesmo os behavioristas traçam algumas inquietações, sobre a estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999; LEFRANÇOIS, 2008). A partir dos estudos cognitivistas surge diversas abordagens (Figura 1), conforme representa a figura abaixo.

Figura 1 - Esquema referente as Teorias de Aprendizagem.



Fonte: Moreira, 1999.

Portanto, o cognitivismo enfatiza os processos mentais, tais como as eventuais formas do estudante adquirir e organizar informações. Sob influência de Bruner, esta teoria entende que o aprendiz tem a capacidade de resolver problemas e aprender por descoberta, mesmo frente às situações discrepantes (KRASILCHIK, 2008). A menção às resoluções de problemas e aprendizagem por descoberta, bem como vários aspectos do cognitivismo, trazem de maneira clara relações com Ensino por Investigação, tanto em seu caráter motivador e metodológico quanto o caráter epistêmico e cognitivo, embora este seja embasado com o construtivismo.

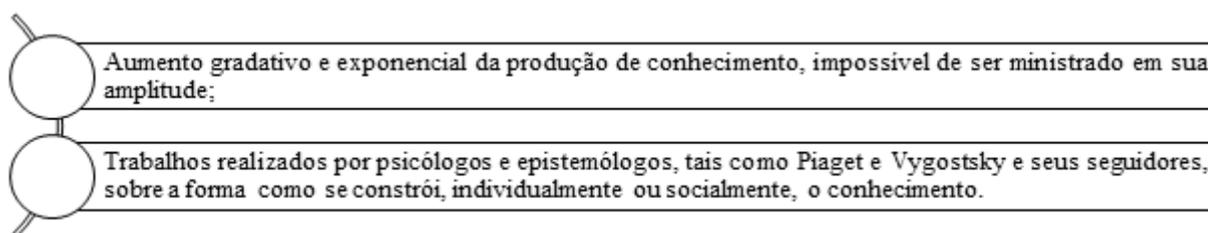
Portanto, o construtivismo, teoria que embasa o Ensino de Ciências por Investigação, desenvolve-se também a partir do cognitivismo. Quanto ao seu enfoque construtivista para a

cognição humana, tem como precursor Piaget, que propõe a equilíbrio como princípio básico para explicar o desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 1999; LEFRANÇOIS, 2008).

Ademais, para Bruner (1963) *apud* Krasilchik (2008, p. 26), “a apresentação e instrução deve ser sequenciada para auxiliar o aprendiz a compreender, transformar e transferir aquilo que for aprendido”. Apesar de discordar com alguns termos, tais como instrução e transferência, tal frase esclarece uma finalidade prevista em um planejamento organizado e fundamentado teoricamente pelo professor, que deve deixar claro para o aprendiz seus objetivos, para que possa assimilar e expressar de várias formas o que foi aprendido.

Diante de várias vertentes epistemológicas, dois motivos impulsionam a mudança na forma de mediação de informações (Figura 2).

Figura 2 - Razões pela mudança na mediação de informações.



Fonte: Autora, 2020, adaptado de Carvalho (2013).

Diante desses estudos e do Ensino de Ciências por Investigação ter sido há muito empregado e obtido resultados positivos para o ensino, várias abordagens metodológicas investigativas têm sido desenvolvidas com a finalidade de atender aos objetivos de ensino e aprendizagem. Então, a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) surge em um grupo de pesquisa chamado Lapef, para o ensino de Física, e desde então têm sido desenvolvidos muitos trabalhos nas salas de aula de São Paulo e influenciado outros estados, inclusive outras áreas das Ciências, as quais têm obtido êxito em sua aplicação. Contudo, ainda existem poucos trabalhos com a SEI na área de Biologia e mais reduzido ainda o número destes voltados para o conteúdo de Membrana Plasmática.

Como consequência da predominância de metodologias expositivas e até mesmo metodologia tradicional (bancária, que desestimula a reflexão) em sala de aula, o excesso de conceitos científicos, leva a Biologia a carregar um estigma de ser uma disciplina exaustiva, de conteúdo pronto e acabado e, portanto, ser conhecida pela memorização de termos, quando tem uma linguagem própria necessária para compreensão de vários processos (MOTOKANE, 2015).

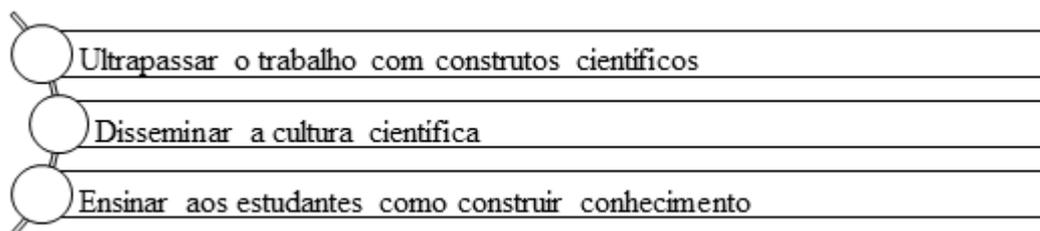
Além disso, também se percebe em pesquisas a dificuldade de relacionar as opiniões dos estudantes aos conceitos científicos aprendidos em sala de aula. Como resultado, percebem que “temas científicos geram argumentos e que tais argumentos melhoram sua qualidade em função da mediação do professor” (MOTOKANE, 2015, p.134). Por isso, a SEI se torna uma aliada no ensino de Biologia nesses aspectos. Visto que a natureza da Biologia é investigativa, e seus estudos remontam de observações, levantamento e teste de hipóteses que levam ao surgimento de diversos conceitos, como exemplo, a seleção, especiação, competição, biodiversidade e ecossistema (MAYR, 2005).

A saber, a SEI trata de um ciclo de atividades planejadas, em que “o número de aulas necessárias para a aplicação dependerá das condições particulares de ensino, ou seja, número de alunos por sala, quantidade de aulas disponíveis, e ainda, da escolha do professor em aprofundar certos temas” (BELLUCO; CARVALHO, 2013, p. 39-40).

As atividades-chave contidas neste ciclo de SEI são: i) problema (proposição e atividade); ii) resolução do problema; iii) sistematização do conhecimento; e iv) atividade avaliativa. A proposta deve promover condições para que os conhecimentos prévios possam interagir com as novas informações, o que permite a elaboração de hipóteses, os testes, a manipulação e o desenvolvimento da argumentação, a fim de construir suas próprias ideias e desenvolver a capacidade de discuti-las com seus colegas estudantes e o professor, “passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores” (CARVALHO, 2013, p. 9).

Basicamente, três necessidades impulsionam a construção da SEI, como pode ser observado abaixo (Figura 3).

Figura 3 - Necessidades que impulsionam a construção da SEI.



Fonte: Autora, 2020, adaptado de Carvalho, 2013.

A SEI, bem como outros tipos de Sequências Didáticas, tem sido empregada como instrumento de planejamento do ensino, assim como objeto de pesquisa, em que proporciona condições favoráveis para que os estudantes se apropriem de ferramentas culturais próprias da comunidade científica (ALMOULOU; COUTINHO, 2008). Assim, as Sequências Didáticas

são consideradas atividades organizadas, ordenadas, estruturadas e articuladas para efetivar determinados objetivos educacionais (ZABALA, 1998).

Mais especificamente quanto a um problema experimental, o “gerenciamento da classe e o planejamento das interações didáticas são tão importantes como o planejamento do material didático e a elaboração do problema” (CARVALHO, 2013, p. 11). Então as ações do professor e dos aprendizes, delineadas em cada etapa, seguem os parâmetros definidos por Carvalho (2013), conforme apresenta o quadro abaixo (Quadro 1).

Quadro 1 – Síntese das etapas da SEI.

<p>1. PROBLEMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Inserir o aprendiz no tópico desejado; ● A turma deve ser dividida em grupos de até 5 pessoas. O problema deve ficar claro para todos; ● Pode ser: experimental, de demonstração investigativa (quando oferece riscos aos estudantes) ou teórico contextualizado.; ● Deve estar dentro da temática, promover reflexão e levantamento de possíveis variáveis e suas relações perante o fenômeno científico, que inclui a sua resolução. ● Precisa ser instigante, contextualizado, muito bem planejado e pautado em referenciais teóricos.
<p>2. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Atividades aplicadas para auxiliar à resolução do problema; ● Momento coletivo de teste de hipóteses; ● Pode ser de observação (em demonstração investigativa), observação e interpretação (comparação de rótulos, análise de gráficos ou textos), manipulativo (experimental).
<p>3. SISTEMATIZAÇÃO Momento complementar ao problema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Esta é a etapa em que se recolhe o material, desfazem-se os grupos e organiza-se a classe para um debate com sistematização coletiva do conhecimento. ● Segundo momento para discussão. ● A partir de perguntas envolvendo “COMO” e “POR QUE”, o professor deve extrair o máximo de informações referente ao que foi construído. ● Instigar uma linguagem científica para as argumentações. ● Atividade de contextualização: Considera a aplicação social e aprofunda o conhecimento.
<p>4. ATIVIDADE AVALIATIVA Ou ESCREVER E DESENHAR</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Observação do comportamento e levantamento de habilidades e atitudes de cada estudante.

Fonte: Autora, 2020, adaptado de Carvalho, 2013.

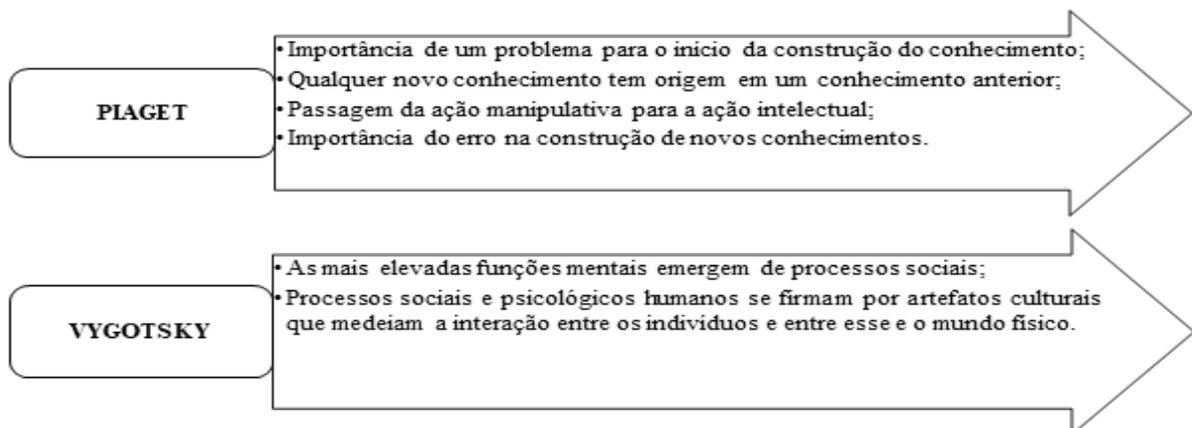
Estas etapas são flexíveis e podem ser acrescidas de outras atividades para auxiliar na sistematização do conhecimento, além de ser permitido utilizar de vários ciclos da SEI para um mesmo conteúdo, que seja mais complexo, sem obrigatoriedade de seguir esta ordem (CARVALHO, 2013). O problema pode ser planejado de diversas formas, sendo a necessidade primeira provocar reflexão e levantamento de hipóteses para contribuir no despertar da motivação.

Quanto à forma de avaliação, deve ser tão flexível, planejada e fundamentada quanto a metodologia de ensino utilizada, visto que se torna estranho utilizar de avaliação exclusivamente típica diante de tantos processos diferenciados. Então, a avaliação deve ser contínua. Já a formativa pode ser a construção de mapa mental, modelos, simulação, entre outros (SCARPA; SILVA, 2013). Todavia, a produção de argumentos em resposta a questões contextualizadas também são importantes, pois desenvolvem a linguagem científica e a interpretação do contexto que envolve esta Ciência.

Ao se considerar a investigação uma das características centrais da produção do conhecimento científico, utilizá-la nas aulas de Ciências é uma maneira de ensinar não só conteúdo científico, mas também as características que compõem a natureza desse conhecimento, além de utilizar a linguagem argumentativa, contemplando os três eixos estruturantes da alfabetização científica (SCARPA; SILVA, 2013, p. 132).

Ademais, “as inovações didáticas devem estar ligadas a inovações na avaliação, pois uma nova postura metodológica em sala de aula torna-se inconsistente aliada a uma postura tradicional de avaliação” (CARVALHO, 2013, p. 10). Além disso, os pressupostos teóricos para esta metodologia são advindos dos conhecimentos de dois grandes estudiosos da área da Educação para embasar diferentes questões (Figura 4), conforme ilustra a figura abaixo.

Figura 4 - Contribuições de Piaget e Vygotsky para SEI.



Fonte: Autora, 2020, adaptado de Carvalho, 2013.

As diferentes vertentes de construtivismo estão ligadas de alguma forma com os estudos desenvolvidos por Piaget (1973), Ausubel, Novak, Hanesian (1980) e Vygotsky (1988), bem como de pesquisadores e educadores ao longo dos anos (MORAES, 2003 *apud* LIMA, 2015). Portanto, a partir do construtivismo, três tipos de visões podem ser enunciados quando se trata de aprendizagem: (i) a aprendizagem é um empreendimento individual; (ii) só é possível aprender com os outros; e (iii) com os outros se aprende melhor (MORAES, 2003).

3.3 Aspectos metodológicos

Este artigo, como recorte de uma pesquisa de dissertação, tem o início da coleta de dados somente após o parecer favorável da Plataforma Brasil, com número CAAE 31656320.3.0000.5013, e posterior assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos participantes.

A pesquisa trata de abordagem qualitativa com base em um encontro virtual por meio do Google Meet e posterior aplicação de questionário pelo Google Forms.

Os participantes são membros de um Grupo de Pesquisa, Comunidades Bentônicas, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), escolhidos devido a sua multiplicidade de olhar, já que contempla estudantes e graduados em Ciências Biológicas, que residem em vários locais diferentes de Alagoas e até mesmo em outros estados. Ao todo são 18 participantes, entre os quais sete são estudantes e 11 graduados em Ciências Biológicas. Entre os graduados, nove são professores, muitos dos quais apresentam formação continuada, sendo especialistas, mestres ou doutores. Alguns dos professores fazem parte de outros grupos de pesquisa voltados para formação docente e ensino de evolução. Para categorizar os participantes utiliza-se a codificação em números de 1 a 18, precedidos por E (estudante), P (professor) ou G (graduado).

O encontro entre pesquisador e participantes possibilita a apresentação do Produto Técnico Tecnológico (volumes 1 e 2), intitulado Membrana Plasmática: Uma experiência Investigativa, assim como a discussão de aspectos educacionais. O encontro teve a oportunidade de ser gravado, com a autorização de todos e a partir da discussão ocorre a observação direta e a tomada de notas em diário do pesquisador. A coleta de dados em toda a pesquisa de forma virtual se deve à pandemia provocada pelo vírus Sars-Cov-2, causador da doença Covid-19. Isto porque a prevenção da doença inclui o isolamento social.

O questionário contém apenas duas questões subjetivas (Quadro 2), que permite a apresentação de forma ampla e idiossincrática dos participantes, com intuito de alcançar as percepções na sua essência, sem se tornar algo cansativo nem extremamente direcionado.

Quadro 2 – Questões direcionadas aos participantes da pesquisa, posterior à apresentação do Produto Técnico Tecnológico.

Q	Questões
1	Quais as possíveis contribuições que o Produto Técnico Tecnológico apresentado, sobre uma abordagem didática para o conteúdo de transporte através da Membrana Plasmática, desempenha para o professor de Biologia da Educação Básica na sua concepção?
2	Quais aspectos (diagramação, informações, metodologia de ensino, conceitos, aperfeiçoamento, outros) relacionados ao Produto Técnico Tecnológico apresentado gostaria de fazer algum apontamento (sugestão, crítica construtiva, acrescentar)?

Fonte: Autora, 2020.

As respostas ao questionário são submetidas à Análise de Conteúdo, com abordagem qualitativa, porque atende à multiplicidade de significados que permeiam o processo pesquisado (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Este é um método empírico que consiste em técnicas de análise das comunicações que podem ser: fala, textos e/ou resposta a questionários abertos. Desta forma, seus procedimentos sistemáticos perpassam por três etapas: i) Pré-análise (organização) – inicia-se com uma leitura flutuante, segue para escolhas dos documentos a serem submetidos aos procedimentos analíticos, até a elaboração de índices e indicadores, e por fim a preparação dos materiais; ii) Exploração do Material: codificação; iii) Tratamentos dos resultados, a inferência e a interpretação (BARDIN, 1977).

Neste caso, tomam-se possíveis contribuições do Produto Técnico Tecnológico para o ensino de Membrana Plasmática no Ensino Médio a partir das concepções de estudantes e graduados em Ciências Biológicas, assim como a identificação dos aspectos positivos ou a serem aperfeiçoados no Produto Técnico Tecnológico, com destaque para a Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Destarte, também se efetua, paralelamente, uma pesquisa bibliográfica, pois um dos métodos de pesquisa empregados em sua elaboração tem como base material já publicado, baseando-se em trabalhos completos em eventos, artigos científicos, livros e dissertações de mestrado e teses de doutorado que tratam de tais relações (GIL, 2010).

3.4 Potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Membrana Plasmática para o Ensino Médio

Os avanços educacionais pelos quais a Ciência tem passado, acrescido de novas pesquisas em Psicologia Cognitiva, em História, Filosofia e Sociologia das Ciências sustenta a iniciativa de propor novas metodologias de ensino. Neste sentido, o Ensino de Ciências por Investigação nas salas de aula tem contemplado o papel ativo dos estudantes, ensino com apresentação de elementos da cultura científica e a aprendizagem para a mudança social

(SASSERON; JUSTI, 2018). É “importante e necessária a permanente busca por construir entendimento acerca de novas formas de conceber os fenômenos naturais e os impactos que estes têm sobre nossa vida” (SASSERON, 2015, p. 52).

Pensando desta forma tem-se o desenvolvimento do Produto Técnico Tecnológico - Membrana Plasmática: uma experiência investigativa (volumes 1 e 2), contendo uma SEI sobre Membrana Plasmática e esclarecimentos para auxílio aos docentes e estudantes. E dessa forma, este produto passa a ser submetido a análise crítica por estudantes e graduados em Ciências Biológicas. No momento de encontro virtual, antes de ser apresentado propõem-se que os participantes apresentassem suas ideias acerca da aprendizagem e ensino de Biologia Celular e Molecular (BCM), com ênfase no conteúdo de Membrana Plasmática, bem como sobre a relevância de um material de apoio ao professor com uma abordagem didática.

De modo geral, durante o encontro pelo Google Meet, torna-se unânime que se trata de um objeto de conhecimento complexo. Para os estudantes, a disciplina de BCM tem sido abordada de maneira teórica, em detrimento da prática, mesmo havendo recursos, como laboratórios equipados com microscópio, embora muitas queixas se devam à sua ausência. Acreditam que algo lúdico e interativo seja o ideal para facilitar a aprendizagem, já que somente imagens e exposição do conteúdo tem sido insuficiente, conforme representam as falas transcritas do encontro virtual pelo Google Meet.

- E12: “Somente a leitura é cansativo, algo visual enche os olhos dos alunos”.

- E5: “No início da graduação não tive aulas práticas sobre BCM. Foi muito teórico. Mas era um assunto muito abstrato de entender, mesmo o professor usando imagens. Quanto mais ele se aprofundava ficava mais complicado de compreender. E minha aprendizagem foi mais individual e por meio da ajuda de colegas que conseguiam compreender o conteúdo”.

- E2: “[...] tive muita dificuldade desde o ensino médio pois era algo muito teórico, na minha escola não tinha laboratório, estudávamos através de imagens do livro, o contato mais próximo a realidade que tive foi um vídeo projetado para a turma”.

Para os graduados (professores, especialistas, mestres, doutores) a disciplina BCM trata de uma das mais difíceis de aprendizagem na graduação e existe muita dificuldade em ensinar. Os professores afirmam que os estudantes carecem de base escolar, mesmo os mais aplicados. Além disso, os discentes estão mais dispersos, textos e imagens deixam de ter efetividade.

- P13: “vídeos e animações/GIFS já nos aproxima do que queremos tanto descrever”.

- P4: “se for apenas texto, acaba dispersando a atenção dos alunos, tornando a aula, de certa forma, chata”.

A maioria dos participantes julga serem relevantes materiais de auxílio ao professor quanto ao conteúdo de Membrana Plasmática, tendo em vista as dificuldades de ensino nesta temática. Todavia, uma professora aponta que normalmente o professor carece da disponibilidade de tempo para leituras cansativas de linguagem acadêmica, por isso julga ser irrelevante, nesse aspecto.

A posteriori apresenta-se o Produto Técnico Tecnológico, que instiga os participantes para a possibilidade de uma nova abordagem metodológica sobre um objeto de conhecimento caracterizado como conteudista, com aprendizagem pautada na memorização, ou seja, conteúdo de Membrana Plasmática.

O Produto Técnico Tecnológico oferece aos profissionais docentes de Biologia uma possibilidade de se reinventar na sua prática, no que diz respeito a este tema. A sua organização e estruturação possibilita ao leitor uma compreensão sobre o método de ensino, conteúdo e aplicação de uma SEI de forma objetiva, dinâmica e agradável aos olhos. Tudo isso, em busca de promover uma aula mais dinâmica, que desperte a autonomia do estudante, efetivando a sua construção de conhecimento científico a partir de seu conhecimento prévio.

- P2: “Achei as atividades propostas de uma ótima escolha. Entender o processo de osmose não poderia ser mais fácil, acho que o Produto Técnico Tecnológico ajudará muitos professores a ensinarem sobre o transporte através da membrana plasmática, assim como incentivar a criatividade através de atividades de fácil execução e que utiliza materiais simples, do dia a dia do aluno/ professor, e ainda por cima de custo baixo podendo ser executado em escolas públicas ou particulares e até mesmo em casa. Inventar o questionamento e a busca do conhecimento é uma parte importante da ciência e as atividades práticas incentivam esse processo”.

- E8: “A possibilidade de conduzir o aluno à autonomia na construção de seu conhecimento. O produto didático estimula o aluno a ser o protagonista do desenvolvimento científico, criando memórias por meio da ação e aplicação do assunto”.

- P11: “Muito pertinente. Apesar da biologia ser fascinante e ter um amplo leque de atividades, falta praticidade nessas atividades. O produto apresentado tem essa qualidade, além de ser didaticamente fácil de compreender e aplicar”.

Em seguida ao encontro por meio do Google Meet aplica-se o questionário por meio do Google Forms. Após a Análise de Conteúdo das respostas do questionário pôde-se inferir as contribuições do Produto Técnico Tecnológico. Para isso são criadas cinco categorias a partir da frequência de frases que representam aspectos em comum, conforme pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3 - Percepções acerca do Produto Técnico Tecnológico apresentado aos estudantes e graduados em Ciências Biológicas.

Unidade Registro	Unidade de Contexto
Auxílio ao processo de aprendizagem	“O Produto Técnico Tecnológico contribuirá para uma melhor compreensão do conteúdo de Transporte através da Membrana Plasmática.”
	“Construção de conhecimento por meio de uma prática investigativa.”
	“Facilita a compreensão sobre osmose.”
	“Contribui para aprendizagem do conteúdo.”
	“Atividades práticas auxiliam a construção de conhecimento.”
	“Promove motivação.”
	“Mantêm o foco na aprendizagem.”
	“Conduz o aluno à autonomia na construção do seu conhecimento.”
	“Estimula o aluno a ser o protagonista do desenvolvimento científico.”
	“Desenvolvimento de aprendizagem satisfatória.”
	“Boa estratégia para aprendizagem.”
Auxílio aos professores	“Ajudará muito aos professores a ensinar o conteúdo.”
	“Apresentação de método compreensível e de forma didática.”
	“Estimula a criatividade através de atividades de fácil execução.”
	“Ótimo material de auxílio aos professores.”
	“Formação docente continuada.”
	“Material didático para o professor compreender e aplicar.”
	“Facilita o desenvolvimento da aula.”
	“Estimula professor a utilizar e construir metodologias diferenciadas.”
	“Explicita novo método de ensino aplicável a vários conteúdos.”
	“Facilita a utilização da SEI devido ao material.”
“Informações fundamentadas.”	
Características da SEI	“Utiliza recursos da natureza da Ciência (questionamento, hipótese).”
	“Possibilita utilizar recursos simples, do cotidiano.”
	“Possibilita uso de recursos de baixo custo.”
	“Questão teórica em atividades sequenciais.”
	“Abordagem clara, precisa organizada.”
	“Pode ser executado em escolas públicas ou particulares.”
	“Novo método de ensinar o conteúdo.”
	“Exercita a criatividade dos estudantes.”
	“Atende à necessidade de prática do conteúdo.”
	“Depende das habilidades do professor ao conduzir as aulas a partir do material.”
	“Ótima escolha das atividades propostas.”
	“Método condiz com a sala de aula atual.”
	“Valoração de experiências vividas fora de sala de aula.”
	“Valoração de habilidades motoras.”
	“Desenvolve pensamento crítico.”
“Sequência permite construção de conhecimento.”	
“Proporciona o desenvolvimento de várias áreas do conhecimento.”	
Características do Produto Técnico Tecnológico	“Rico em conhecimentos sobre o conteúdo.”
	“O material tem potencial.”
	“Fácil visualização para o professor e para o estudante.”
	“Potencial pedagógico relevante.”
	“Pertinente.”
	“Material compreensível e didático.”
	“Diagramação, conceitos, objetivos e sequência de atividades bem organizados.”
“Produto Técnico Tecnológico conduzido de forma criativa e lúdica.”	

Fonte: Autora, 2020.

Portanto, diante das inferências a partir das ideias levantadas pelos participantes da pesquisa, o Produto Técnico Tecnológico tem potencial em auxiliar no processo de aprendizagem e de ensino, pautado em suas características gerais e na sequência de atividades investigativas que utilizam de recursos de fácil acesso que compõem a SEI. Além disso, a professora que havia referido a irrelevância de materiais de auxílio ao professor mudou sua concepção a partir deste produto, concluindo que inovações na formação docente continuada é necessária, principalmente quando são apresentadas de forma objetiva, dinâmica e lúdica.

As sugestões realizadas pelos participantes são interessantes, algumas já fazem parte do processo: importante a disponibilização do material na forma digital, movimentação em algumas imagens (GIF) e inclusão de uma pergunta para os estudantes sobre como gostariam de aprender. Ademais, nenhuma crítica comenta sobre o que já estava contido no Produto Técnico Tecnológico. Os recortes das respostas escolhidos por dispor de maior detalhamento de sua concepção, são apresentados a seguir, com duas frases de professores e de estudantes.

- P1: “Gostei muito do produto apresentado em todos os aspectos. As etapas estão numa sequência que permite a construção do conhecimento, ou seja, elas estão bem planejadas”.

- E2: “Está de parabéns pelo trabalho!!! Utilizar a tecnologia a favor do aprendizado, a biologia investigativa com a participação direta do aluno, trabalhar como um "professor maker" é hoje uma ótima opção para muitos professores e escolas que não têm tanto recurso. A sala de aula 3.0 hoje que inclui o aluno como construtor do conhecimento e o professor como mediador, para mim é a melhor opção para os alunos do século XXI”.

- P4: “O Produto Técnico Tecnológico está bem elaborado, de forma clara. Servirá de apoio para muitos professores e, após finalização de todo o processo da pesquisa, será importante disponibilizar o material sob a forma digital”.

- E8: “Todo o produto apresenta uma forma criativa e lúdica para conduzir ao desenvolvimento de várias áreas do conhecimento, seja validando a experiência vivida fora de sala de aula, habilidades motoras ou de pensamento crítico. Excelente trabalho e apresentação”.

Logo, o Produto Técnico Tecnológico, aos olhos dos estudiosos, profissionais da Educação e pesquisadores em formação de professores é considerado adequado e eficiente para promover melhorias no ensino, principalmente por permitir aos professores aproximação com a pesquisa acadêmica. Deste modo, além de levar uma abordagem didática à Educação Básica sobre Membrana Plasmática, também se apresentam instruções de forma breve sobre como criar a sua própria, o que permite reflexão sobre a prática.

3.5 Considerações Finais

O Ensino de Ciências por Investigação teve início há muito tempo, desde então vem sendo estudado e aperfeiçoado substantivamente e embora sejam apontados diversos aspectos positivos, ainda há dificuldades em sua implementação em sala de aula. Com isso, metodologias específicas estão sendo construídas nesta perspectiva construtivista, mas a mudança de postura do professor da Educação Básica, principalmente aqueles sem oportunidade ou interesse de seguir uma formação continuada, é o grande desafio.

A criatividade para utilizar dos recursos disponíveis de maneira inovadora, lúdica, interativa, que desperte e auxilie o estudante no processo de construção do conhecimento científico está longe de ser um dom, mas sim algo que deve ser elaborado por fundamentação teórica e prática de ensino. O professor precisa se sentir motivado e inspirado para fazer o mesmo por seus aprendizes, um dos principais benefícios de um Produto Técnico Tecnológico voltado para o docente.

Portanto, materiais de auxílio, sobre planejamentos e métodos de ensino, são importantes para inserir os professores no contexto atual da sala de aula, com a finalidade de superar o ensino pautado na memorização, resumido em treinar estudantes para alcançar boas notas em testes. Pelo contrário, é essencial que se faça compreender os fenômenos naturais e inserir os aprendizes no mundo em sua volta de forma ativa.

Esses materiais precisam ir além do embasamento no objeto de conhecimento ou metodologia de ensino em si. Nota-se que o processo de aprendizagem sempre é o mesmo, tanto para o estudante da Educação Básica, quanto para o professor que é um eterno aprendiz. Portanto, Produtos Técnico Tecnológicos voltados para professores ou para aprendizes, devem ser didáticos, lúdicos e provocativos, no sentido de despertar interesse para que a partir desse seja aprofundado da forma como acharem necessário pelos diversos meios de divulgação de informações.

Para a concretização da aprendizagem é notório ir além do ensino do conteúdo em si, ou seja, desenvolver a argumentação, Alfabetização Científica e familiarização com a cultura da Ciência, além da compreensão sobre seus conceitos. Questões claras e fundamentais devem ser levadas em conta para a elaboração de uma SEI e investigações durante a construção de conhecimento. Evidencia-se que há potencial em desenvolver competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A proposta do ensino por descoberta, ainda que mais complexa que o ensino por recepção, tem elevado potencial em promover assimilação obliteradora, o segundo estágio de assimilação, do qual se desprende o que se aprende uma situação e se passa a aplicar em contextos variados. Entretanto, é percebida a necessidade de um planejamento rigoroso e

disseminação para uso por outros professores, apesar que deve se levar em conta que alguns conteúdos podem ser melhores do que outros para esta abordagem metodológica de ensino.

Diante disto, o Produto Técnico Tecnológico “Membrana Plasmática: uma experiência investigativa” (volumes 1 e 2) apresenta potencial para auxiliar professores em uma reflexão sobre a prática em uma proposta investigativa. Considera-se promissor e criativo, podendo incentivar novos olhares para esta metodologia alternativa de ensino.

Referências

ALMOULOUD, S. A.; COUTINHO, C. Q. S. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 3, p. 62-77, 2008.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BELLUCCO, A.; DE CARVALHO, A. M. P. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. 10 ed., São Paulo: Cortez, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed., Atlas: São Paulo, 2010.

GIL-PÉREZ, *et al.* Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v 9, n 1, p.7-19, 1992.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2008.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: Cengage, 2008.

LIBÂNEO, J. C. Tendências pedagógicas na prática escolar. **Revista da Associação Nacional de Educação—ANDE**, v. 3, p. 11-19, 1983.

LIMA, V. M. **Uma sequência de Ensino Investigativa em aulas de Ciências do 9º ano de uma escola pública: reflexões e apontamentos sobre o aprendizado de conceitos, procedimentos e atitudes**. Dissertação de Mestrado Profissional em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

LUDKE, M. A.; ANDRÉ, M. E. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: E.P.U., 1986.

MAYR, E. **Biologia, Ciência Única**: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. Tradução de M. Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 115-138, 2015.

NOVAK, J. D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. **Science Education**, v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de Ciências por investigação: reconstrução histórica. In: **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2008, Curitiba. Curitiba: UTFPR/UFPR, 2008. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/atas/resumos/T0141-1.pdf>. Acesso em fev. 2019.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese de Doutorado em Educação, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. p. 41-61. In: CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe., p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. O que as falas em aulas de ciências do Ensino Fundamental nos dizem quanto à Alfabetização Científica? **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba., 2008.

SASSERON, L. H.; JUSTI, R. Editorial—Apresentando o Número Temático sobre Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 761-764, 2018.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades, p. 129-152. In: CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

YAMAZAKI, S. C.; YAMAZAKI, R. M. O. Sobre o uso de metodologias alternativas para o ensino aprendizagem de Ciências, p. 1-14. **In: Educação e diversidade na sociedade contemporânea**. Ed. Coelho, Mato Grosso do Sul, 2006.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. In: Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula, Porto Alegre: Artmed, 1998.

PRODUTO TÉCNICO TECNOLÓGICO – MEMBRANA PLASMÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA INVESTIGATIVA

Apresentação

O Produto Técnico Tecnológico tem seu desenvolvimento para levar informações de forma objetiva, dinâmica e lúdica para o professor da Educação Básica que busca inspiração para a sala de aula sobre o conteúdo da Membrana Plasmática. Desse modo, é propiciada a comunicação entre o meio acadêmico e a escola de rede privada ou pública, disseminando o conhecimento científico levantado pela universidade pública.

Justificativa Geral:

Devido às dificuldades de ensino e de aprendizagem observadas quanto ao ensino do conteúdo de Membrana Plasmática toma-se como papel importante desenvolver material de auxílio ao professor de Biologia da Educação Básica, como suporte ao Ensino por Investigação sobre Membrana Plasmática. Entretanto, o Produto Técnico Tecnológico torna-se lúdico e se desdobra em dois volumes, um para o professor e outro para os estudantes.

Público Alvo:

Volume 1 - Professor e/ou acadêmico da área de Ciências Biológicas ou de áreas afins.

Volume 2 - Estudantes da 1ª série do Ensino Médio.

Produto Técnico Tecnológico – Volume 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

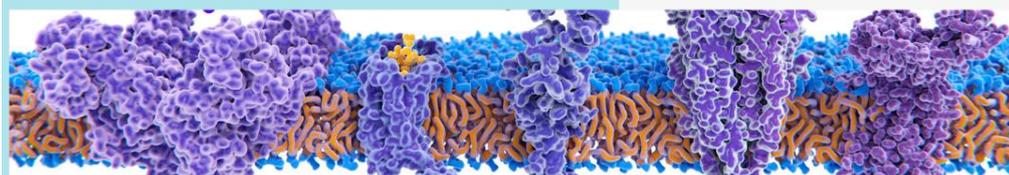
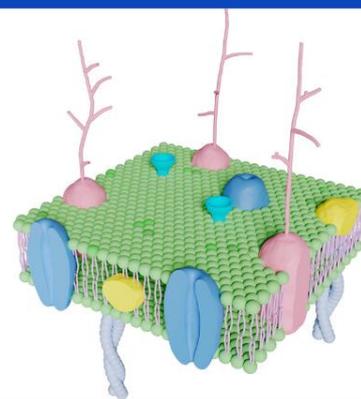


ANA GABRIELA CAVALCANTE PEREIRA SANTOS COSTA

Membrana Plasmática: uma experiência investigativa

VOLUME 1

Maceió





ANA GABRIELA CAVALCANTE PEREIRA SANTOS COSTA

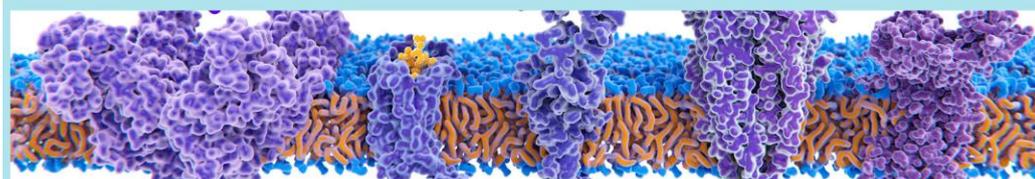
Membrana Plasmática: uma experiência investigativa



Produto Técnico Tecnológico apresentado à banca examinadora da dissertação, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM), como requisito parcial para a obtenção de título de mestre em Ensino de Ciências.

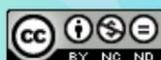
Orientadora: Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzoski

Maceió
2020





Membrana Plasmática: uma experiência investigativa de Ana Gabriela Cavalcante Pereira Santos Costa e Hilda Helena Sovierzoski está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.



Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

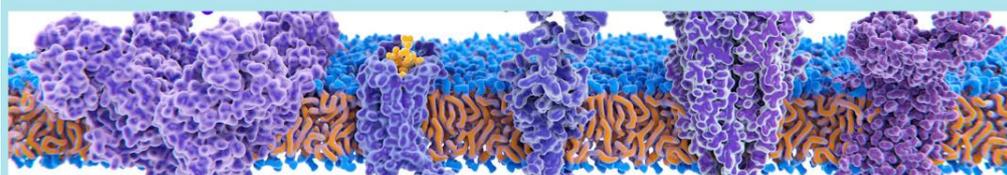
C837e Costa, Ana Gabriela Cavalcante Pereira Santos.
 O ensino de membrana plasmática por investigação : uma abordagem didática para professores de biologia / Ana Gabriela Cavalcante Pereira Santos Costa. – 2020.
 99 f. : il. color. + material adicional (2 folhetos, [25], [17] f.)

Orientadora: Hilda Helena Sovierzoski.
 Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Maceió, 2020.
 2 folhetos (produtos educacionais): Membrana plasmática: uma experiência investigativa, 2v.

Inclui bibliografias.

1. Biologia - Estudo e ensino. 2. Investigação científica. 3. Membrana celular. 4. Biologia (Ensino médio). I. Título.

CDU: 372.857.6





ANA GABRIELA CAVALCANTE PEREIRA SANTOS COSTA

“Membrana Plasmática: uma experiência investigativa”

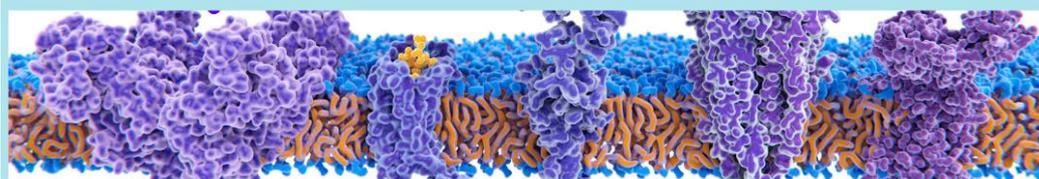
Produto Técnico Tecnológico apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovado em 04 de novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Hilda Helena Sovierzski
Orientadora (ICBS/Ufal)

Prof. Dra. Simone Luccas (UENP)

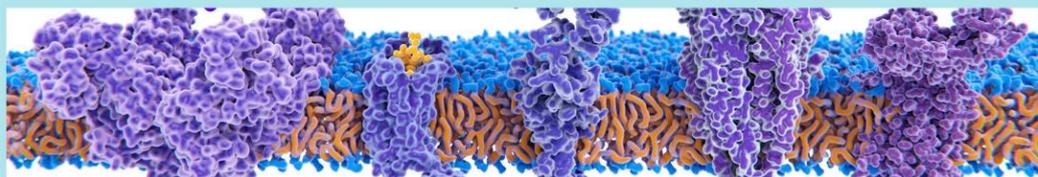
Prof. Dr. Elton Casado Fireman (Cedu/Ufal)



SUMÁRIO



Apresentação	6
O que é uma SEI?	7
Ensino de Biologia Celular	10
Membrana Plasmática	11
Luz, câmera, ação	14
Referências	25



Apresentação

Dada a complexidade do processo de aprendizagem, é preciso ensinar aos estudantes para além dos conteúdos em si. Desenvolver a autonomia e tomada de decisão torna-se propício para que se possa compreender os porquês e como de se estudar e fazer Ciência (CARVALHO, 2013).

A necessidade de contextualização e metodologias ativas críticas e reflexivas é essencial para a motivação e assimilação de conceitos das Ciências. Por isso, uma aula investigativa, na qual os aprendizes precisam buscar dados, analisá-los e avaliar soluções traz um melhor desenvolvimento de repertório de habilidades intelectuais (CARVALHO, 2013; KRASILCHIK, 2008).

Percebe-se o Ensino de Ciências por Investigação como promissor para a Educação, que necessita de rigoroso planejamento fundamentado, pelo qual é possível a superação do conhecimento ingênuo em um conhecimento mais elaborado (CARVALHO, 2013).

Isto porque, é necessário levar aos discentes o caráter dinâmico e perecedouro dos saberes científicos, promovendo na sala de aula uma familiarização das práticas científicas com a maneira de essa área articular a sua construção do conhecimento (POZO; CRESPO, 1994; DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000).

Assim, este material busca auxiliar professores de Biologia da 1ª série do Ensino Médio a partir de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) voltada para o conteúdo de transporte através da Membrana Plasmática.

Deste modo, este material diagramado da plataforma Canva (<https://www.canva.com/>), além de trazer a SEI pronta para utilização em sala de aula também contempla saberes que auxiliarão na construção de novas SEI.



O que é uma SEI?

Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

A SEI pode ser considerada uma Sequência Didática (SD), pois são atividades organizadas, ordenadas, estruturadas e articuladas para efetivar determinados objetivos educacionais (ZABALA, 1998).

Porém, além disso, deve seguir algumas etapas específicas, priorizando a participação ativa do discente no processo de investigação (CARVALHO, 2013).



ETAPAS

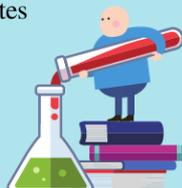
1. PROBLEMA: Introduz o aprendiz no tópico desejado.

Distribuição do material experimental ou teórico. A turma deverá ser dividida em grupos de até 5 pessoas para pensar e trabalhar com variáveis relevantes ao tópico.



2. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA:

Ação manipulativa dos estudantes com o material disponível (experimental ou não) para conseguir responder o problema.



3. SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Leitura complementar ao problema, momento de organização coletiva do conhecimento construído. Desenvolve a linguagem formal e os conceitos em mais adequados cientificamente.

4. AVALIAÇÃO:

“Escrever e desenhar” (CARVALHO, 2013, p. 12). Trata-se de todo momento de demonstração de aprendizagem individual.





Para saber mais sobre as etapas

1. PROBLEMA:

Pode ser experimental, de demonstração investigativa (quando oferece riscos caso manipulado por discentes) ou não experimentais (analisar dados de rótulo de alimentos, por exemplo).

Precisa ser instigante, contextualizado, muito bem planejado e pautado em referenciais teóricos.

Deverá ser capaz de oportunizar levantamento de várias hipóteses.

2. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA:

Neste momento o mais importante é a ação manipulativa, o teste das hipóteses levantadas em grupo, não o conceito em questão. Errar se torna importante neste processo, por identificar incoerências nas hipóteses e por dar confiança ao que é certo.

3. ATIVIDADE DE SISTEMATIZAÇÃO:

O professor deve extrair o máximo de informações referentes ao que foi construído, a partir de perguntas envolvendo o COMO e o PORQUÊ.

Deve ser notável a importância, para os estudantes, de conceitos específicos para definir o que observaram, dado que os termos informais serão insuficientes.

4. AVALIAÇÃO: Também chamada de "Escrever e Desenhar", devido à análise sobre a forma de se expressar por meio da escrita (argumentação) e desenho (criatividade). De acordo com os objetivos de ensino devem ser avaliados: termos, noções científicas, ações e processos das ciências, além das atitudes ao longo das atividades, pois trata-se de uma avaliação formativa. Deve proporcionar ao estudante autoavaliação sobre seus avanços e conquistas ao longo da SEI. São três os tipos de aprendizagens:

- Conceitual: Compreensão sobre o objeto de estudo.
- Procedimental: Identificação na sua manipulação respostas para o fenômeno estudado.
- Atitudinal: Pautada em ações, como esperar a sua vez, considerar a fala dos colegas, por exemplo.

(CARVALHO, 2013, p. 12).





Os porquês da SEI:

DOIS MOTIVOS IMPULSIONAM A MUDANÇA NA FORMA DE MEDIAÇÃO DE INFORMAÇÕES, SEGUNDO CARVALHO (2013):

Aumento gradativo na produção de conhecimento;

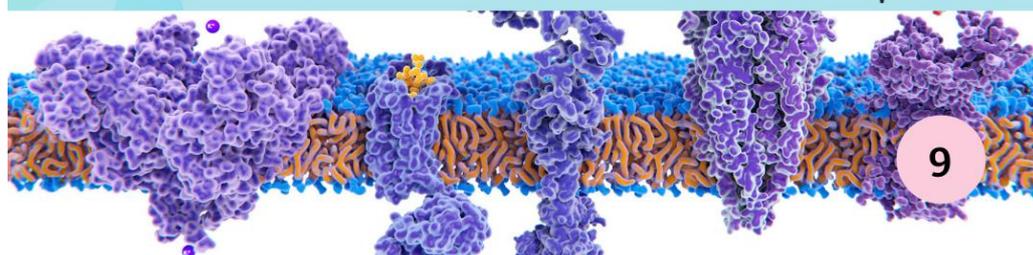
Estudos de psicólogos e epistemólogos sobre a forma como se constrói, individual ou socialmente, o conhecimento.

AS NECESSIDADES QUE IMPULSIONAM A CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI), CONFORME CARVALHO (2011):

Ultrapassar o trabalho com construtos científicos;

Disseminar a cultura científica;

Ensinar aos estudantes como construir conhecimento.



Ensino de Biologia Celular



Inspirações para o conteúdo de Membrana Plasmática

APRESENTAÇÃO

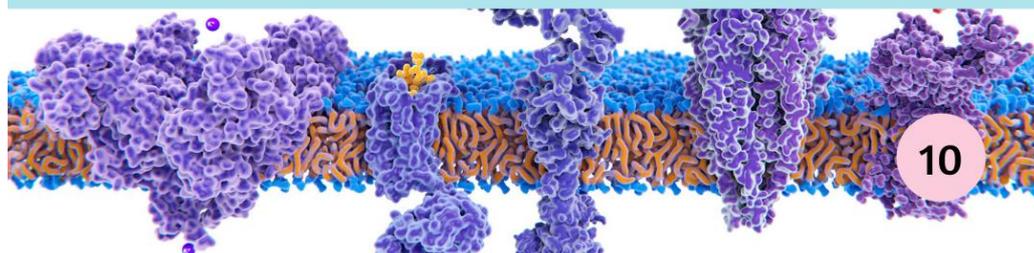
A principal dificuldade do ensino de Biologia Celular e Molecular é a incapacidade de visualizar fenômenos discutidos durante as aulas.



Além disso, os estudantes se deparam com grande massa de conteúdos, nomes, conceitos, sendo que a maioria deles caracterizados como “objetos sem atributos observáveis diretamente (OSAOD)” (FOGAÇA, 2006, p. 10).

Grande parte da dificuldade de aprendizagem de Biologia, assim como em outras Ciências, se deve ao fato de que os conceitos e os processos são analisados como fatos e dados, que precisam ser registrados de maneira literal, sem fazer associação com seus próprios conhecimentos prévios (COLL *et al.*, 2000).

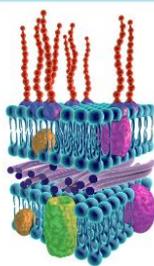
Não se trata apenas sobre um conteúdo isoladamente estudado, com precisão em cada termo que o define, mas em promover uma melhor assimilação do objeto de conhecimento, rumo a conquista de uma visão ampla do complexo, um conhecimento elaborado.



Membrana Plasmática

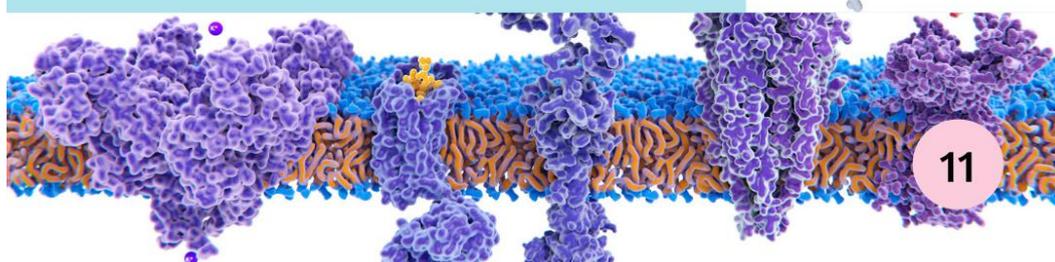
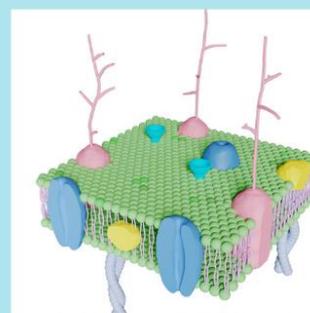


Uma das características gerais dos seres vivos é a composição celular. A célula é a menor unidade morfológica e funcional dos seres vivos, mas jamais existiria sem a Membrana Plasmática.



Afinal, todas as estruturas de uma célula são envoltas por uma Membrana Celular (plasmalema ou Membrana Plasmática). Trata-se, assim, de uma bicamada lipídica, intercalada por proteínas integrais, proteínas de membrana, e também, glicoproteínas, colesterol, entre outras biomoléculas que se arranjam em um mosaico fluido.

De modo geral, "[...] as membranas celulares são estruturas dinâmicas, fluidas e a maioria de suas moléculas move-se no plano da membrana. As moléculas lipídicas são organizadas como uma camada dupla contínua de cerca de 5 nanômetros (5nm) de espessura. Esta bicamada lipídica proporciona a estrutura fluida básica da membrana e atua como uma barreira relativamente impermeável à passagem da maioria das moléculas solúveis em água. As moléculas proteicas que atravessam a bicamada lipídica medeiam quase todas as funções da membrana, por exemplo, transportando moléculas específicas através dela" (ALBERTS *et al.*, 2017, p. 617).





Membrana Plasmática

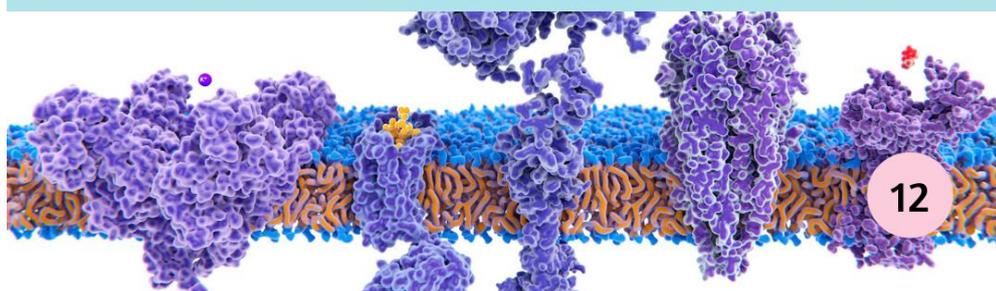
Somente observada com o auxílio da microscopia eletrônica, a delgada camada que reveste todas as células nem sempre foi compreendida conforme seu modelo atual. De acordo com Moreira (2014) e Reis (2015), logo após a descoberta dos lipídios como um dos seus principais constituintes, devido as investigações de Overton, em 1895, novos dados foram surgindo.

Assim, Langmuir, em 1897, ao isolar moléculas de lipídios da membrana propôs um modelo monomolecular de lipídios (REIS, 2015). Depois de mais experiências a disposição dos lipídios em uma bicamada fosfolipídica, esta foi confirmada por Gorter e Grendel, em 1925 (REIS, 2015). Constataram ainda que suas extremidades apolares hidrofóbicas estariam voltadas para o interior da membrana e as extremidades polares, hidrófilas, estariam voltadas para o exterior (MOREIRA, 2014; REIS, 2015).

Danielli e Davson, 1935, baseados em estudos de permeabilidade e de tensão superficial da membrana, propuseram uma estrutura um pouco mais complexa. A bicamada fosfolipídica seria revestida, externa e internamente, por uma camada proteica associada às extremidades polares hidrófilas dos fosfolipídios (MOREIRA, 2014; REIS, 2015).

Mais tarde, em 1950, chegaram à conclusão de que a bicamada fosfolipídica teria interrupções, os poros, revestidos internamente por proteínas que permitiam a passagem de substâncias polares através da membrana e as não polares atravessariam a bicamada diretamente (MOREIRA, 2014; REIS, 2015).

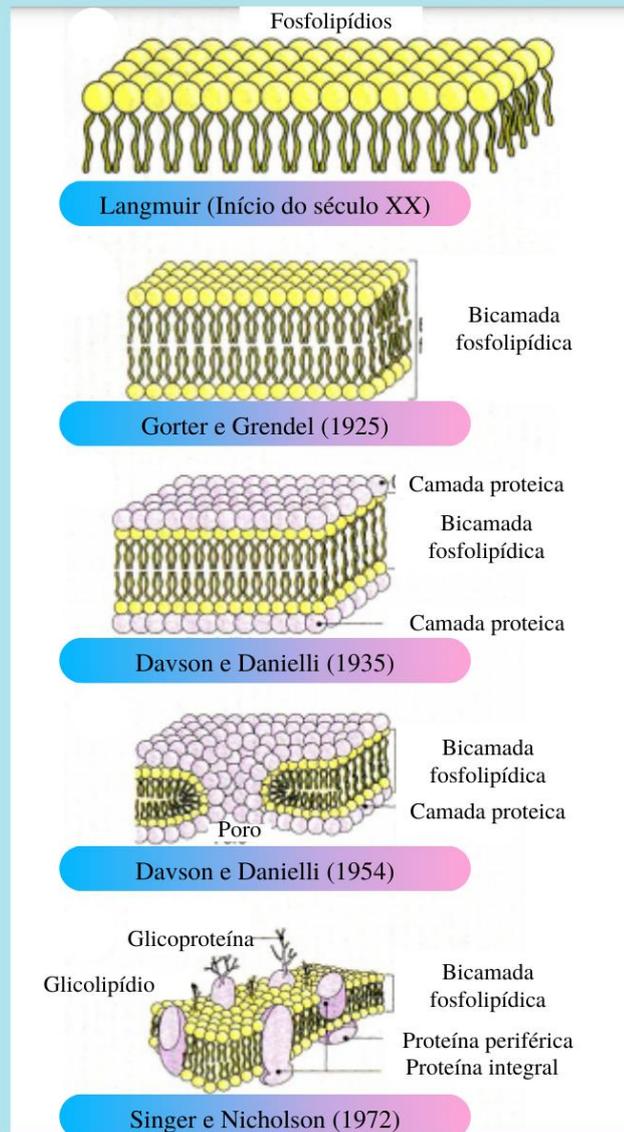
Em 1972, Singer e Nicholson propuseram o modelo do mosaico fluido, reconhecendo a abundância de fosfolipídios, que formam a bicamada lipídica, com outras moléculas inseridas nela, que se agrupam como um mosaico. Atualmente, este é o modelo mais aceito cientificamente (MOREIRA, 2014; REIS, 2015; ALBERTS et al., 2017).



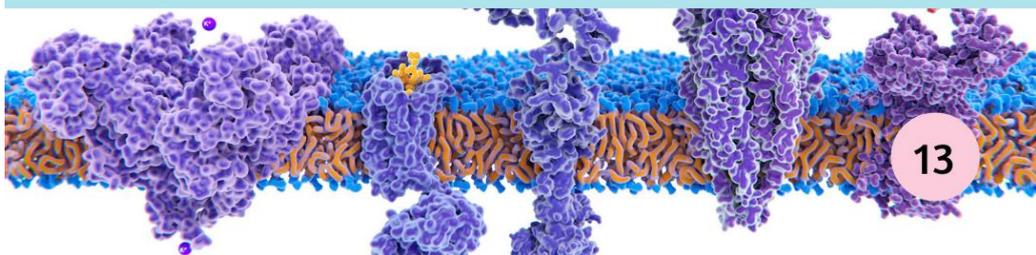


Membrana Plasmática

Modelos da Membrana Plasmática ao longo do tempo



Fonte: Autora, 2020, adaptado de Reis, 2015, p. 8.





Luz, câmera, ação!

OBJETO DE CONHECIMENTO:

- TRANSPORTE ATRAVÉS DA MEMBRANA PLASMÁTICA

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: Compreender sua estrutura básica e a importância da Membrana Plasmática para os processos biológicos; compreender como ocorre o transporte de substâncias através da mesma.

DURAÇÃO: 3h/AULA

RECURSOS:

- KIT manipulativo de Membrana Plasmática;
- Textos de apoio;
- Imagem suporte para o problema.
- Link de vídeo em Recurso Educacional Aberto (YouTube)
- Sal, batata, água, corante e óleo.

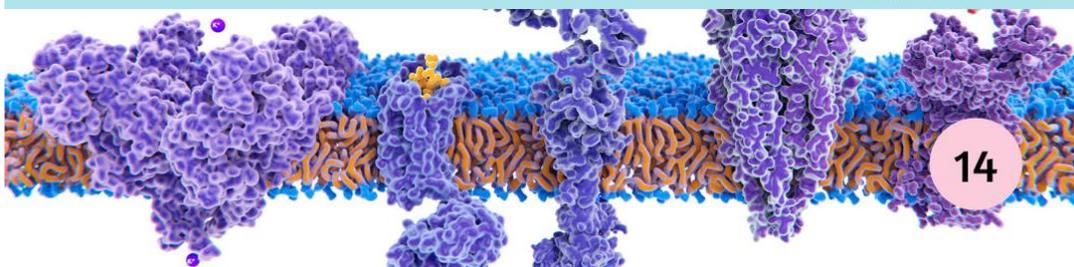
TURMA: 1ª Série do Ensino Médio (EM)

Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio:

- 1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
- 2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
- 3: Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais, e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)

Fonte: Brasil, 2015.



Luz, câmera, ação!

COMPETÊNCIA 3 (BNCC)

HABILIDADES

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

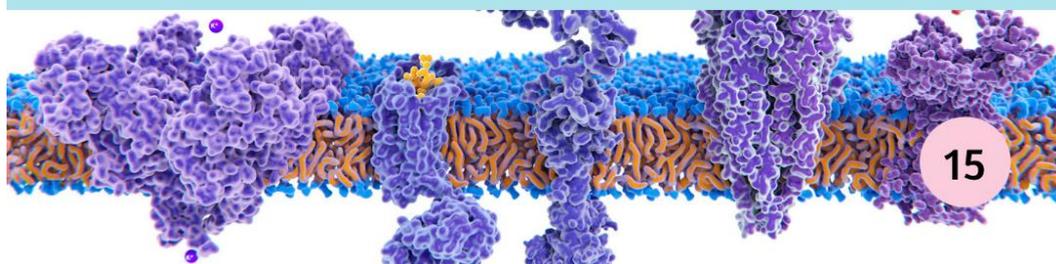
(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

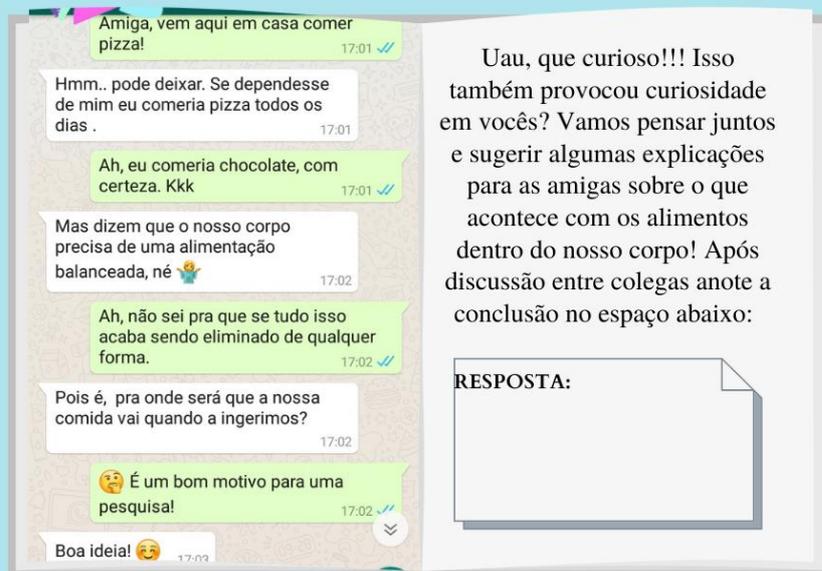
(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Fonte: Brasil, 2015.



1. PROBLEMA: Como as substâncias entram e saem das células?

- Espere para mencionar o problema após a discussão sobre a conversa do WhatsApp!
- Distribuir cópias de uma suposta conversa pelo WhatsApp entre os grupos. Isto introduzirá aspectos voltados para o tema sem mencioná-lo.
- Lembre-se é importante, primeiramente, despertar interesse para que a aprendizagem possa acontecer.
- Em nenhum momento fale sobre a temática central desta SEI.
- O material do estudante estará organizado da seguinte forma:



The image shows a WhatsApp chat conversation on the left and a text prompt on the right. The chat messages are as follows:

- Amiga, vem aqui em casa comer pizza! 17:01 ✓✓
- Hmm.. pode deixar. Se dependesse de mim eu comeria pizza todos os dias . 17:01
- Ah, eu comeria chocolate, com certeza. Kkk 17:01 ✓✓
- Mas dizem que o nosso corpo precisa de uma alimentação balanceada, né 🤔 17:02
- Ah, não sei pra que se tudo isso acaba sendo eliminado de qualquer forma. 17:02 ✓✓
- Pois é, pra onde será que a nossa comida vai quando a ingerimos? 17:02
- 🤔 É um bom motivo para uma pesquisa! 17:02 ✓✓
- Boa ideia! 🤔 17:03

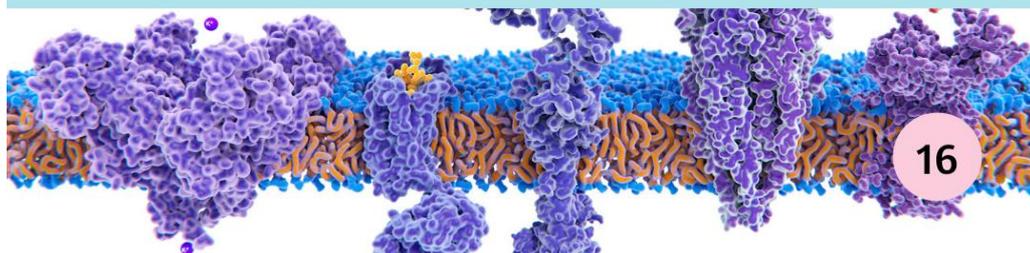
On the right, the text prompt reads: "Uau, que curioso!!! Isso também provocou curiosidade em vocês? Vamos pensar juntos e sugerir algumas explicações para as amigas sobre o que acontece com os alimentos dentro do nosso corpo! Após discussão entre colegas anote a conclusão no espaço abaixo:"

Below the text is a box labeled "RESPOSTA:" with a corner folded over, indicating a space for the student's answer.

- O professor deve orientar os estudantes a lerem a conversa com atenção e construírem possíveis explicações.
- É importante que haja discussão entre todos os membros de cada equipe.
- Dado um tempo de 10 minutos, o professor deverá solicitar explicação a respeito da problema.

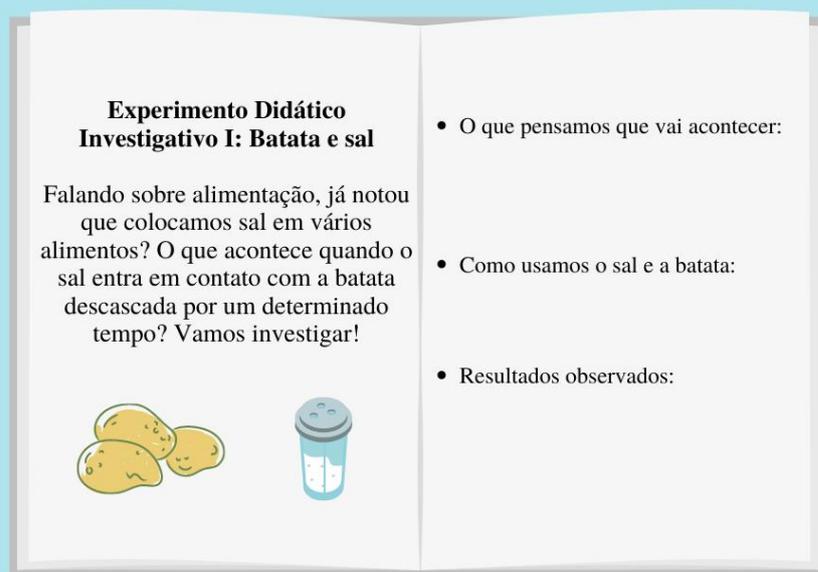
SUGESTÃO DE PERGUNTAS: após terminar as discussões.

- O local para onde vão os nutrientes precisam de uma alimentação balanceada para quê?
- Vocês conseguiram explicar para as meninas para onde vai o que comemos?
- O que acontece com o alimento depois que comemos?
- Tudo o que comemos é eliminado nas fezes?



2. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA: Ação manipulativa

PROBLEMA: Como as substâncias entram e saem das células?



Será distribuído igualmente para cada grupo uma batata cortada ao meio e uma certa quantidade de sal, com uma colher para manuseio.

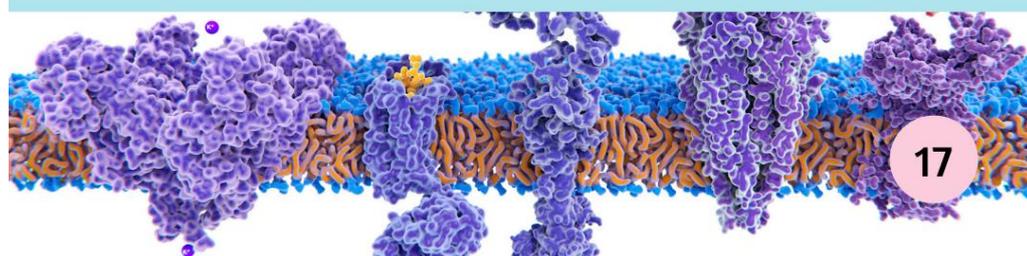
A. Manipulação: 20 minutos

B. Haverá elaboração e teste de hipótese e discussão entre os grupos

C. Deverá ser analisado se todos estão participando e interagindo ao longo da experimentação.

SUGESTÃO DE PERGUNTAS

A batata é composta por células? Como utilizaram o sal e a batata? O que aconteceu com a batata e com o sal? Por que aconteceu isso?



2. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA: Ação manipulativa

PROBLEMA: Como as substâncias entram e saem das células?

**Experimento Didático
Investigativo II:
água, óleo e corante**

Aproveitando a mão na massa, o que será que acontece se misturarmos corante, água e óleo? É interessante analisar de diferentes formas, em três copos, como mostram as figuras abaixo.



- O que pensamos que vai acontecer:

- Como usamos o óleo, a água e o corante:

- Resultados observados:

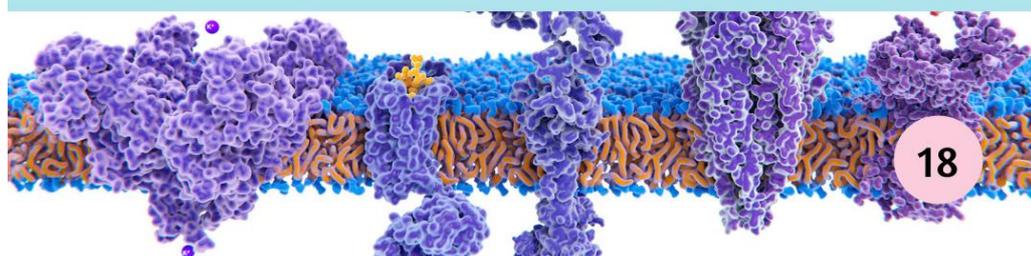
Será distribuído igualmente para cada grupo: três copos descartáveis, corante, óleo e água para manipulação.

- **MANIPULAÇÃO:** 10 minutos

SUGESTÃO DE PERGUNTAS:

Quantas gotas de corante foram colocadas? O que aconteceu a medida em que foram colocando o corante? Qual a interação entre o corante, a água e o óleo?

A medida em que os estudantes forem respondendo a discussão se aprofundará e indicará ao professor as dificuldades e grau de compreensão sobre a temática.



2. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA: Ação manipulativa

PROBLEMA: Como as substâncias entram e saem das células?

Experimento Didático Investigativo III: Kit Manipulativo de Membrana Plasmática

Tomando-se as estruturas disponíveis para a experimentação, vocês deverão organizá-las formando uma barreira para que as miçangas (substâncias) consigam passagem para equilibrar suas proporções em cada lado dela. Mas para isso deve seguir as instruções abaixo:

- 1) A parte amarela tem afinidade com água, mas as projeções não = FOSFOLIPÍDIOS.
 - 2) A estrutura rosa tem passagem para apenas um tipo de miçanga (água) = AQUAPORINA.
 - 3) As estruturas roxas podem abrir na presença de dois elementos (2 entram e 3 saem) = BOMBA DE SÓDIO E POTÁSSIO.
 - 4) Miçangas = Água (que fica dos dois lados da barreira).
 - 5) Miçangas cor de vinho (sódio) e miçangas verdes (potássio).
- PODE DESENHAR NO ESPAÇO DAS QUESTÕES*

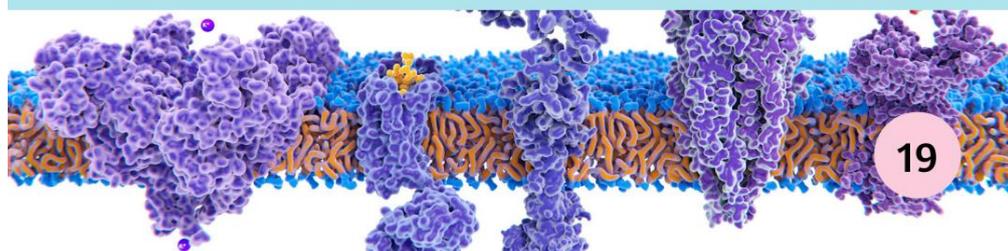


- MANIPULAÇÃO: 20 minutos

SUGESTÃO DE PERGUNTAS

Para que essa barreira seria útil? Em uma célula essa barreira seria o que? Cada estrutura representaria o que? As miçangas poderiam ser o que?

MODELO ESPERADO:



3. SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO: PARA SABER MAIS!

Bom, caro colega professor, neste momento os estudantes terão tido as oportunidades experimentais para resolver o problema proposto.

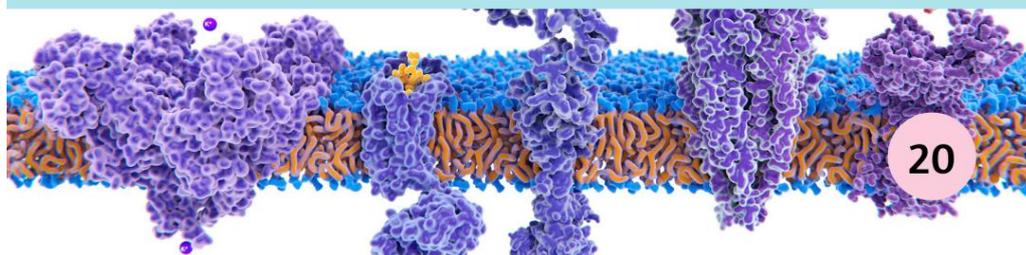
Agora deverá ser feito o seguinte:

- Recolher material;
- Desfazer os grupos;
- Organizar grupo para um debate (se possível em círculo);
- Relembrar o que foi feito;
- Colaborar na construção do conhecimento, fazendo perguntas de "como" e "por que" de suas ações manipulativas, orientando os estudantes para uma tomada de consciência e avanço na linguagem da Biologia.

SUGESTÃO DE PERGUNTAS:

1. Como vocês conseguiram solucionar os problemas? Quais as respostas que elaboraram? Os experimentos contribuíram de que forma?
2. Afinal, o que acontece com o alimento quando o ingerimos?
3. Qual a etapa chamou mais atenção?

TEMPO ESTIMADO: 30 minutos



3. SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO: PARA SABER MAIS!

Por que precisamos de uma alimentação equilibrada?

Cada alimento é composto por diversas substâncias como água, sais minerais, proteínas, carboidratos, vitaminas e lipídios. Você já deve ter ouvido alguém falar, por exemplo, que é importante comer determinados alimentos para evitar algumas doenças ou para melhor regular seu organismo.

Como são muitos, para conseguir todos os nutrientes que possibilitam um bom funcionamento do corpo é importante ter uma alimentação balanceada, ou seja, diversificada e equilibrada, evitando aquelas substâncias que não são necessárias em excesso. Ainda assim, como os nutrientes são aproveitados pelo nosso corpo?

Para que o nosso organismo funcione adequadamente, cada célula precisa receber a matéria-prima necessária para realizar atividades como respirar, caminhar, estudar, ver, ouvir e assim por diante. Assim, os nutrientes são os “combustíveis” das células. Sem eles nosso motor, quer dizer, nosso corpo não funciona e começa a falhar, o que pode vir a se tornar grandes problemas, como o aparecimento de doenças.

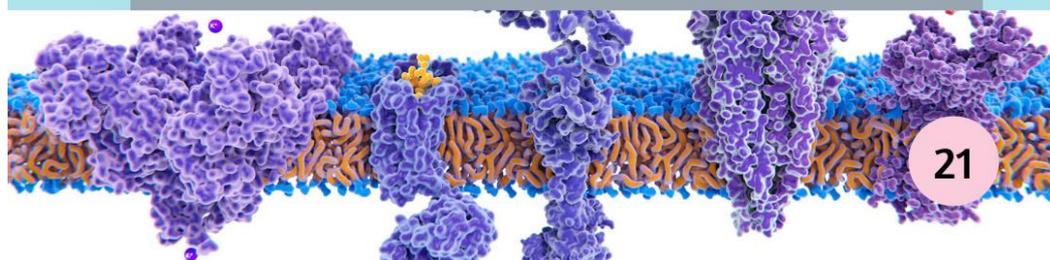
Entretanto, a maioria das substâncias presente nos alimentos são muito grandes e precisam passar por um processo chamado de digestão, que é responsável por reduzir o alimento em minúsculas substâncias e somente assim elas conseguem, lá no intestino, atravessar as células. As células do intestino são especializadas em absorver, elas têm projeções que se preenchem com mais nutrientes, os quais entram nas células através de sua membrana plasmática.

Quando os nutrientes são pequenos e conseguem passar facilmente pela membrana celular sem gasto de energia é chamado de Transporte Passivo, é o caso da água (por osmose) e de algumas partículas (difusão simples e difusão facilitada). Quando há gasto de energia chama-se Transporte Ativo, geralmente associado ao transporte por meio de vesículas (grandes “sacos” de substâncias) ou por meio de proteínas que formam uma passagem pela membrana celular.

Fonte: Autora, 2020.

- A leitura deverá ser feita por um ou mais estudantes;
- Ao término buscar relacionar a leitura às experimentações com os estudantes;
- O que vocês entenderam sobre o texto?
- O que se relaciona com o problema que solucionamos?

TEMPO ESTIMADO: 25 minutos



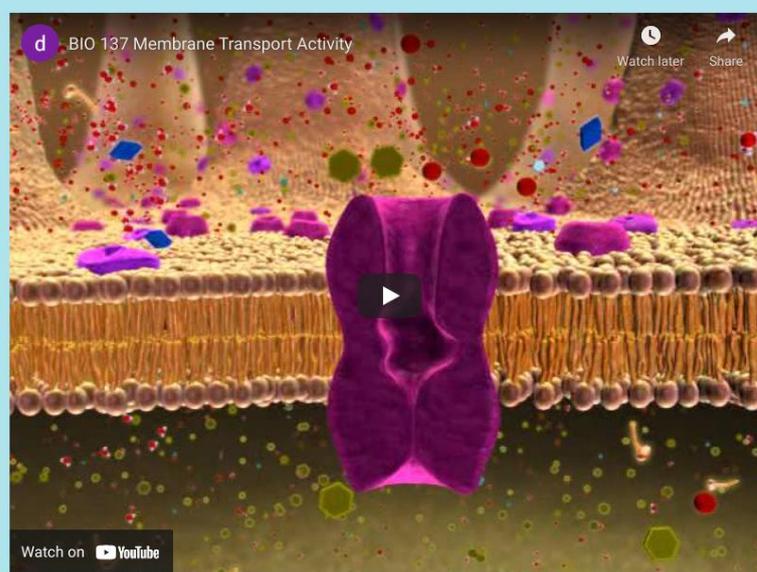
3. SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO: PARA SABER MAIS!

VÍDEO ANIMAÇÃO:

BIO 137 Membrane Transport Activity -

(Vídeo de animação sobre o transporte através da Membrana Plasmática) - Recursos Educacionais Abertos (REA) - Auxílio para o professor.

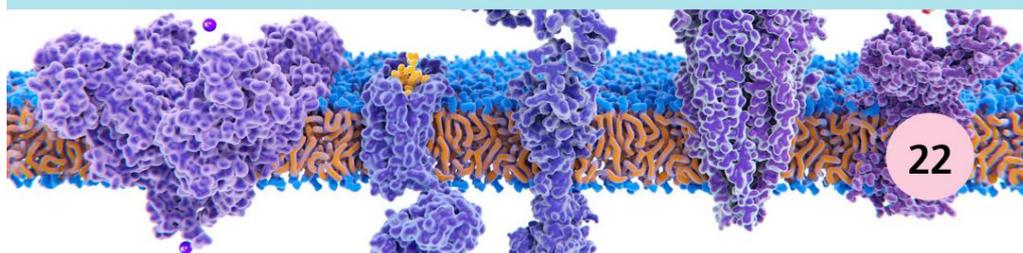
4min35s



Fonte: BIO 137 Membrane Transport Activity.

O que entenderam sobre o vídeo?

- Instigar os estudantes a refletir e expor sua percepção sobre o vídeo.
- Fazer esclarecimentos, quando necessário.
- Lembre-se que esta é a etapa de adequação da compreensão sobre os conceitos e processos relacionados à Membrana Plasmática.
- TEMPO ESTIMADO: 10 minutos



O suor: Uma atividade controlada pela membrana

Você já parou para pensar o porquê suamos?

Você até poderia responder que é a maneira que o nosso organismo encontra para reduzir o calor corpóreo e nisso você está certo. Mas, você sabe como isso acontece?

Pois bem, a membrana plasmática é fundamental nessa história!

Todos sabemos que uma das características das células vivas é sua capacidade de controlar o que entra e sai do seu interior e isso é feito através da membrana celular, ou seja, é a característica e composição da membrana que permite esse fenômeno.

Quando uma pessoa realiza atividades normais, a membrana de suas células não permite que muita água entre ou saia. Porém, quando realizamos exercícios físicos, poros especiais formados por proteínas da membrana celular conhecidas como aquaporinas, abrem-se, assim como outros canais que possibilitam a passagem de íons (como sódio, potássio etc.), que participam na formação do suor.

Com essas aberturas, água e íons atravessam as células até atingir o ducto das glândulas sudoríparas, chegando à superfície da pele, possibilitando assim, a excreção do suor.

As membranas são estruturas dinâmicas que realizam papéis fisiológicos permitindo a interação entre as células e, com moléculas do ambiente, regulando o tráfego iônico e molecular dentro e fora da célula, conhecido como permeabilidade seletiva. Essa permeabilidade é uma importante característica da vida.

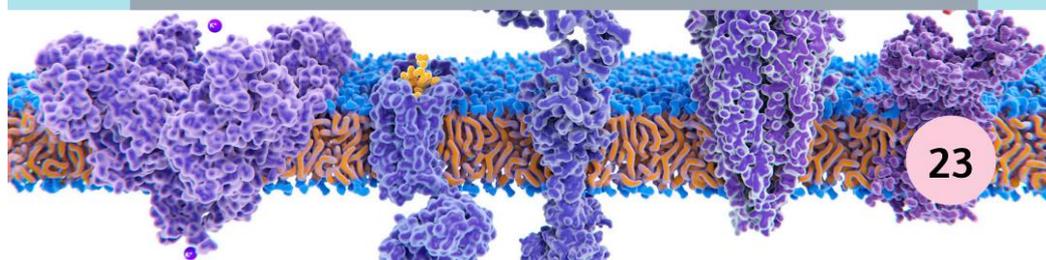
As pessoas que vivem em regiões quente, adquirem um maior número de glândulas sudoríparas do que as que vivem em regiões frias. Tente pensar sobre este fato e através das informações aqui contidas comente com os seus colegas como isso ocorre.

Fonte: O suor: uma atividade controlada pela membrana, 2009.

O que entenderam sobre o texto?

- Lembre-se que esta é a etapa de adequação da compreensão sobre os conceitos e processos relacionados à Membrana Plasmática. O que for sendo levantado norteará a discussão.

TEMPO ESTIMADO: 25 minutos

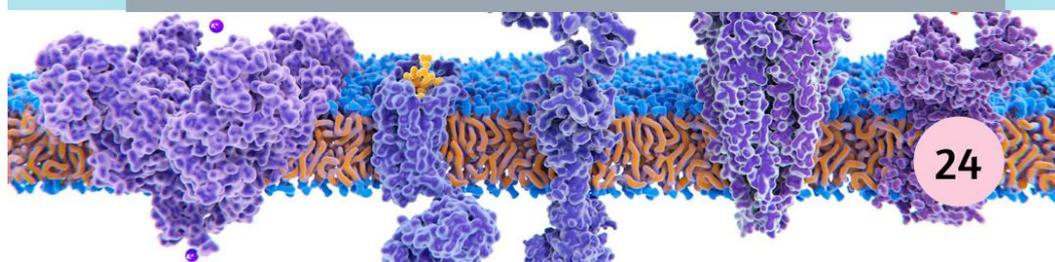


ESCREVER E DESENHAR: (individual)

- Individualmente os estudantes responderão as questões abaixo.
- As respostas poderão ser analisadas de acordo com os Indicadores de Alfabetização Científica de Sasseron (2015); fornecerão dados para que o professor identifique avanços individuais quanto a capacidade de argumentação, concepções espontâneas, aprendizagem atitudinal, conceitual e procedimental.

TEMPO ESTIMADO: 1 hora

1. Quais são os processos do corpo humano em que a membrana plasmática tem participação? Justifique.
2. O modelo da Membrana Plasmática aceito pela Ciência atualmente foi proposto por Singer e Nicholson e denomina-se Modelo do Mosaico Fluido. Isto porque, ela é formada por várias substâncias agrupadas de forma semelhante a um mosaico, com propriedades que permite movimento e fluidez. Desenhe este modelo no espaço abaixo e identifique algumas de suas estruturas:
3. Uma das propriedades da Membrana Plasmática é a permeabilidade seletiva, que permite à célula selecionar tudo o que entra ou sai. Faça um desenho que ilustre o Transporte Passivo (Osmose, Difusão facilitada e Difusão simples) e Transporte Ativo (por vesículas e por bomba de sódio e potássio).
4. Qual a importância da Membrana Plasmática para as diferentes células presentes em todos os seres vivos?
5. Veja que curioso! A mãe de João observou que as alfaces estavam murchas, então as colocou em um recipiente com água. Ao passar alguns minutos elas voltaram a ficar bonitas, deixando aquela aparência. Explique a relação deste fato com a membrana plasmática.
6. Você sabia que algumas células de defesa do nosso organismo podem englobar e destruir partículas ou microrganismos causadores de doenças? Pois é, é assim que nos livramos de alguns invasores. Semelhante a este processo está a forma como as células absorvem nutrientes e outras macromoléculas. Este processo é ativo ou passivo? Explique.
7. Defina os tipos de transportes através da membrana plasmática dos processos abaixo:
 - a) Entrada de oxigênio na célula (sem gasto de energia):
 - b) Entrada de glicose, retirada de alimentos, para dentro das células intestinais (sem gasto de energia) contra o gradiente de concentração (do meio menos concentrado para o mais concentrado):
 - c) Passagem de água de um vaso apenas com água (meio menos concentrado) para as células de uma flor (meio mais concentrado):
 - d) Passagem de sódio para o meio extracelular (mais concentrado em sódio) ao mesmo tempo em que há entrada de potássio para o meio intracelular (com gasto de energia):



REFERÊNCIAS

ALBERTS, B. *et al.* **Biologia molecular da célula**. 6 ed., Porto Alegre: Artmed, 2017.

BIO 137 Membrane Transport Activity. 1 vídeo (4,6 min). **Publicado pelo canal debatbctc**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YfoiHrv57b0&t=39s>. Acesso: 05 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_vers_aofinal_site.pdf. Acesso em: 27 mar. 2020.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COLL, C., POZO, J. I., BERNABÉ, S., VALLS, E. **Os conteúdos na reforma**: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

FOGAÇA, M. **Papel da interferência na relação entre modelos mentais e modelos científicos de célula**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação de São Paulo, USP, 2006.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

MOREIRA, Catarina. Membrana celular. **Revista de Ciência Elementar**, v. 2, n. 2, p. 0062, 2014.

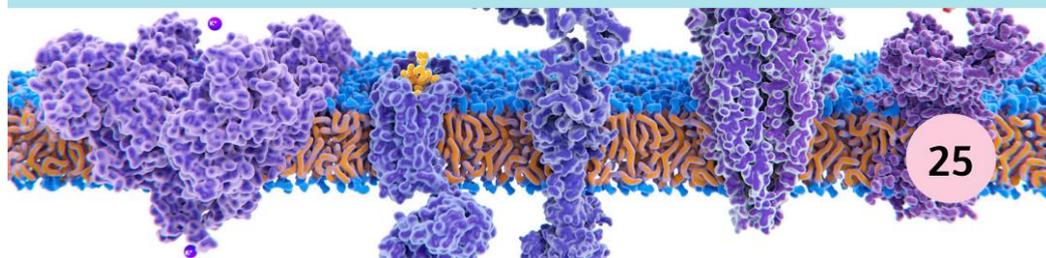
O SUOR: uma atividade controlada pela membrana. Santa Catarina. **Site de curiosidades**, 2009. Disponível em: <https://www.sitedecuriosidades.com/curiosidade/o-suor-uma-atividade-controlada-pela-membrana.html#>. Acesso em 24 abr. 2020.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 1994.

REIS, C. **História da Ciência**: Os diferentes modelos da membrana plasmática. 2015. Disponível em: <https://biogeol.files.wordpress.com/2008/04/67-resumobio1-membrana-plasmatica.pdf>. Acesso em 20 mar. 2021.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe., p. 49-67, 2015.

ZABALA, A. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**. Porto Alegre: Artmed, 1998.



Produto Técnico Tecnológico – Volume 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

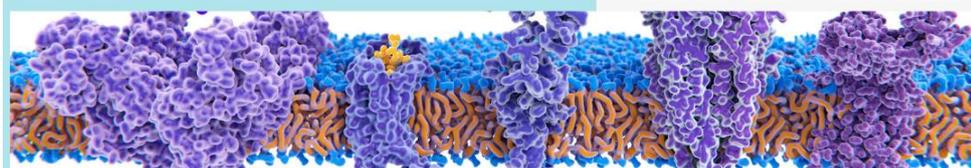
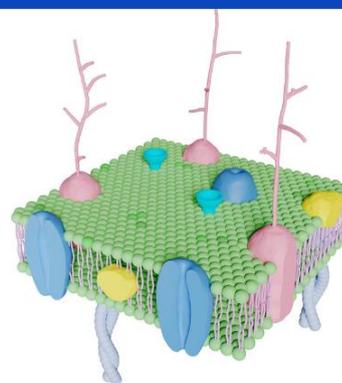


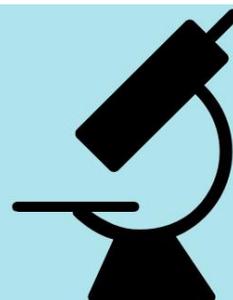
ANA GABRIELA CAVALCANTE PEREIRA SANTOS COSTA

Membrana Plasmática: uma experiência investigativa

VOLUME 2

Maceió





ANA GABRIELA CAVALCANTE PEREIRA SANTOS COSTA

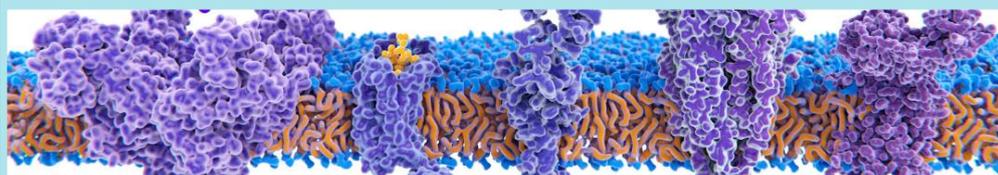
Membrana Plasmática: uma experiência investigativa



Produto Técnico Tecnológico apresentado à banca examinadora da dissertação, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM), como requisito parcial para a obtenção de título de mestre em Ensino de Ciências.

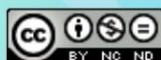
Orientadora: Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzoski

Maceió
2020





Membrana Plasmática: uma experiência investigativa de Ana Gabriela Cavalcante Pereira Santos Costa e Hilda Helena Sovierzoski está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.



Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

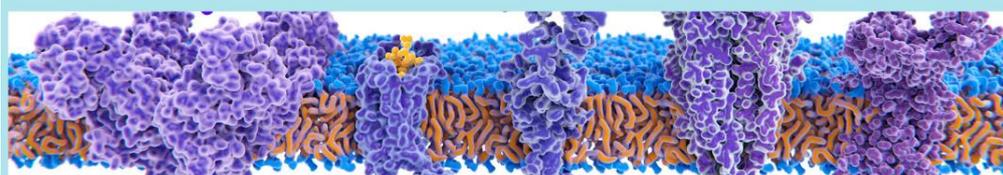
Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

C837e Costa, Ana Gabriela Cavalcante Pereira Santos.
 O ensino de membrana plasmática por investigação : uma abordagem didática para professores de biologia / Ana Gabriela Cavalcante Pereira Santos Costa. – 2020.
 99 f. : il. color. + material adicional (2 folhetos, [25], [17] f.)
 Orientadora: Hilda Helena Sovierzoski.
 Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Maceió, 2020.
 2 folhetos (produtos educacionais): Membrana plasmática: uma experiência investigativa, 2v.

Inclui bibliografias.

1. Biologia - Estudo e ensino. 2. Investigação científica. 3. Membrana celular. 4. Biologia (Ensino médio). I. Título.

CDU: 372.857.6





ANA GABRIELA CAVALCANTE PEREIRA SANTOS COSTA

“Membrana Plasmática: uma experiência investigativa”

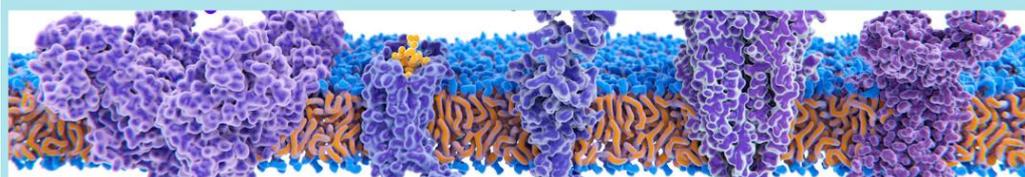
Produto Técnico Tecnológico apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovado em 04 de novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Hilda Helena Sovierzoski
Orientadora (ICBS/Ufal)

Prof. Dra. Simone Luccas (UENP)

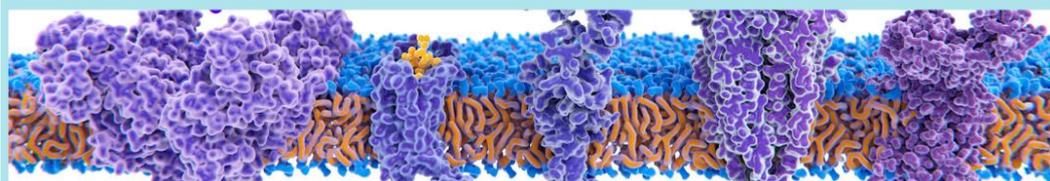
Prof. Dr. Elton Casado Fireman (Cedu/Ufal)



SUMÁRIO



Apresentação	6
Luz, câmera, ação!	7
Sistematização do Conhecimento	12
Escrever e Desenhar	16
Referências	18





APRESENTAÇÃO

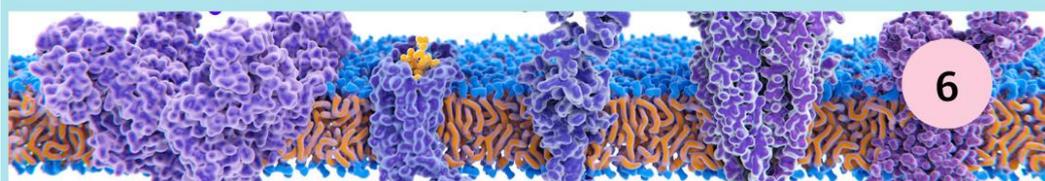
Olá, estudantes!

Sejam bem-vindos à nossa jornada investigativa que será incrível, divertida e muito construtiva. Todos desta sala são amigos, mas inicialmente vamos nos organizar em grupos de até 5 pessoas. Mas, calma! Logo mais, desfaremos os grupos e discutiremos sobre tudo o que fizemos e o conhecimento que adquirimos numa roda agradável de conversa.

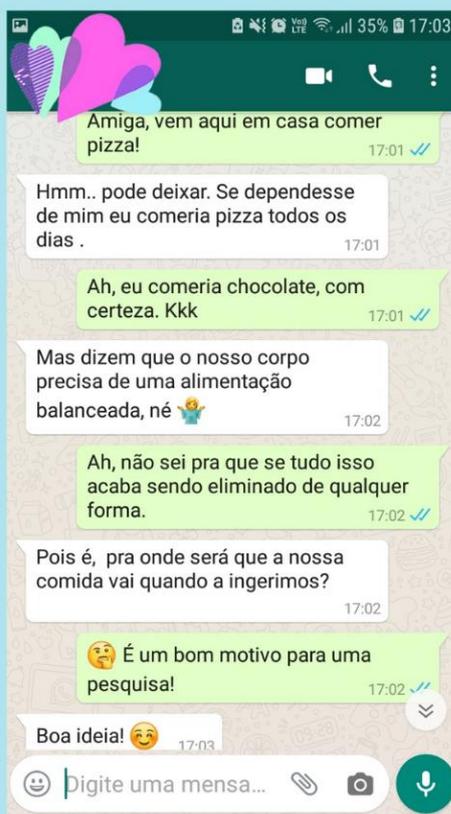
Para isso, a nossa investigação será dividida nas seguintes etapas:

- 1. PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA (pelo professor)
- 2. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA (em grupos)
- 3. SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO COLETIVO (discussões coletivas entre toda a sala, sem grupos formados)
- 4. ESCREVER E DESENHAR (individualmente)

Vamos lá!

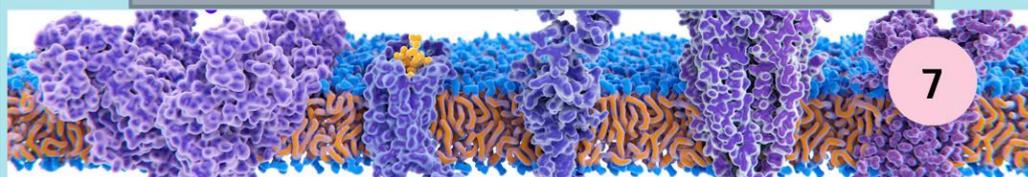


Luz, câmera, ação!



Uau, que curioso!!! Isso também provocou curiosidade em vocês? Vamos pensar juntos e sugerir algumas explicações para as amigas sobre o que acontece com os alimentos dentro do nosso corpo! Após discussão entre colegas anote a conclusão no espaço abaixo:

RESPOSTA:



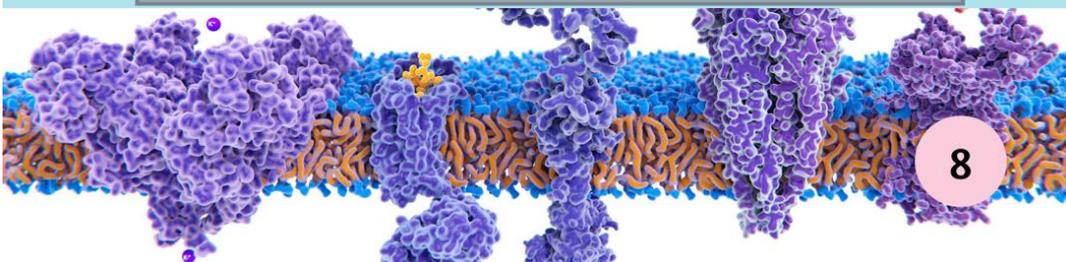


PROBLEMA: Como as substâncias entram e saem das células?

1. Experimento Didático Investigativo I: Batata e sal
Falando sobre alimentação, já notou que colocamos sal em vários alimentos? O que acontece quando o sal entra em contato com a batata descascada por um determinado tempo? Vamos investigar!



- O que pensamos que vai acontecer:
- Como usamos o sal e a batata:
- Resultados observados:

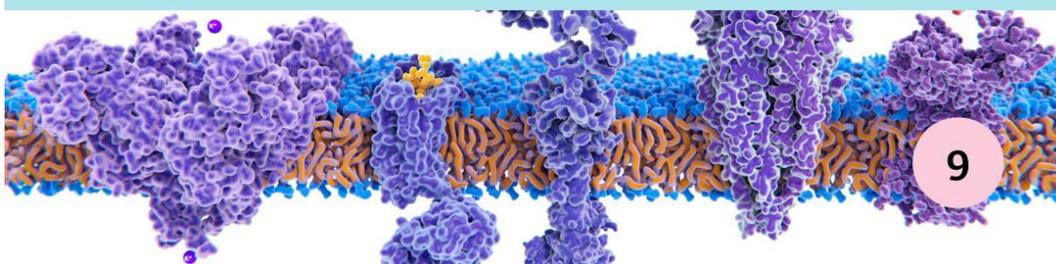


2. Experimento Didático Investigativo II: água, óleo e corante

Aproveitando a mão na massa, o que será que acontece se misturarmos corante, água e óleo? É interessante analisar de diferentes formas, em 3 copos, como mostra as figuras abaixo.



- O que pensamos que vai acontecer:
- Como usamos o óleo, a água e o corante:
- Resultados observados:

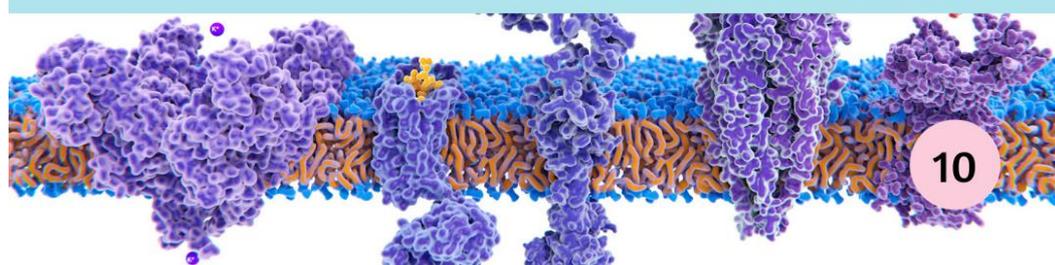


3. Experimento Didático Investigativo III: Kit Manipulativo de Membrana Plasmática

Tomando-se as estruturas disponíveis para a experimentação, vocês deverão organizá-las formando uma barreira para que as miçangas (substâncias) consigam passagem para equilibrar suas proporções em cada lado dessa barreira. Mas para isso deve seguir as instruções abaixo:

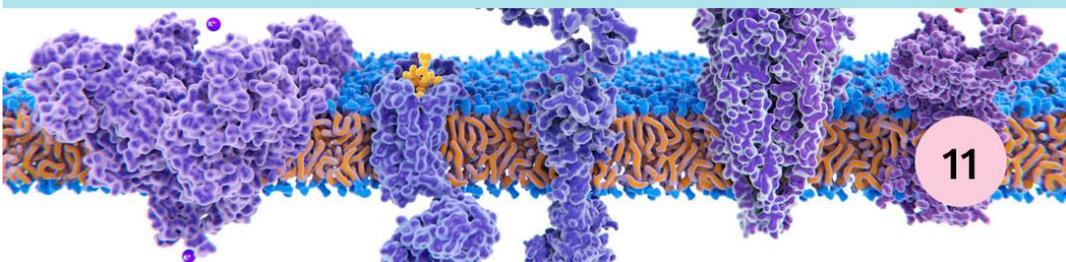
- 1) A parte amarela tem afinidade com água, mas as projeções não = FOSFOLIPÍDIOS.
- 2) A estrutura rosa tem passagem para apenas um tipo de miçanga (água) = AQUAPORINA.
- 3) As estruturas roxas podem abrir na presença de dois elementos (2 entram e 3 saem) = BOMBA DE SÓDIO E POTÁSSIO.
- 4) Miçangas = Água (que fica dos dois lados da berreira).
- 5) Miçangas cor de vinho (sódio) e miçangas verdes (potássio).

PODE DESENHAR NO ESPAÇO DAS QUESTÕES*





- O que pensamos que vai acontecer:
- Como usamos as estruturas:
- Resultados observados:





SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

PROBLEMA: Como as substâncias entram e saem das células?

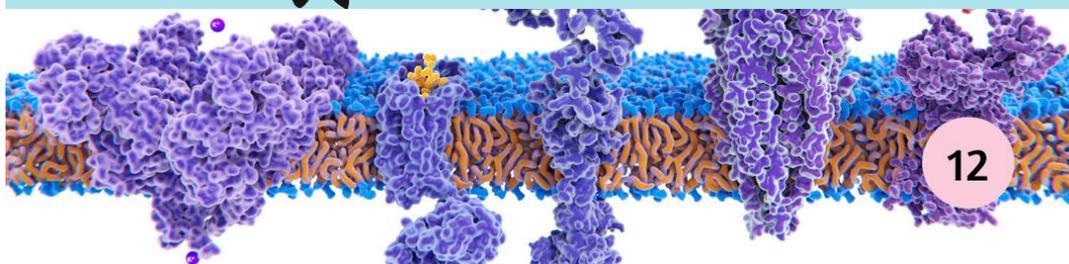
Depois de todas as experimentações vocês conseguiram resolver o problema?

Como vocês conseguiram resolver o problema?

Por que vocês fizeram as experimentações desta forma? Fariam diferente?

A sua forma de pensar inicial sofreu alguma mudança?

Vamos para leituras que ajudarão neste raciocínio!



PARA SABER MAIS!

Por que precisamos de uma alimentação equilibrada?

Cada alimento é composto por diversas substâncias como água, sais minerais, proteínas, carboidratos, vitaminas e lipídios. Você já deve ter ouvido alguém falar, por exemplo, que é importante comer determinados alimentos para evitar algumas doenças ou para melhor regular seu organismo.

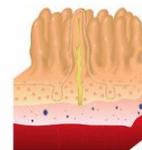
Como são muitos, para conseguir todos os nutrientes que possibilitam um bom funcionamento do corpo é importante ter uma alimentação balanceada, ou seja, diversificada e equilibrada, evitando aquelas substâncias que não são necessárias em excesso. Ainda assim, como os nutrientes são aproveitados pelo nosso corpo?

Para que o nosso organismo funcione adequadamente, cada célula precisa receber a matéria-prima necessária para realizar atividades como respirar, caminhar, estudar, ver, ouvir e assim por diante. Assim, os nutrientes são os “combustíveis” das células. Sem eles nosso motor, quer dizer, nosso corpo não funciona e começa a falhar, o que pode vir a se tornar grandes problemas, como o aparecimento de doenças.

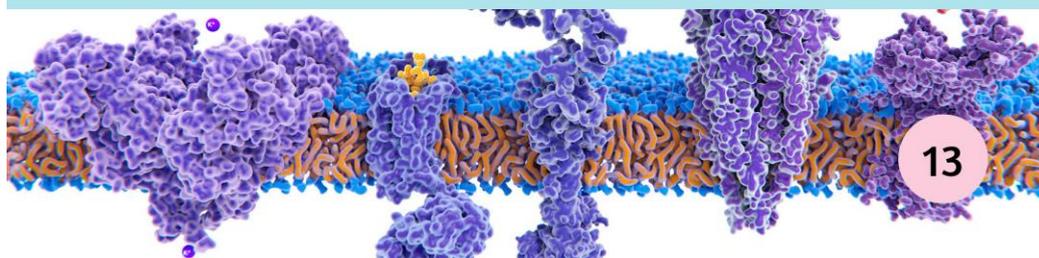
Entretanto, a maioria das substâncias presente nos alimentos são muito grandes e precisam passar por um processo chamado de digestão, que é responsável por reduzir o alimento em minúsculas substâncias e somente assim elas conseguem, lá no intestino, atravessar as células. As células do intestino são especialistas em absorver, elas têm projeções que se preenchem com mais nutrientes, os quais entram nas células através de sua membrana plasmática.

Quando os nutrientes são pequenos e conseguem passar facilmente pela membrana celular sem gasto de energia é chamado de Transporte Passivo, é o caso da água (por osmose) e de algumas partículas (difusão simples e difusão facilitada). Quando há gasto de energia chama-se Transporte Ativo, geralmente associado ao transporte por meio de vesículas (grandes "sacos" de substâncias) ou por meio de proteínas que formam uma passagem pela membrana celular.

Fonte: Autora, 2020.



Fonte: Carva, 2020



PARA SABER MAIS!

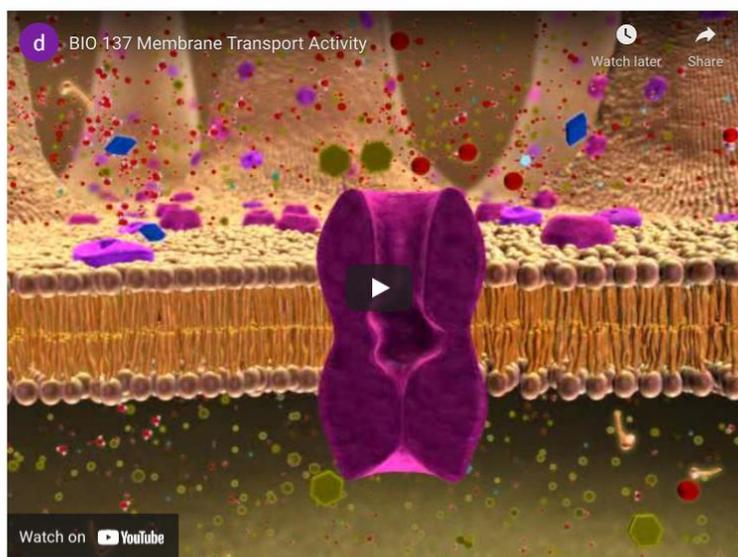
VÍDEO ANIMAÇÃO:

BIO 137 Membrane Transport Activity -

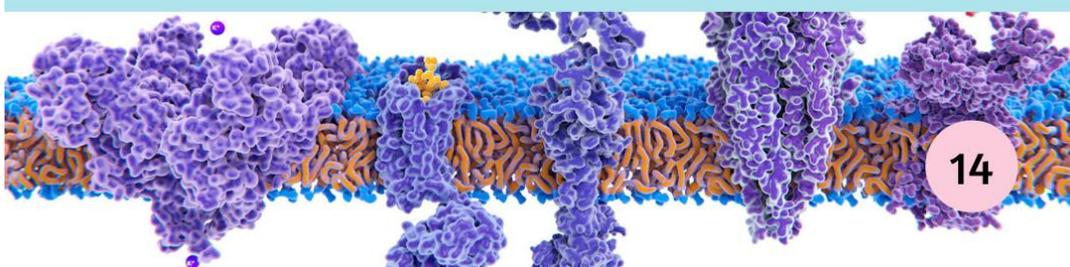
<https://www.youtube.com/watch?v=YfoiHrv57b0>

(Vídeo de animação sobre o transporte através da membrana plasmática) - Recursos Educacionais Abertos (REA)

4min35s



Fonte: BIO 137 Membrane Transport Activity.





O suor: Uma atividade controlada pela membrana

Você já parou para pensar o porquê suamos?

Você até poderia responder que é a maneira que o nosso organismo encontra para reduzir o calor corpóreo e nisso você está certo. Mas, você sabe como isso acontece?

Pois bem, a membrana plasmática é fundamental nessa história!

Todos sabemos que uma das características das células vivas é sua capacidade de controlar o que entra e sai do seu interior e isso é feito através da membrana celular, ou seja, é a característica e composição da membrana que permite esse fenômeno.

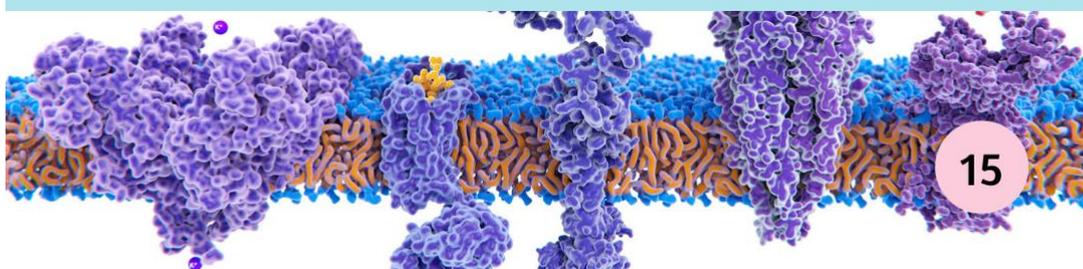
Quando uma pessoa realiza atividades normais, a membrana de suas células não permite que muita água entre ou saia. Porém, quando realizamos exercícios físicos, poros especiais formados por proteínas da membrana celular conhecidas como aquaporinas, abrem-se, assim como outros canais que possibilitam a passagem de íons (como sódio, potássio etc.), que participam na formação do suor.

Com essas aberturas, água e íons atravessam as células até atingir o ducto das glândulas sudoríparas, chegando à superfície da pele, possibilitando assim, a excreção do suor.

As membranas são estruturas dinâmicas que realizam papéis fisiológicos permitindo a interação entre as células e, com moléculas do ambiente, regulando o tráfego iônico e molecular dentro e fora da célula, conhecido como permeabilidade seletiva. Essa permeabilidade é uma importante característica da vida.

As pessoas que vivem em regiões quente, adquirem um maior número de glândulas sudoríparas do que as que vivem em regiões frias. Tente pensar sobre este fato e através das informações aqui contidas comente com os seus colegas como isso ocorre.

Fonte: O suor: uma atividade controlada pela membrana, 2009.

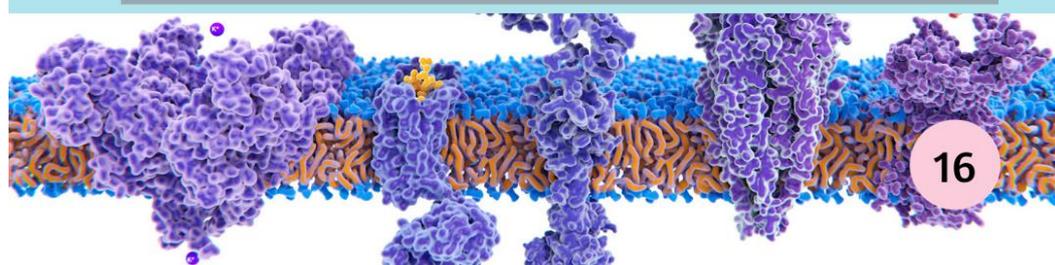


ESCREVER E DESENHAR: (individual)

1. Quais são os processos do corpo humano em que a Membrana Plasmática tem participação? Justifique.

2. O modelo da Membrana Plasmática aceito pela Ciência atualmente foi proposto por Singer e Nicholson e denomina-se modelo do mosaico fluido. Isto porque, ela é formada por várias substâncias agrupadas de forma semelhante a um mosaico, com propriedades que permitem movimento e fluidez. Desenhe este modelo no espaço abaixo e identifique algumas de suas estruturas:

3. Uma das propriedades da Membrana Plasmática é a permeabilidade seletiva, que permite à célula selecionar tudo o que entra ou sai. Faça um desenho que ilustre o Transporte Passivo (Osmose, Difusão facilitada e Difusão simples) e Transporte Ativo (por vesículas e por bomba de sódio e potássio).

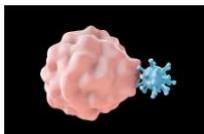


ESCREVER E DESENHAR: (individual)

4. Qual a importância da Membrana Plasmática para as diferentes células presentes em todos os seres vivos?

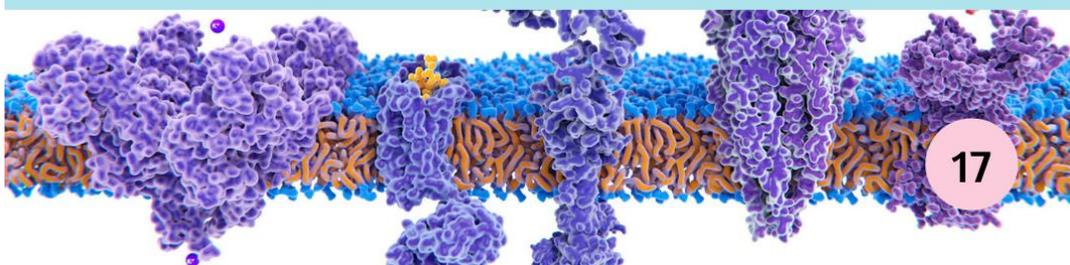
5. Veja que curioso! A mãe de João observou que as alfaces estavam murchas, então as colocou em um recipiente com água. Ao passar alguns minutos elas voltaram a ficar bonitas, com boa aparência. Explique a relação deste fato com a Membrana Plasmática.

6. Você sabia que algumas células de defesa do nosso organismo podem englobar e destruir partículas ou microrganismos causadores de doenças? Pois é, é assim que nos livramos de alguns invasores. Semelhante a este processo está a forma como as células absorvem nutrientes e outras macromoléculas. Este processo é ativo ou passivo? Explique.



7. Defina os tipos de transportes através da Membrana Plasmática dos processos abaixo:

- Entrada de oxigênio na célula (sem gasto de energia):
- Entrada de glicose, retirada de alimentos, para dentro das células intestinais (sem gasto de energia) contra o gradiente de concentração (do meio menos concentrado para o mais concentrado):
- Passagem de água de um vaso apenas com água (meio menos concentrado) para as células de uma flor (meio mais concentrado):
- Passagem de sódio para o meio extracelular (mais concentrado em sódio) ao mesmo tempo em que há entrada de potássio para o meio intracelular (com gasto de energia):



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto atual das salas de aula exige uma mudança de postura do profissional docente no sentido de superar a ideia de ensino como exposição de informações, e do estudante como receptor de fatos e dados. O professor se torna agora um investigador de recursos e meios que provocam reflexão, motivação, interação e pertencimento social entre aprendizes e o objeto de conhecimento. Talvez seja a tarefa mais desafiadora da profissão, mas primordial para adequar o ensino ao cenário atual. Isto porque, o desenvolvimento tecnológico acompanhado dos meios de comunicação toma o papel de exposição de informações por meios diversificados de divulgação, o que atende ao caráter idiossincrático do indivíduo.

Embora seja comum negar o ensino bancário, pautado na memorização, ele ainda está intimamente ligado às práticas docentes, o que impede mudanças de postura e a utilização de metodologias alternativas de forma interativa e reflexiva na aprendizagem de conceitos biológicos. E embora seja notório o conhecimento do conteúdo a ser ensinado, está longe de ser o único requisito para a sua mediação. Ainda que se reconheça muitas das particularidades do ensino de Biologia e, principalmente, as dificuldades em ensinar a área de Biologia Celular e Molecular, ainda ocorre incompreensão da essência destas, da construção histórica e social, e das formas de tornar o seu ensino favorável à aprendizagem.

Ademais, as metodologias e/ou recursos levantados para o ensino de Membrana Plasmática por estudantes e graduados em Ciências Biológicas apontam que são, sobretudo, inovações de uma mesma postura docente, pautada na exposição, em que aparecem com maior frequência o uso de modelo didático, de vídeos/animações e diapositivos. E o Ensino de Ciências por Investigação sequer é mencionado, o que se denota que a aprendizagem por recepção a partir de assimilações individuais está sendo priorizada.

Por outro lado, o construtivismo e seus aspectos sociointeracionistas têm favorecido o processo de construção de conhecimento. Mas é inferido que professores e licenciandos desconhecem claramente as necessidades docentes e costumam separar as finalidades de ensino e de aprendizagem, o que faz com que estes termos apareçam com sentido equivocado.

Mas, esta pesquisa revela que o Produto Técnico Tecnológico e a discussão sobre ele, além de trazer uma abordagem didática para determinado conteúdo, pode atualizar, inspirar e promover reflexões.

Portanto, a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) tem potencial em utilizar de recursos atrativos para propiciar familiarização entre a Educação Básica e metodologia científica, Alfabetização Científica e pertencimento social a partir da interpretação de fatos e

dados do cotidiano. O desenvolvimento e aplicação de uma SEI auxilia o processo de mudança de atitude docente ao proporcionar reflexão sobre a prática e suas interações com o aprendiz e com o conhecimento.

Dessa maneira, o Produto Técnico Tecnológico voltado para professores da Educação Básica permite uma formação continuada, de modo que auxilia o docente para a construção de novas SEI a partir de informações objetivas acerca desta abordagem e de um modelo aplicável sobre Membrana Plasmática. Isto sugere a necessidade da comunicação entre a universidade e a Educação Básica a partir de recursos de disseminação científica voltados para o ensino.

Dessa forma, os Produtos Técnicos Tecnológicos voltados para professores devem dispor de materiais sucintos, didáticos e lúdicos, bem como são aqueles voltados para discentes, pois a dificuldades de atualização também se deve a reduzida disponibilidade de tempo e, às vezes, dificuldade em compreender a linguagem acadêmica e os termos atualizados.

Ademais, a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) é considerada uma abordagem didática de ensino ativo, pela qual o professor atua como mediador ou orientador e o aprendiz dispõe de papel ativo no processo de aprendizagem. A forma flexível como as atividades podem ser propostas tem potencial para a inserção social do aprendiz a partir do desenvolvimento cognitivo e da utilização de materiais que fazem parte do cotidiano, mas promovem ainda mais a interação e a familiarização com a cultura científica.

Destarte, o Produto Técnico Tecnológico tem sido avaliado por professores, mestres, doutores e estudantes de Ciências Biológicas como um material importante para a promoção de ensino e de aprendizagem, dado que em cada etapa são valorizados o potencial docente em mediar e o potencial do aprendiz em levantar e testar hipótese de maneira coletiva e individual. Este Produto oferece formação continuada breve e proporciona inspiração e reflexão.

Vale ressaltar, que o Produto mencionado será posteriormente aplicado aos estudantes para mais análises, sendo impossível nesta dissertação devido à pandemia causada pelo vírus Sars-Cov-2 responsável pela doença conhecida como COVID-19. Os questionários também passarão por ajustes para se aplicar aos professores mais afastados do ambiente acadêmico como forma de analisar mais variáveis.

Logo, a criatividade para utilizar dos recursos disponíveis de maneira inovadora, lúdica, interativa, que desperte e auxilie o estudante no processo de construção do conhecimento científico é algo que deve ser elaborado por fundamentação teórica e prática de ensino. O professor precisa se sentir motivado e inspirado para fazer o mesmo por seus aprendizes.

APÊNDICES

Apêndice A - Questões contidas no formulário para graduandos e graduados em Ciências Biológicas

Formulário Completo para estudantes ou graduados em Licenciatura em Ciências Biológicas, com finalidade científica para levantamento de dados da dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM).

1. Endereço de e-mail:
2. () Concordo e aceito participar desta pesquisa. () Não aceito.
3. NOME COMPLETO
4. CPF
5. ENDEREÇO
6. Indique a alternativa correspondente à sua formação acadêmica.
() Estudante de Ciências Biológicas
() Licenciatura Graduado em Ciências Biológicas
() Mestre
() Doutor
() Professor de Biologia
() Outro
7. Descreva de forma sucinta o nome da sua graduação e sua atividade posterior (mestrado, especialização, prática docente, entre outros).
8. Quais as contribuições do conteúdo de Membrana Plasmática para o meio social e científico, na sua opinião?
9. Quais as metodologias e/ou recursos que costuma utilizar no ensino do conteúdo de Membrana Plasmática com discentes da 1ª série do Ensino Médio? Caso não seja professor atuante dessa série, como faria se fosse?
10. Quais são as facilidades referentes ao ensino de Biologia Celular e Molecular?
11. Quais são as dificuldades referentes ao ensino de Biologia Celular e Molecular?
12. Qual a sua concepção sobre ensino de Biologia?
13. Qual a sua concepção sobre a Aprendizagem de Biologia?
14. O que você entende por Ensino de Ciências por Investigação?
15. Uma publicação com uma abordagem metodológica sobre Transporte Através da Membrana Plasmática seria útil para professores da Educação Básica? () Sim () Não
16. Você já ouviu falar da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)?
17. Explique o que entende por Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e suas implicações para o ensino de Biologia na Educação Básica.

Apêndice B - Questões contidas no formulário posterior à apresentação do Produto Técnico Tecnológico

Formulário para estudantes ou graduados em Licenciatura em Ciências Biológicas, com finalidade científica para levantamento de dados da dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM).

1. Endereço de e-mail:
2. () Concordo e aceito participar desta pesquisa. () Não aceito.
3. NOME COMPLETO
1. Quais as possíveis contribuições que o Produto Técnico Tecnológico apresentado, sobre uma abordagem didática para o conteúdo de transporte através da Membrana Plasmática, desempenha para o professor de Biologia da Educação Básica na sua concepção?
2. Quais aspectos (diagramação, informações, metodologia de ensino, conceitos, aperfeiçoamento, outros) relacionados ao Produto Técnico Tecnológico apresentado gostaria de fazer algum apontamento (sugestão, crítica construtiva, acrescentar)?