

UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DO TRANSPORTE PASSIVO NA MEMBRANA PLASMÁTICA

Hanne Saraiva Pereira ¹, Ione Maria de Matos ²

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora - *Campus* GV / PROFBIO,
hannesaraiva.pereira@estudante.ufjf.br

² Universidade Federal de Juiz de Fora - *Campus* GV / Departamento de Ciências Básicas da Vida
(DCBV), ione.matos@ufjf.br

INTRODUÇÃO

De acordo com o conceito de Carvalho (2013), o ensino por investigação, contribui em desenvolver no estudante processos cognitivos e metacognitivos que permitam a interação entre os esquemas mentais envolvendo procedimentos e atitudes necessários à formação crítica científica, por meio de coleta, análise e interpretação de dados que levem a formulação e comunicação de conclusões baseadas em evidências e reflexão sobre o processo de forma científica.

Diante desse contexto, segundo Sasseron (2015), uma sequência de ensino investigativa é o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados. Logo, o ensino por investigação possibilita o desenvolvimento de competências e habilidades que buscam contemplar o método científico e o protagonismo na construção do conhecimento, contribuindo com a formação do estudante no ensino de nível médio, de acordo com a proposta da BNCC de Ciências da Natureza.

No ensino de Biologia em escola pública, integrar conceitos de organização e fisiologia celular ao entendimento de fenômenos em ambientes intra e extracelular essenciais às funções biológicas, enfrenta inúmeras dificuldades didático-pedagógicas em direção a sua melhor compreensão. Para aproximar essa integração e propiciar uma situação de aprendizagem mais significativa por meio de ensino investigativo, foi desenvolvida uma Sequência Didática Investigativa (SDI) com metodologia ativa para a temática “Organização e fisiologia celular da membrana plasmática em processos de transporte passivo”.

Conforme Koeppen & Stanton (2018) e Silverthorn (2016), a membrana plasmática, como importante elemento na célula, exhibe propriedades essenciais à manutenção das funções biológicas e a diversidade morfofisiológica celular mediante homeostase. E, com seu centro hidrofóbico seletivamente permeável, é uma barreira efetiva ao movimento da maioria dos solutos de importância biológica e restringe o movimento da água.

O recurso pedagógico apresentado neste trabalho foi elaborado com o propósito de desenvolver uma SDI com abordagem nas propriedades da membrana plasmática e características dos processos de transporte passivo (difusão simples, difusão facilitada e osmose) por meio de metodologia ativa. Ao viabilizar uma situação de aprendizagem para promover melhor compreensão das adaptações nas membranas celulares às mudanças no meio ambiente, tal como reconhecer os aspectos biológicos de aplicação desta temática em situações contextualizadas. Além de estimular o protagonismo cognitivo, reflexivo e interpretativo dos estudantes por meio de ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas, atividades práticas com microscopia e pesquisa científica orientada como estratégia facilitadora no processo ensino aprendizagem da temática biológica.

METODOLOGIA

O desenvolvimento exposto nessa SDI visou oferecer um cenário investigativo de acordo com os elementos do Ciclo Investigativo de Pedaste *et al.* (2015). Como abordagem ativa utilizou-se a ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas e Atividades Práticas Exploratórias Investigativas com microscopia óptica. A SDI foi realizada com a participação de trinta e nove estudantes em uma turma de 1º Ano do Ensino Médio em uma escola estadual do município de Governador Valadares/MG. Abrangeu assuntos sobre a temática “membrana plasmática, permeabilidade seletiva e transporte passivo de substâncias por meio de difusão simples, difusão facilitada e osmose”, mediante aplicação em seis aulas de Biologia.

A participação dos estudantes, durante aulas anteriores de Biologia, trouxe questionamentos que nortearam três situações contextualizadas. Os quais foram utilizados como problematização a nível celular, durante o percurso do ciclo investigativo, sendo eles: *“Como a água passa do solo para a raiz das plantas?”*, *“Como ocorre a movimentação de gases no corpo durante a respiração?”* e *“Como os rins reciclam a H₂O no corpo?”*. As propostas de problematização foram articuladas e construídas pela professora seguindo as características da metodologia ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas segundo os autores O’ GRADY *et al.* 2012 e SOUZA E DOURADO, 2015. De forma que, os grupos de estudantes apresentassem uma hipótese, dentro do contexto proposto, para a problematização relacionando-a com as características, estruturas e transporte de substâncias na membrana plasmática celular.

O percurso investigativo da SDI envolveu, na primeira aula, para introduzir o assunto e instigar a discussão inicial, sensibilização por meio de recursos digitais – uso de animação em vídeo e imagens ilustrativas – e sondagem síncrona com coleta escrita da percepção prévia sobre a temática. Logo após, a turma foi dividida em nove grupos, e por sorteio cada

grupo recebeu uma proposta de problematização impressa. Foram disponibilizadas o total de três situações problemas contextualizadas, diferentes e relacionadas ao cotidiano, (1) *Faça Conexão - “Água por toda parte no vegetal”*, (2) *Faça Conexão - “Oxigênio para todo lado”* e (3) *Faça Conexão - “A cor da sua urina”*.

Segundo sorteio, três grupos receberam a proposta nº 1, três a nº 2 e três a nº 3. Prontamente, os grupos se reuniram em rodas de conversa por cerca de vinte minutos, onde dialogaram sobre o tema apresentado tentando relacioná-lo à problemática. Neste momento, houve coleta escrita, das hipóteses iniciais levantadas – sem nenhuma fonte de pesquisa – na tentativa em responder previamente a proposta de problematização contextualizada recebida. A seguir, a turma recebeu material de apoio sobre a temática, orientações para momento extraclasse com pesquisa científica orientada, onde efetuaram o levantamento de hipóteses para responder a problematização, e, instruções sobre as apresentações posteriores em aula. Bem como, recebeu esclarecimentos sobre o desenvolvimento das atividades posteriores para as próximas aulas de Biologia.

Ao longo da segunda e terceira aula, que ocorreram de forma geminada, em estímulo à investigação e educação científica, ocorreu a execução de três atividades práticas exploratórias investigativas consecutivas realizadas com adaptações à realidade do ambiente escolar. Essas atividades contemplaram os assuntos sobre as funções, características e propriedades da membrana plasmática celular, a permeabilidade seletiva e os processos de transporte passivo de difusão simples, difusão facilitada e osmose.

Durante os procedimentos das atividades práticas propostas I, II e III, respectivamente, os grupos efetuaram exploração e observação de fenômenos, interpretação de dados com auxílio de microscopia óptica, fazendo registro escrito e fotográfico da coleta de informações e dados observados, com momentos de discussão e diálogo científico entre os estudantes do grupo, seguindo a proposta investigativa das atividades. Cada grupo compartilhou seus resultados e hipóteses com a turma ao final desta parte prática por meio de socialização oral por mediação da professora. Os registros fotográficos foram enviados à professora de Biologia via e-mail e a parte escrita foi entregue à mesma ao final desta aula para correção como parte da estratégia avaliativa.

As atividades práticas transcorreram como recursos didáticos com objetivos investigativos. Nas atividades I e II, (figura 1A e 1B), em analisar as alterações morfofisiológicas de células vegetal e animal frente a diferentes concentrações de soluções salinas (em meios isotônico, hipotônico e hipertônico), no intuito de verificar os processos de osmose, plasmólise, deplasmólise, crenação, plasmoptise e turgescência. A atividade I foi realizada com amostras da planta de aquário conhecida como *Elodea*, espécie *Egeria*

densa, e a atividade II, com amostras de gotas de sangue humano fresco, cedido pela professora de Biologia como voluntária. Na atividade III, (figura 1C) em observar e investigar fatores que afetam (efeito de solventes e da temperatura) a permeabilidade seletiva das membranas celulares e descrever sobre o transporte passivo por difusão simples e difusão facilitada. Realizada com uso de amostras da beterraba, espécie *Beta vulgaris*, e outros materiais: água, corante alimentício, seringa, leite, café, sal de cozinha e papel filtro.

Figura 1. Momentos de realização das Práticas Exploratórias Investigativas I, II e III com atividade dirigida, material de apoio e socialização de resultados sobre transporte passivo: por osmose com microscopia óptica em *Egeria densa*. (A) e hemácias (B); em C, por difusão simples e facilitada com material simples, e efeitos na permeabilidade da membrana em beterraba com solventes e diferença de temperatura (Aulas 2 e 3).



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Destaco que, para biossegurança dos estudantes, todos os procedimentos para execução destas atividades práticas foram mediados pela professora de Biologia com devidas orientações e uso de EPIs – equipamentos de proteção individual pelos estudantes, e não houve contato direto no tratamento e manuseio de material biológico. O refeitório da escola e a sala de aula foram utilizados para realização dessas práticas e materiais como jalecos descartáveis, luvas de látex, material para higienização das mãos, bem como material de apoio foram distribuídos aos estudantes. Assim todos os aspectos éticos foram totalmente respeitados, sendo realizada uma pesquisa cautelosa, segura de modo a proteger os participantes e envolvidos. A proposta das práticas foi utilizar materiais simples e de baixo custo, que ofereçam fácil visualização e identificação de estruturas tanto de maneira macroscópica quanto na microscopia óptica.

Por conseguinte, no decorrer das aulas quatro e cinco, sucedeu a apresentação oral pelos grupos em sala de aula, das hipóteses obtidas como resultado, ao responder à problematização contextualizada das propostas 1, 2 e 3. Momento em que ela também foi entregue de forma escrita pelos grupos para análise de forma avaliativa. Nesta ocasião, a professora de Biologia atuou como mediadora das apresentações fazendo a intervenção quando necessária, tirando dúvidas, realizando observações e *feedback* sobre a problematização, de forma lúdica utilizando-se de recursos tecnológicos ilustrativos.

De forma consecutiva e síncrona, a professora por meio de aula teórica e expositiva sobre os conteúdos da temática biológica, contextualizou e promoveu uma conclusão científica acerca da proposta investigativa da problematização no tema trabalhado e o desenvolvimento das atividades realizadas até o momento. Como recurso didático, para isso, utilizou-se de *slides* ilustrativos com auxílio de algumas das fotografias recebidas via e-mail, obtidas pelos estudantes anteriormente na realização das atividades práticas I, II e III. Enfim, na sexta aula da proposta desta SDI, foi aplicada uma atividade escrita individual sem consulta bibliográfica, com o propósito de diagnosticar o aprendizado dos estudantes quanto à temática trabalhada e colher opinião reflexiva dos mesmos sobre a metodologia utilizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades realizadas, em todo o andamento metodológico aplicado nesta SDI, segundo Bacich e Moran (2018) e Diesel *et al.* (2017), seguem baseadas nos elementos da metodologia ativa, direcionam situações de aprendizagem com planejamento que ofertaram (1) diversificação das estratégias de ensino e das atividades, (2) contextualização dos assuntos, (3) estímulo à reflexão, à colaboração e à participação, (4) dosagem do tempo para cada atividade, (5) construção de estratégias que mantenham a atenção dos estudantes, trazendo inovação e atratividade, (6) utilização de exemplos do cotidiano, (7) autonomia e protagonismo do estudante, (8) problematização, (9) estímulo ao trabalho em equipe, (10) o professor como mediador e orientador na articulação entre teoria, prática e recursos didáticos investigativos em um processo de ensino aprendizagem significativo.

Na aula 1, abordou-se o 1º e 2º elementos do Ciclo Investigativo de Pedaste *et al.* (2015) – Fase de Orientação seguida de Conceitualização – que promoveu e envolveu o estímulo à curiosidade e contato prévio com a problematização com caráter investigativo a ser resolvida. Em que se valorizou as percepções prévias e ideias científicas coletadas do estudante possibilitando a contextualização da temática envolvida. Neste momento inicial, verificou-se que nenhum dos grupos conseguiu responder, ao se examinar as hipóteses coletadas previamente, de forma satisfatória às propostas de problematização

relacionando-as à temática da membrana plasmática e transporte passivo. Em seguimento, os estudantes foram estimulados ao seu protagonismo estudantil e comprometimento na busca pelo aprendizado e conhecimento científico biológico, por meio de questionamentos e investigação, no caminho de alcançar respostas à problematização utilizada.

No decorrer das aulas dois e três, a abordagem metodológica ativa se baseou na realização de atividades práticas com auxílio de microscopia óptica. Nas quais, permitiu-se apor o 3º elemento do Ciclo Investigativo – Fase de Investigação Exploratória – de forma mais perceptível e tangível, na busca da conexão entre abstração conceitual e percepção concreta aos estudantes, em que as atividades propostas os incentivaram a apuração de respostas por meio de diversas estratégias didáticas.

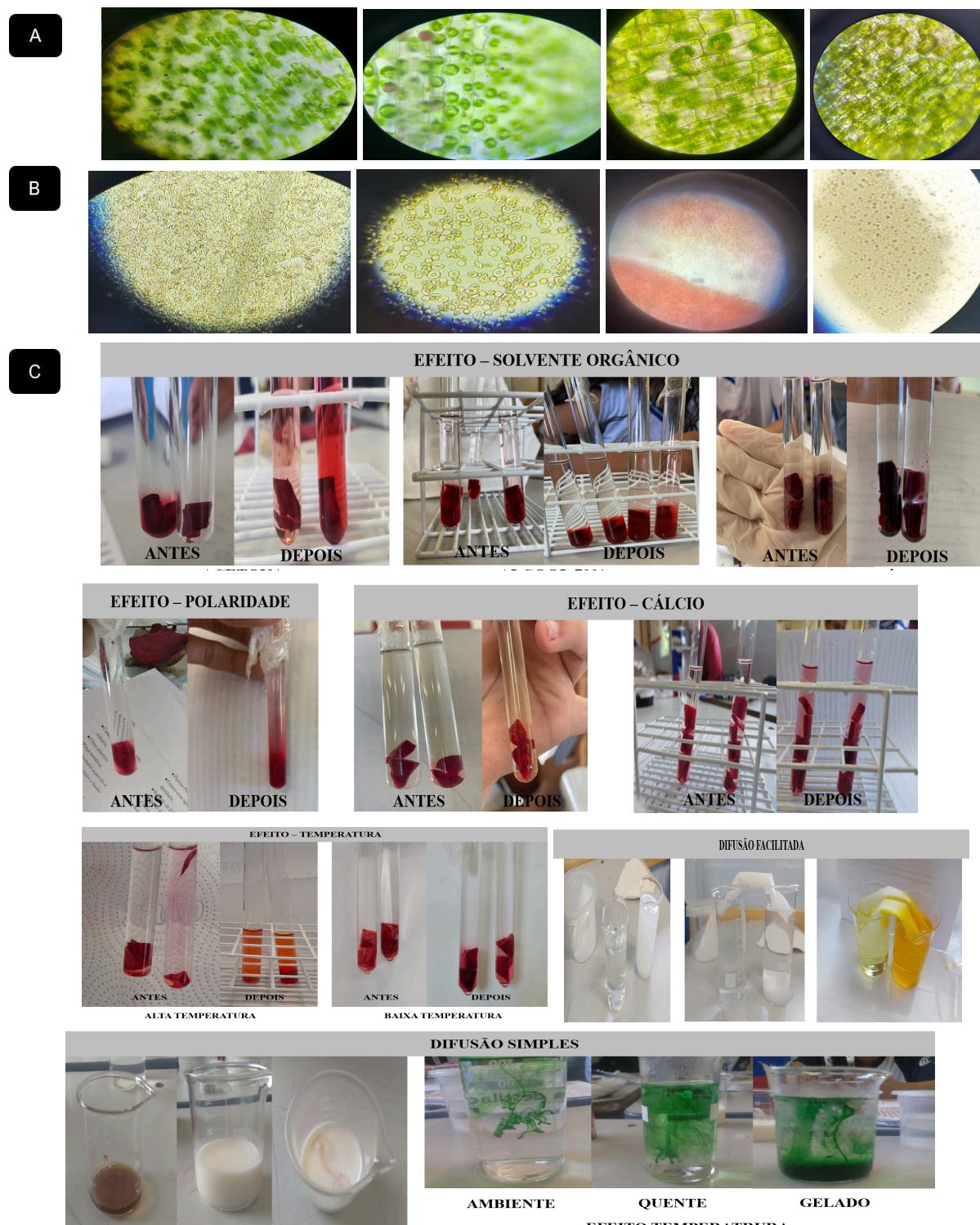
O uso de atividades práticas e microscopia óptica permitiram a observação de alterações nas estruturas celulares e percepções macroscópicas. O que favoreceu a compreensão de conceitos chaves contidos e necessários ao entendimento e aglutinação de conteúdos da temática “Membrana Plasmática e Transporte Passivo”. E possibilitou, aos estudantes, encontrar as possíveis relações à problematização com a seleção e interpretação de dados, informações e reflexão sobre o que está sendo realizado, momento em que os conceitos são mobilizados de forma articulada, como destacam os autores Krasilchik (2008), Küller (2013) e Takahashi *et al.* (2012). Promoveu-se assim, a interação entre as formas de linguagem com o registro, a organização e a sistematização de informações, podendo com isso proporcionar a construção de novos conhecimentos pelos estudantes associados à comunicação e educação científica.

Como um dos resultados das práticas, os grupos obtiveram registros fotográficos (figura 2 - A, B, C), os quais foram utilizados na análise e interpretação de dados para resolução das respectivas atividades escritas propostas e no momento da apresentação e socialização de seus resultados em sala.

Proporcionou-se um momento de continuidade, para pesquisa científica orientada, sobre a problematização contextualizada de forma extraclasse aos grupos, no intervalo entre aulas 1 - 4, como parte da Fase de Discussão, presente no 5º elemento do Ciclo Investigativo de Pedaste *et al.* (2015). No qual, abrangeu-se aspectos importantes, tal como o trabalho em grupo, em uma abordagem de ciência e conhecimento científico como atividade coletiva, e a interação entre os indivíduos, como parte do processo ensino aprendizagem. Este processo permitiu, de forma interativa, compartilhar e construir discussões ou argumentações cimentadas em evidências científicas. Além de estimular o protagonismo do estudante em seu processo de aprendizagem, na busca, organização,

seleção, interpretação, análise e avaliação de dados ou informações para responder aos questionamentos propostos.

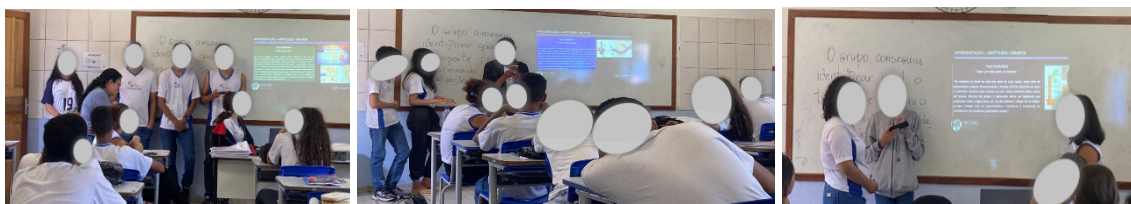
Figura 2. Algumas imagens fotográficas obtidas pelos grupos nas Práticas Exploratórias Investigativas I, II e III com microscopia óptica em *Egeria densa* (A) e hemácias (B); em C, por difusão simples e facilitada, e efeitos na permeabilidade da membrana em beterraba (Aulas 2 e 3).



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

As aulas quatro e cinco, integram o 4º e o 5º elemento do Ciclo Investigativo – Fases de Apresentação dos Dados e Conclusão – que se caracterizou em mediação entre professora e estudantes na contextualização e promoção de uma conclusão científica acerca das questões investigativas da problematização no tema trabalhado e o desenvolvimento das atividades realizadas pelos discentes. Este momento permitiu aos estudantes compararem as hipóteses, argumentos e resultados obtidos e encontrados no processo investigativo (figura 3). Deste modo, verificou-se que todos os grupos conseguiram responder de forma satisfatória às propostas de problematização relacionando-as à temática da membrana plasmática e transporte passivo.

Figura 3. Alguns momentos da apresentação dos grupos de estudantes sobre as hipóteses obtidas à problematização contextualizada (Aulas 4 e 5).



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

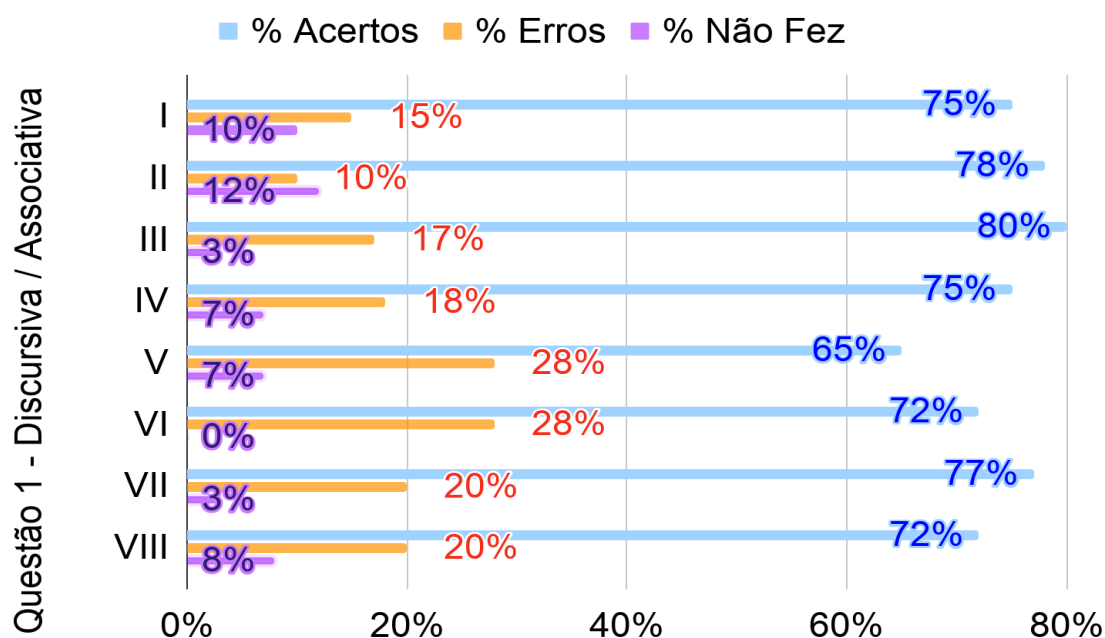
Atendeu-se, portanto, com as atividades desenvolvidas, aos objetos do conhecimento sobre Método Científico na Habilidade EM13CNT301 e sobre a Organização e Fisiologia Celular na Habilidade EM13CNT211MG (MINAS GERAIS, 2018, p. 194-195), alinhados às competências específicas 02 (MINAS GERAIS, 2018, p. 38 e 39) e 03 (BRASIL, 2018, p.553 e 557). Em conformidade aos documentos orientadores dos conteúdos no componente curricular de Biologia do Ensino Médio para o primeiro ano: o Plano de Curso, o Currículo Referência do Ensino Médio, ambos da SEE/MG – Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais e a BNCC – Base Nacional Comum Curricular de Ciências da Natureza.

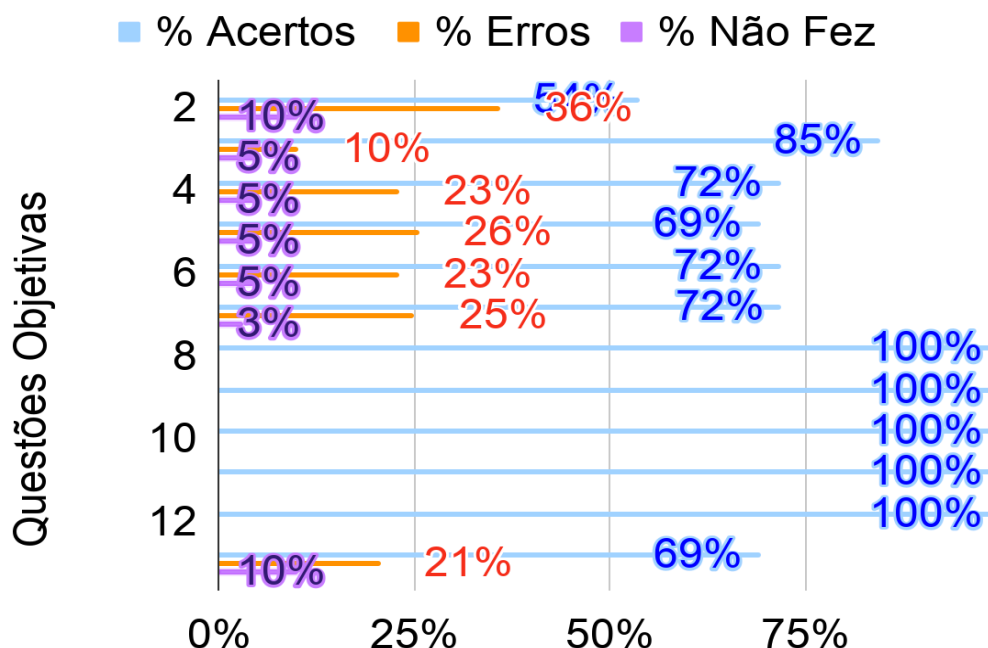
Desse modo, a professora de Biologia, abordou os principais conceitos chaves dentro da temática ao desenvolver as estratégias e recursos didáticos propostos na SDI. Sendo alguns deles, sobre, a composição e estrutura da membrana plasmática; alguns efeitos na permeabilidade seletiva; proteínas de membrana; movimento de moléculas em meios intra e extracelular; polaridade de substâncias; gradiente de concentração; plasmólise; plasmoptise; turgescência; meios isotônico, hipotônico e hipertônico; transporte passivo por difusão simples, difusão facilitada e osmose; ciclose e parede celular; soluto, solução e solvente; movimento de água, pressão osmótica e osmolaridade; crenação e hemólise.

Durante a última aula, ao abranger outro elemento do Ciclo Investigativo – Fases de Avaliação e Reflexão – para avaliar o conhecimento produzido e ao mesmo tempo possibilitar a regulação da aprendizagem utilizou-se atividade diagnóstica quanto à temática trabalhada com averiguação de opinião reflexiva sobre as metodologias utilizadas, com resultados apresentados na figura 4. Atividade que foi estruturada com questões que abordam os conceitos chave trabalhados durante todo o desenvolvimento das atividades com metodologia ativa e investigativa da SDI.

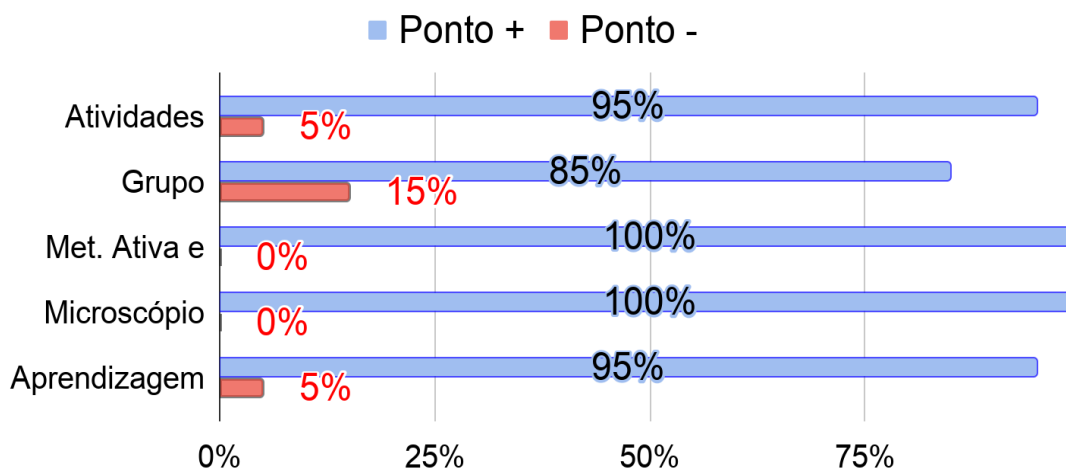
A utilização das estratégias didáticas mostrou-se vantajosa na integração entre conhecimento, desenvolvimento de habilidades, interações interpessoais e motivação ao aprendizado cinético e participativo do estudante. Visto que, durante a aplicação, os estudantes demonstraram interesse e grande envolvimento, de forma interativa e ativa nas atividades, o que foi relatado por eles como aspecto é ponto positivo, no resultado da sondagem sobre opinião/reflexão na metodologia da SDI (figura 4). Em suma, o resultado qualitativo e quantitativo obtido mostrou assimilação favorável de conhecimento dos conteúdos a alguns processos celulares importantes relacionados à membrana plasmática.

Figura 4. Resultado obtido - Atividade Avaliativa Diagnóstica. Análise quantitativa e qualitativa por meio de conteúdos e conceitos chaves dentro da temática. Percentual em pontos positivos e negativos relatados pelos estudantes no questionário de Sondagem sobre opinião/reflexão das atividades e metodologia utilizada na SDI. Total 39 estudantes (Aula 6).





SONDAGEM - Opinião Metodologia SDI



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Quanto ao formato de avaliação dos estudantes durante o andamento e aplicação da SDI, considerando-se a dinamicidade de todo seu desenvolvimento, permitiu-se um processo de avaliação com aspecto formativo do desempenho acadêmico em que se ponderou uma trajetória atitudinal, procedimental e conceitual, em aspectos qualitativos, bem como, em análise quantitativa das atividades escritas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebeu-se que, por meio dos instrumentos didáticos utilizados e resultados obtidos, com a aplicação do desenvolvimento metodológico ativo e investigativo proposto

por meio da SDI, houve contribuição ao aprimoramento de postura investigativa com autonomia na construção do conhecimento científico individual e coletivo nos estudantes, de forma dinâmica em contato com a ABP, com atividades práticas e com microscopia óptica.

Ao final, a análise qualitativa e quantitativa dos resultados da situação de aprendizagem promovida apontou contribuição para que os estudantes tenham desenvolvido uma melhor compreensão acerca dos conteúdos que envolvem a “Permeabilidade Seletiva da Membrana Plasmática e os processos de Transporte Passivo”, pois conseguiram realizar assimilações ao relacionar alguns processos biológicos que o influenciam em suas características, transformações comportamentais e fisiológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2018.

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.

DIESEL, A.; SANTOS BALDEZ, A. L.; NEUMANN MARTINS, S. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica**. Revista Thema, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017.

KOEPPEN, Bruce M.; STANTON, Bruce A. **Berne & Levy. Fisiologia**. 7 edição. Rio de Janeiro: Elsevier Health Sciences, 2018.

KRASILCHIK, M. **Práticas de Ensino de Biologia**. 4ª ed. ver. e amp. 1ª reimp. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

KÜLLER, A. **Metodologia de desenvolvimento de competências**. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2013.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo Referência do Estado de Minas Gerais**. 2018.

O'GRADY, G. et al. **One-day, One-problem. An approach to Problem-Based Learning**. Singapore: Springer, 2012.

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

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

SILVERTHORN, Dee Unglaub. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. Artmed editora, 7ª edição. 2016.

SOUZA, Samir Cristino; DOURADO, Luís Gonzaga Pereira. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo**, 2015.

TAKAHASHI, E. K.; CARDOSO, D. C. **Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir dos periódicos Qualis A**. Revista Brasileira em Pesquisa em Educação em Ciências, v. 11, n. 3, p. 85-208, 2012.