



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA



“DO MICRO AO MACRO”: sequência didática investigativa
para a construção de modelos de células com estudantes da
Educação de Jovens e Adultos.

Paulo Humberto Azevedo Ponte Junior

Rio de Janeiro

2024

Paulo Humberto Azevedo Ponte Junior

**“DO MICRO AO MACRO”: sequência didática investigativa
para a construção de modelos de células com estudantes da
educação de jovens e adultos.**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional
- PROFBIO, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. Maria Margarida Pereira de Lima Gomes.

Rio de Janeiro

Março de 2024

Ficha catalográfica

Ponte Azevedo, Paulo.

“DO MICRO AO MACRO”: sequência didática investigativa para a construção de modelos de células com estudantes da educação de jovens e adultos / Paulo Humberto Azevedo Ponte Junior. - - Rio de Janeiro, 2024.

88 f.

Orientadora: Maria Margarida Pereira Lima.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2024.

1. Ensino investigativo. 2. Ensino de biologia. 3. Sequência didática.
4. Modelos didáticos. 5. Educação de jovens e adultos. I. Gomes, Maria Margarida Pereira de Lima, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto – CRB-7/6283.

Paulo Humberto Azevedo Ponte Junior.

“DO MICRO AO MACRO”: sequência didática investigativa para a construção de modelos de células.

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovada em: **dia mês e ano,**

Por:

Assinatura presidente: _____
Orientadora Prof^a. Dr^a. Maria Margarida Pereira de Lima Gomes
Doutora em Educação
Universidade Federal do Rio de Janeiro/Faculdade de Educação

Assinatura: _____
Ana Lucia Moraes Giannini
Doutora em Biologia Celular e Molecular
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Assinatura: _____
Rodrigo Cerqueira do Nascimento Borba
Doutor em Educação.
Universidade do Estado de Minas Gerais

Rio de Janeiro

Mai de 2024

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu guia espiritual, Caboclo Sete Luas, por me guiar em todos os sentidos nesta encarnação e à minha esposa, Sarima Ponte, por ser a minha grande amiga nesta jornada terrena.

AGRADECIMENTOS

A Oxóssi, o grande senhor da busca pelo conhecimento, o Orixá que governa a minha vida, por todas as possibilidades de evolução, aprendizagem e conhecimento experimentados nesta jornada. Ao meu guia espiritual, o Caboclo Sete Luas, por ser a luz em todos os setores desta minha encarnação e mostrando que a vida terrena é uma oportunidade de aprendizado, crescimento, evolução e principalmente de amar a todas as criaturas existentes e distribuir a caridade.

À minha esposa, Sarima Aguiar, por ser a maior incentivadora da minha vida e por ter me motivado e apoiado para que eu seguisse no curso e chegasse até aqui. Sua força, sua felicidade e sua garra são inspirações para mim. Muitas vezes segurou nossa vida pessoal para que eu pudesse seguir nesse sonho. Este título dedico a você. Sem o amor não conseguiria caminhar.

A meus pais, por terem me fomentado a estudar e me mostrado que a educação é um caminho libertador de consciência.

À minha orientadora, Maria Margarida Pereira, que com tranquilidade, paciência e sabedoria acreditou em mim e me trouxe até o fim deste trabalho. Com certeza a sua figura me trouxe inspiração e admiração, pois percebi grande conhecimento, notória responsabilidade e amor pelo seu trabalho, que me inspirou como ser humano e profissional. Sempre despida de vaidades, me deu aula de profissionalismo e do maior valor que tenho comigo nesta encarnação, que é a humildade. Meus agradecimentos serão eternos.

Aos meus amigos de turma, pois a união em meio à nossa vida profissional muito atarefada, o apoio e o incentivo de todos, possibilitou nossa conclusão no curso.

Aos meus mais de 50 filhos de santo da Choupana de Oxóssi, que ao meu lado dividem a vida espiritual e me auxiliaram nas inúmeras tarefas que tenho que dividir em minha vida de Professor, Pai de Santo, marido, filho e atualmente mestrando.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), por ter sido um espaço democrático onde realizei minha graduação e agora retornei às suas salas de aulas para a realização deste mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

Resumo

O presente trabalho apresenta um relato sobre a produção de uma sequência didática, inspirada na abordagem investigativa para o ensino de Biologia, com a elaboração de modelos de células produzidos com materiais presentes no cotidiano dos alunos. A proposta é que os estudantes selecionem os materiais, para a construção dos modelos, de acordo com as hipóteses, estudos e conclusões investigadas. Tendo em vista a importância de que o ensino de Biologia, para a educação de jovens e adultos (EJA), seja desenvolvido a partir de um olhar mais específico, é proposta aqui uma sequência didática para ser desenvolvida em turmas de EJA. A utilização de modelos didáticos pode constituir um instrumento valioso para a melhor compreensão de conhecimentos relativos a estruturas microscópicas e à biologia das células. A célula, como a unidade formadora dos seres vivos, pode ser considerada um conceito chave para a compreensão de vários processos metabólicos, estruturais e evolutivos da vida. A representação, por modelos tridimensionais, pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem sobre as células. Articulando estudos sobre as células, a EJA, o ensino investigativo, a sequência didática e os modelos didáticos, é apresentada aqui uma sequência didática que pode orientar professores, na construção de conhecimentos sobre citologia, além de promover a autonomia e a criticidade entre os estudantes da EJA. Os elementos da abordagem investigativa possibilitam aos estudantes desenvolver autonomia e criticidade para a proposição de hipóteses, análises, testes e conclusões. A construção de modelos de células articulada às reflexões sobre os materiais utilizados para isso, cria possibilidades para os estudantes de uma compreensão mais completa sobre a complexidade do universo celular. Portanto, a sequência didática aqui apresentada possui um grande potencial como estratégia para o ensino nas aulas de citologia, promovendo um melhor entendimento do mundo microscópico.

Palavras-Chave: ensino investigativo; ensino de biologia; sequência didática; modelos didáticos; educação de jovens e adultos

Abstract

This is a report on the production of a teaching sequence inspired by the investigative approach to teaching Biology, with the development of cell models produced with materials of students' daily lives. The proposal is that students select the materials to build the models, according to the hypotheses, studies and conclusions investigated. Considering the importance of youth and adult education (EJA), a biology teaching sequence is proposed here. The use of models can be a valuable tool for better understanding microscopic structures and cell biology. The cell, as the unit of living beings, can be considered a key concept for understanding several metabolic, structural and evolutionary processes of life. Representation, through three-dimensional models, can contribute to the process of teaching and learning about cells. By articulating studies on cells, EJA, investigative teaching, the didactic sequence and didactic models, a sequence is presented, guiding the understanding about cytology and, in addition, promoting autonomy and critical thinking. The investigative approach allows students to develop autonomy and critical thinking to propose hypotheses, analyze, test and draw conclusions. The construction of cell models articulated with analyses on the materials used for this purpose, creates possibilities for students to have a more complete understanding of the cellular universe. Therefore, the didactic sequence has great potential as a teaching strategy to promote a better understanding of the microscopic world.

Keywords: investigative teaching; biology teaching; teaching sequence; teaching models; youth and adult education

Sumário

| | |
|--|----|
| LISTA DE FIGURAS..... | 10 |
| LISTA DE ABREVIATURAS..... | 11 |
| Relato do Mestrando..... | 12 |
| | |
| INTRODUÇÃO..... | 14 |
| Por que a EJA? | 14 |
| Objetivo geral e específico | 17 |
| | |
| CAPÍTULO 1 - Entrelaçamentos teóricos..... | 18 |
| 1.1 - O Ensino investigativo..... | 18 |
| 1.2 - A Educação de Jovens e Adultos..... | 23 |
| 1.2.2 – EJA contexto histórico..... | 25 |
| 1.3 -A Sequência Didática | 28 |
| 1.4 - Modelos Didáticos..... | 31 |
| 1.5 - O Estudo das Células..... | 34 |
| 1.5.1 - Um breve panorama das células Procariontes e Eucariontes | 37 |
| | |
| CAPÍTULO 2 – Construindo a Sequência Didática Investigativa | |
| 2.1 - Percurso Metodológico..... | 47 |
| 2.2 – Resultados: A Sequência Didática | 50 |
| 2.2.1. Momento 1 - Orientação | 51 |
| 2.2.2. Momento 2 – Conceitualização. | 53 |
| 2.2.3. Momento 3 – Investigação..... | 54 |
| 2.2.4. Momento 4 – Conclusão..... | 55 |
| O que esperar do questionário prévio?..... | 55 |
| Sobre os materiais propostos para a construção dos modelos | 63 |
| Mergulhando nas perguntas investigativas..... | 65 |
| 2.3. Discussão | 70 |
| | |
| CAPÍTULO 3 – Produto do TCM..... | 73 |
| Referencial bibliográfico | 81 |
| Anexos..... | 85 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - O método Científico (imagem autoral) | 19 |
| Figura 2. Ciclo investigativo. | 20 |
| Figura 3 – Contexto histórico da EJA (Imagem autoral)..... | 26 |
| Figura 4: Robert Hooke, microscópio e a cortiça..... | 35 |
| Figura 5: Ernst Ruska e Max Knoll, 1933..... | 36 |
| Figura 6: Gerd Binning e Heinrich Rohrer..... | 37 |
| Figura 7 - Representação de uma Célula Procarionte..... | 38 |
| Figura 8 - Representação tridimensional de uma Célula Eucarionte..... | 38 |
| Figura 9 - Três visões de uma membrana celular..... | 39 |
| Figura 10 - Eletromiografia do citoplasma de uma célula de tecido conjuntivo..... | 40 |
| Figura 11 – Micrografia do Retículo endoplasmático..... | 41 |
| Figura 12 (B Micrografia do aparelho de Golgi em uma célula animal e C em uma célula vegetal. | 42 |
| Figura 13 (Lisossomo) | 43 |
| Figura 14 – Peroxissomos | 43 |
| Figura 15 (Representação e comparação entre uma mitocôndria e um cloroplasto)..... | 44 |
| Figura 16 - Em verde as proteínas que formam o citoesqueleto..... | 45 |
| Figura 17 - Núcleo de uma célula animal vista de um microscópio eletrônico..... | 46 |
| Figura 18: Momentos da Sequência Didática Investigativa..... | 50 |
| Figura 19: Momentos da Sequência Didática Investigativa..... | 51 |
| Figura 20 - Três visões de uma membrana celular..... | 66 |
| Figura 21: Momentos da Sequência Didática Investigativa..... | 74 |
| Figura 22: Momentos da Sequência Didática Investigativa..... | 75 |

Lista de abreviaturas e Siglas

| | |
|-------------|---|
| EJA | Educação de Jovens e Adultos |
| EI | Ensino Investigativo |
| LDB | Lei de Diretrizes e Bases da Educação |
| Cruzada ABC | Ação Básica Cristã |
| MOBRAL | Movimento Brasileiro de Alfabetização |
| CES | Centros de Estudos Supletivos |
| PROEJA | Programa de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio para Jovens e Adultos |
| PROJOVEM | Programa Nacional de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio para Jovens e Adultos. |



Relato do mestrando

Título do TCM: ““DO MICRO AO MACRO”: sequência didática investigativa para a construção de modelos de células com estudantes da Educação de Jovens e Adultos.”

Data da defesa: 24/05/2024

Ao iniciar minha carreira como docente, por volta dos anos de 2008, sempre fui movido pelo sentimento de ensinar meus alunos para que eles alcançassem os seus objetivos, seja a sua aprovação do vestibular ou terminar seus estudos e se formar na educação básica.

Com o passar dos anos percebi que a minha função é maior do que apenas trabalhar os conceitos abordados na Biologia, pois meus alunos como seres humanos são movidos e influenciados por diversos sentimentos, pensamentos, dúvidas, certezas e aflições, tendo a escola, a sala de aula e o professor como meios de auxílio nessa jornada educacional, social e moral. Portanto, acredito que meu papel como educador seja promover a independência, o pensamento crítico e o aprender a aprender, pois creio que este seria o verdadeiro legado que eu como professor poderia desenvolver e deixar para meus alunos. Com isso, o meu papel em sala de aula tornou-se mais profundo do que apenas falar e trabalhar os conteúdos referentes à Biologia.

Busquei uma especialização no ano de 2018 no Colégio Pedro II, onde refleti bastante sobre o ensino e o currículo do ensino de Ciências e Biologia, que me fomentou a buscar maiores reflexões sobre minha prática docente. Em 2022 iniciei o Mestrado Profissional no ProfBio/UFRJ, com grande felicidade por voltar à Universidade em que fiz minha graduação e com o desejo de aprofundar conteúdos relacionados à Biologia e problematizar a minha prática docente.

Ao longo do mestrado senti dificuldade na conciliação da minha vida profissional, pois permaneci com 46 tempos semanais dentro de sala de aula, dividindo com os afazeres da vida pessoal e com o mestrado. Muitas vezes os desafios foram grandes em conseguir alcançar as expectativas do ProfBio/UFRJ e ao mesmo tempo crescer as minhas reflexões sobre a prática docente. Felizmente consegui ao longo desses dois anos melhorar minha prática e visão de sala de aula, com as problematizações levantadas referentes ao currículo e o método de Ensino Investigativo que o ProfBio tem como proposta. O Ensino Investigativo coloca o aluno com protagonista no processo de aprendizagem, com isso eu como professor consigo

construir em meu discente o pensamento crítico, o amadurecimento para a tomada de decisões e desenvolver habilidades que vão além do ensino de Ciências e Biologia que também são de grande importância para a vida escolar. Logo o mestrado possibilitou mais uma forma de trabalhar em sala de aula, onde consigo relacionar os conteúdos presentes na Biologia com o desenvolvimento do meu aluno.

Introdução

O presente trabalho tem como finalidade a apresentação de uma sequência didática investigativa (SDI) para a produção de modelos didáticos de células, a ser aplicada em turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA). A sequência didática foi construída com inspiração na abordagem do ensino investigativo em diálogo com estudos sobre os modelos didáticos de células, como forma de representar o mundo microscópico de forma macroscópica. A modalidade de ensino proposta para o seu desenvolvimento é a educação de jovens e adultos (EJA).

A SDI elaborada se apresenta como uma ferramenta de grande potencial para o ensino de células na EJA. Em minha trajetória e experiência, como professor de Biologia dessa modalidade, percebo o quanto é difícil e abstrato para os estudantes a compreensão do funcionamento e constituição das células. Portanto, argumento que o desenvolvimento deste trabalho é pautado em minhas experiências docentes em sala de aula e ainda na vontade de elaborar uma proposta de ensino que contribua efetivamente para o entendimento da dinâmica e constituição das células.

Por que a Educação de Jovens e Adultos?

Sou professor da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Rio de Janeiro, desde dezembro de 2017, sendo que em fevereiro de 2018 iniciei o trabalho de ensino de biologia com turmas de EJA - Educação de Jovens e Adultos. Desde então, venho sentindo e buscando analisar a grande diferença, em muitos aspectos, destas turmas para aquelas do ensino médio regular. Considero que o corpo discente da EJA é formado por estudantes muito diversos, mas muito motivados para aprender sobre a biologia. São alunos que abraçam, mesmo que com dificuldades, todos os trabalhos e atividades propostas. Porém, percebo que a EJA é também caracterizada por uma grande falta de infraestrutura, o que se reflete na carência de materiais didáticos adequados e, também de uma base curricular sólida para nortear o trabalho docente. Por esse motivo, me senti sem orientações para que eu pudesse seguir e me pautar em um ensino continuado de biologia.

No final de 2018, mudei de unidade escolar, passando a fazer parte do Colégio Estadual Sarmiento, onde continuei a lecionar biologia em turmas de EJA. Nesta escola, fui observando um grande distanciamento entre os conteúdos de ensino propostos e a experiência educacional, e de vida, dos alunos dessa modalidade de ensino. Eu fui me sentindo incomodado conforme fui percebendo como as dificuldades dos meus alunos eram grandes em compreender os

conhecimentos das aulas de biologia. Um dos temas do ensino de biologia em que as dificuldades me parecem maiores diz respeito à citologia. Esta escola não se encontra equipada com laboratório e microscópios, o que me parece ser um aspecto que também contribui para essa situação.

Como professor, fui licenciado em 2013 pela UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Iniciei minha carreira no ensino de biologia, antes do término da graduação, atuando na rede privada de ensino em monitorias e logo em seguida assumindo a regência de turmas. Atuo desde 2008, até a presente data, em um colégio da rede privada (Colégio Curso PH). E em 2017, iniciei minha carreira no ensino público estadual do Rio de Janeiro. Em ambos os setores, atuo lecionando na educação básica, tendo regência de turmas no ensino fundamental (sextos, sétimos, oitavos e nonos anos), no ensino médio regular (primeiros, segundos e terceiros anos) e nas turmas de EJA (EJA II e EJA IV).

Em 2022, iniciei o curso de Mestrado Profissional no ProfBio/UFRJ, em que o ensino investigativo (EI) é norteador de todo o currículo de formação dos professores em ensino de biologia. Fomentado pelo EI e pelo desejo de ressignificar as minhas estratégias de ensino nas aulas de biologia da EJA, pensei, junto com minha orientadora, a Profa. Maria Margarida Gomes, numa proposta para o ensino sobre as células. A ideia foi desenvolver um planejamento de ensino que resultasse em possibilidades de uma forma de melhor compreensão das células, para meus alunos da EJA, mesmo sem o uso de atividades com o microscópio. A finalidade principal foi buscar produzir atividades de ensino em que os discentes pudessem entender alguns aspectos da constituição e da dinâmica das células, fazendo relações entre modelos macro e os conhecimentos da biologia sobre as células, de forma investigativa.

Apoiado em pressupostos do EI, percebi que poderia criar atividades específicas para desenvolver uma formação nos meus alunos do EJA com foco no protagonismo e autonomia. Considero que estas são habilidades de grande importância para a vida contemporânea. O aluno, sendo o protagonista do processo de seu aprendizado, exercita a tomada de decisões, a autonomia, no passo a passo do processo de construção e elaboração da atividade que lhe é proposta. Isso lhe permite desenvolver o pensamento crítico, ao refletir sobre suas decisões, além de promover a compreensão do pensamento científico, tão importante no aprendizado da biologia.

Portanto, o ProfBio/UFRJ, por meio do EI, permitiu que eu, como professor, conseguisse promover uma proposta de produto que se caracteriza por ser mais significativa para os alunos do EJA, permitindo melhorar os processos de ensinar e aprender. O conceito usado para uma aula mais significativa, foi pautado no conceito de aprendizagem significativa

de Ausubel (2003) que em seu trabalho, definiu a aprendizagem como uma condição plausível, além de sensível e não sendo arbitrária e possuindo um significado lógico. O autor traz a aprendizagem significativa como tendo um desenvolvimento importante no que chamou de *ancoragem nos conhecimentos pré-existentes*, em que se pode considerar haver uma ligação cognitiva do aprendizado com os conhecimentos pré-existentes. Para o autor, essa ligação é agradável, familiar e pode aguçar a curiosidade intelectual, fazendo com que o indivíduo se interesse em adquirir novos conhecimentos. O autor ainda compara com a aprendizagem por memorização onde não há uma recompensa cognitiva, classificando como desagradável, pois envolve um esforço cognitivo, segundo o autor, indevido.

Portanto, Ausubel (2003), defende a aprendizagem significativa como sendo o produto de um processo de interação ativa, integradora e interativa entre os materiais e as ideias cognitivas do aprendiz. Em outras palavras, a ancoragem nos conhecimentos prévios e a forma de condução do processo de ensino deve levar o aluno a ser o protagonista do seu processo de aprendizado. Isso pode potencializar e melhorar o aprendizado dos alunos.

Baseado nessas experiências, e nas ideias sobre a aprendizagem significativa, fui pensando em construir a minha proposta de produto direcionada para os estudantes de EJA. A seguir apresento os objetivos que orientaram a produção da sequência didática investigativa desenvolvida ao longo dos meus estudos no mestrado.

Objetivo geral:

- Produzir uma sequência didática para a construção de modelos didáticos de células, a partir de uma abordagem investigativa.

Objetivos específicos:Relacionados à formação geral dos estudantes

- Desenvolver a autonomia e o protagonismo;
- Estimular a curiosidade, o interesse e o aprendizado dos conhecimentos da biologia;
- Fomentar o pensamento crítico;

Relacionados à compreensão de conhecimentos de Biologia Celular

- Entender a diversidade de células como parte das dinâmicas da vida no planeta Terra.
- Compreender os componentes básicos das células e suas funcionalidades.

Relacionados à elaboração dos modelos celulares

- Participar do planejamento para a construção de modelos didáticos, considerando a diversidade celular dos organismos vivos.
- Compreender modelos celulares como representações ampliadas de um mundo biológico microscópico.

1– Entrelaçamentos de estudos teóricos

Neste capítulo busco me apropriar de estudos bibliográficos para embasamento da construção da proposta da sequência didática investigativa: o ensino investigativo; a EJA; a sequência didática; os modelos didáticos; e os estudos sobre células. Tais estudos se constituem em importantes fontes a partir das quais pude desenvolver o produto proposto neste trabalho.

1.1 - O Ensino Investigativo

Podemos entender que o Ensino Investigativo (EI) hoje, difere da ideia de décadas anteriores, em que o ensino de Ciências era voltado para formar cientistas. Essa abordagem metodológica de ensino tem como finalidade fazer com que o aluno possa aprender os conteúdos de ciências e biologia de forma ativa, exercendo o protagonismo, trabalhando na resolução de problemas e desta forma desenvolvendo a autonomia e a capacidade de tomar decisões.

Esse modo de ensinar auxilia o aluno a observar e repensar a realidade em que está inserido, pois permite que ele desenvolva um pensamento voltado para a resolução de problemas, traçando sempre medidas de intervenção. Carvalho (2011, p. 253), afirma que “ao ensinarmos Ciências por investigação estamos proporcionando aos alunos oportunidades para olharem os problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação”. Desta forma, o aluno consegue elaborar meios para refletir sobre a sua realidade.

Carvalho (2011), ainda afirma que um ponto importante, que diferencia o ensino expositivo e o EI, é o início, ou seja, o seu ponto de partida. Este deve acontecer a partir de um problema a ser resolvido. Desta forma, o professor cria condições para o desenvolvimento do aprendizado de como são produzidos os conhecimentos científicos.

O processo de ensino e aprendizagem é fortalecido quando o aluno é o protagonista na sala de aula. O professor deve assumir a posição de mediador desse processo, levando em consideração os conhecimentos prévios dos discentes, não os tendo como tábulas rasas, em que o professor detém o conhecimento a ser transferido ao aluno. O ponto de partida para o EI dentro da sala de aula deve ser a apresentação de um problema a ser pesquisado pelos estudantes, permitindo que eles elaborem hipóteses e experimentos para concluir se suas ideias formuladas nas hipóteses se aproximam dos conhecimentos validados pela ciência ou não. O professor deve guiar estes passos para que a reflexão sobre o conhecimento científico e o desenvolvimento da autonomia possam ser desenvolvidos nestas práticas.

Embebido por essas concepções, a construção dos modelos didáticos de células propostas no produto desta dissertação, se dá a partir de um processo investigativo, levando em conta os saberes prévios. Nesse sentido, com base em Sasseron (2015), o ensino investigativo é tido como uma perspectiva de ensino ou abordagem didática, e não apenas como uma estratégia ou metodologia de ensino, pois ele coloca o aluno como investigador e o professor como mediador ativo do seu processo de aprendizagem.

Pensado por John Dewey (1959), um filósofo e pedagogo americano, o EI se pauta nas etapas do método científico: a observação, a caracterização do problema, a elaboração de hipóteses, a experimentação, a conclusão e a teoria (Figura 1).



Figura 1 - O método Científico (imagem autoral)

Tomando como base a revisão e síntese feita por Pedaste et al. (2015), é relevante sistematizar o EI, conforme a proposta de um ciclo investigativo como o representado na figura 2.



Fonte: Pedaste et al. (2015, p.56).

Figura 2. Ciclo investigativo proposto por Pedaste et al. (2015).

Para esses autores, o ciclo investigativo deve se organizar nas seguintes etapas: orientação; conceitualização; experimentação; interpretação de dados; conclusão; e discussão. A primeira etapa, chamada de orientação, parte da iniciativa de aguçar a curiosidade dos estudantes, arquitetando ou propondo problemas que poderiam ser investigados nas aulas.

Já na fase seguinte, de conceitualização, devem ser levantados os problemas a serem investigados, porém norteados por conceitos e teorias. Nesta fase os estudantes elaboram suas hipóteses. Estas são possíveis soluções ao problema colocado no início do processo que precisam ser suscetíveis a testes. Na elaboração de uma hipótese, o professor consegue

vislumbrar o conhecimento que seus alunos carregam sobre o assunto em questão, podendo neste momento mediar a construção e consolidação do conhecimento. Nesta etapa os alunos devem debater suas ideias, refletir e levantar argumentos que sustentem suas ideias.

Na fase de experimentação, o estudante procura coletar dados e informações para responder à questão investigativa e problematizar a hipótese levantada. Essa fase pode ser realizada por meio de experimentos, que estão relacionados a testes de hipóteses, ou por meio de atividades de exploração que têm como base a coleta de informações e dados que podem ser utilizados como alicerce para responder à questão inicial.

É comum os alunos pensarem que é necessário a realização de experimentos para a comprovação de uma hipótese, e que estes devem acontecer em um laboratório, com o cientista usando jaleco branco e com toda a maquinaria e instrumentos próprios desse espaço de pesquisa científica. Sasseron (2015), afirma que o conhecimento em ciências por investigação, em sala de aula, deve fornecer meios para que o aluno chegue a conclusões possíveis acerca dos questionamentos levantados.

[...] assim como a própria construção de conhecimento em ciências, a investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos. (SASSERON, 2015, p. 11)

Ainda sobre a visão do aluno, em relação ao cientista e à produção do conhecimento científico, Sasseron (2015), defende uma mudança conceitual da imagem do cientista, pois a metodologia científica não é exclusividade das ciências da natureza. Além desta visão equivocada do arquétipo dos cientistas, os alunos tendem a pensar que todo o conhecimento científico é gerado por meio de experimentos. Logo o EI, em sala de aula, ajuda o estudante a entender outros meios de se chegar à conclusão de hipótese de forma concreta, como analisando conhecimentos ou informações já produzidas dentro daquele universo que está sendo estudado. Neste trabalho, a proposta de sequência didática apresentada prevê que o aluno deve pesquisar em fontes confiáveis, indicadas pelo professor (sites, vídeos e livro didático) para melhor selecionar os materiais a serem usados para a construção dos modelos didáticos de célula.

Ao chegar na fase de interpretação de dados, das explicações e conceitos, levantados ao longo do processo investigativo, os estudantes devem ser direcionados para explicar os dados

iniciais e construir novos conhecimentos. Nesta fase eles podem utilizar conhecimentos da matemática, estatística, construção de gráficos e outras linguagens que auxiliam na compreensão de que a ciência é construída por meios rigorosos. Além disso, esta fase possibilita a compreensão das grandes dimensões que a construção do conhecimento científico pode ter.

Assim, nesta fase, o estudante deve confrontar os resultados obtidos com suas hipóteses iniciais, retornando às etapas anteriores da Sequência Didática. Esta fase é de suma importância para a próxima etapa, a conclusão. Durante todo esse percurso o aluno é o protagonista do processo de ensino e aprendizagem, tornando o ensino mais significativo, de acordo com Zabala (1998). Pois não apenas na presente fase, mas na posterior, o estudante irá sempre revisitar suas concepções prévias de forma autônoma e mediada pelo professor. Essa autonomia, a revisitação e comparação dos diferentes momentos da Sequência Didática, de acordo com o autor, torna o ensino mais significativo. Concordando com Zabala (1998), sempre que o aluno protagoniza e toma decisões, ele se torna autor do processo de ensino e aprendizagem. Percebo, na minha experiência como docente, que quando o estudante se engaja na resolução dos problemas todo o aprendizado se potencializa.

A fase chamada de conclusão, tem como característica a elaboração de conclusões que respondem ao questionamento inicial, ou seja, que tragam respostas embasadas para a pergunta investigativa inicial. É nesta fase que o aluno deve articular as evidências coletadas com a elaboração de sua resposta.

Ao analisar a fase de discussão, apresentada pelo autor, o professor pode utilizá-la durante todo o processo do ensino investigativo ou ao final, com a finalidade de sistematizar o processo de aprendizado, organizando as questões, os resultados e as conclusões. De acordo com Scarpa & Silva (2013), durante os processos de ensino investigativo, a utilização de várias estratégias didáticas auxilia o aluno a compreender as diversas formas da construção do conhecimento científico.

Assim a Sequência Didática Investigativa proposta neste trabalho, visa a desenvolver não apenas os conhecimentos sobre células, mas também habilidades e competências importantes para formação deles, como a autonomia e o protagonismo. Logo o EI é mobilizado como uma abordagem metodológica que permite este desenvolvimento, além de contribuir para que os alunos tenham noção de como o conhecimento científico é construído.

1.2 – A Educação de Jovens e Adultos

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) pode ser percebido como um local de resistência a um sistema educacional marcado historicamente por desigualdade e exclusão social no Brasil. Pode-se considerar a EJA como uma modalidade de ensino que se estruturou em um contexto histórico de exclusão ou de formação de mão de obra, minimamente qualificada, para atender os interesses de classes dominantes. Ainda mais, simplesmente como um instrumento de correção de escolaridade de uma camada da população que não consegue se escolarizar na idade tida como ideal.

Os estudantes da EJA trazem consigo experiências e vivências que podem ser bem diferenciadas daquelas da faixa etária que percorre a escola na idade escolar considerada normal, seja no ensino fundamental ou médio. São alunos que carregam suas experiências de vida cotidiana de diferentes idades, apresentando vivências e experiências do campo do trabalho e do seu dia a dia, diferentes das crianças e adolescentes que possuem uma idade escolar, considerada como correta.

Concordo com Marsico (2018) quando afirma que a EJA vem sendo definida historicamente como fora da norma. A autora ainda afirma que em meio a um sistema de pensamento que normaliza os professores, alunos e o ensino regular, são criados padrões que diferenciam a EJA, conceituando-a como diferente. Isso é percebido a partir da análise cotidiana de minha prática docente junto a esta modalidade de ensino. Percebo que o currículo da EJA é apenas uma versão reduzida do currículo do ensino regular, em que a impressão passada para o professor, é de que não há uma preocupação com os conhecimentos prévios que os discentes trazem para a sala de aula. E que não há preocupação com o aprendizado de fato desses alunos, pois a quantidade de tempos em sala de aula é diferente para os estudantes do regular em comparação aos do EJA. Mas os conteúdos previstos são os mesmos, sem nenhuma adequação para a modalidade de ensino que possui alunos com peculiaridades distintas dos estudantes do ensino regular.

Peculiaridades que não considero como inferiores, mas como dito anteriormente, defendo que a EJA compreende um espaço de alunos com bagagens de vida e de trabalho diferentes dos estudantes do ensino regular. E analisando o quesito tempo em aula, a EJA por possuir menor tempo das disciplinas, em comparação ao ensino regular, demanda atividades de ensino que possam possibilitar a exploração de diferentes habilidades e competências desses alunos, valorizando seus conhecimentos prévios, dinamizando as aulas, otimizando o tempo e potencializando o processo de ensino e aprendizagem.

Para Marsico, Candido e Gomes (2019), a EJA necessita de um currículo diferenciado, pois seus estudantes possuem idade superior à dita regular para a escolarização básica e, uma grande parte desses alunos já são trabalhadores. Logo possuem vivências diferentes dos alunos do ensino regular. Os autores ainda apontam a necessidade de discussão de um outro ensino de Ciências/Biologia. Em concordância com esses autores, sou de opinião que é importante que se produzam propostas curriculares que contemplem a produção de atividades e materiais didáticos com propostas direcionadas aos alunos da EJA, considerando os espaços e tempos próprios dessa modalidade de ensino. Além disso, também devem ser valorizadas as atividades diversificadas, que possam ser atrativas para estudantes que adentram a escola após um dia de trabalho.

Acredito que o EI surge como uma importante ferramenta didática para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos alunos da EJA. De acordo com Sasseron (2015), o EI é uma abordagem didática que coloca o aluno como indivíduo ativo no processo de aprendizagem. Desta forma acredito ser essa uma abordagem significativa para os estudantes da EJA, com suas experiências de vida tão específicas. Acredito que os estudantes da EJA podem ter seus processos de aprendizagem, dos conhecimentos de biologia, potencializados por atividades de ensino em possam exercer um papel protagonista. Assim, apresento a proposta de produção de uma Sequência Didática Investigativa para a EJA, também como um dos instrumentos que podem dinamizar as aulas desta modalidade de ensino. De acordo com Monteiro (2019), uma Sequência Didática permite trabalhar múltiplas características do corpo discente, pois nela podemos realizar mais de uma atividade e o estudante pode se envolver na etapa que lhes for mais atrativa.

No aprofundamento de meus estudos para a produção desta dissertação, também fui percebendo que a Educação de Jovens e Adultos não pode ser desvinculada de todo o contexto histórico envolvido nos processos de construção dos sistemas educacionais no Brasil. A seguir apresento um breve panorama histórico da construção desta modalidade de educação

1.2.2 - EJA CONTEXTO HISTÓRICO

Pode-se perceber que o início do sistema educacional no Brasil pode ser relacionado ao modelo iniciado pelos Jesuítas, no qual a imposição cultural e a reprodução da cultura europeia foram características marcantes. De acordo com Paula e Oliveira (2011), os primeiros anos do período republicano não tiveram mudanças significativas no cenário educacional no país. As autoras afirmam que o fato de a educação elementar ter sido mantida como responsabilidade dos estados e dos municípios, não permitiu a edificação de um sistema educacional forte e articulado, considerando o período da República Velha (1889-1930). A autora traz a questão do analfabetismo que não teve uma agenda específica que garantisse seu desenvolvimento, pela falta da estrutura dos estados e municípios, impedindo o desenvolvimento da EJA.

Percebo que essa desarticulação da organização educacional no País, no período retratado, reverberou na consolidação da educação no Brasil. Muito se viu ao longo de décadas em regiões do país que tinham um índice de analfabetismo mais acentuado que outras, sendo fruto de um processo descentralizado e da falta de propostas que pudessem alcançar diferentes regiões do País. A análise feita por Paula e Oliveira (2011) considera que este início da educação é de suma importância para compreensão de como se consolidou a Educação de Jovens e Adultos no Brasil. Ao analisar o enfoque da educação de jovens e adultos ao longo da história do país fica claro que a EJA se apresenta como tendo por base na compensação que, desconsiderando a vivência do educando, é fundamentada na imposição cultural, descontextualizada e com descompromisso por parte do estado.



Figura 3 – Contexto histórico da EJA (Imagem autoral)

Analisando os diferentes períodos da história do Brasil, percebo que a Educação de Jovens e Adultos não vem tendo a devida valorização por partes dos diferentes governos, para sua consolidação. De acordo com Cândido (2019), a partir de 1930, o país iniciou um processo de crescimento industrial e urbano. A ideologia era criar mão de obra minimamente qualificada para atender os novos rumos do Brasil. Na década seguinte houve a apresentação de políticas públicas de alfabetização no país. E segundo Ventura (2001) essa política se caracterizava

pela tentativa de elevar social e economicamente a população. Portanto, percebo que deste essa década, a EJA vem sendo tratada como um instrumento de geração de mão de obra e não de formação intelectual ou acadêmica da população.

Em 1961 a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, LDB nº 4.024/61 traz a palavra “supletivo”, como sendo uma reposição para os estudantes que não conseguiram dar prosseguimento aos estudos na idade apropriada. Novamente, é possível notar que a EJA não é tratada de forma específica, com suas peculiaridades. Ao contrário, continua sendo tratada como uma modalidade de ensino que tem por objetivo a correção da escolaridade da população que não conseguiu realizar seus estudos na idade dita como normal.

Durante o período do regime militar, existiram alguns programas de alfabetização, como a Cruzada ABC (Ação Básica Cristã), o MOBREAL (Movimento Brasileiro de Alfabetização). Segundo Haddad e Di Pierro (2000), o MOBREAL tinha como finalidade atender os objetivos políticos do regime vigente assim como os Centros de Estudos Supletivos (CES). Novamente a EJA aparece com um instrumento de manipulação da população, sem preocupação com o currículo ou com o aprendizado defato do aluno.

Em 1971 foi publicada a nova LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Segundo Di Pierro (2005, p.1117), “a Lei 5.692 de 1971, deu o caráter corretivo para o ensino supletivo”. Portanto, novamente a Educação de Jovens e Adultos foi tratada de forma corretiva, atingindo a população que não conseguiu realizar e/ou concluir a educação escolar na idade considerada como a correta. Mais uma vez é reafirmado que o estudante que não concluiu seus estudos na idade esperada pela Lei e assim, continua não recebendo uma proposta educacional voltada para as especificidades de sua realidade.

Tal análise corrobora com as autoras Marsico e Ferreira (2020), que afirmam que os estudantes da EJA são inseridos em contextos que os colocam como “excluídos”, pois de acordo com as autoras, compreendem um grupo social historicamente reconhecido como carente de programas sociais. Sendo assim, essa modalidade de educação é formada por estudantes que demandam a elaboração de configurações de formação escolar específicas. Concordando com as autoras, vejo a grande importância da produção de atividades e materiais didáticos, como modelos e sequências didáticas, que contribuam para a valorização do ensino na EJA, considerando as suas particularidades.

Em 1988, a promulgação da Constituição Federal traz consigo um olhar mais aprimorado sobre os direitos sociais, com maior responsabilidade do Estado. Nesta Carta Magna, em seu art.25, a Educação Básica é descrita como um dever do Estado e um direito de todos, tornando o governo responsável por oferecê-la de forma ampla a toda a população brasileira. Com base

nesse documento, em 1996 foi publicada a LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação, na qual ocorreu então a substituição do termo Ensino Supletivo, por Educação de Jovens e Adultos.

Após os anos 2000, outros programas governamentais foram propostos, como o PROJOVEM e o PROEJA, com a finalidade de contribuir para a escolarização desses grupos excluídos do sistema educacional regular. Assim, tinham como meta aumentar a escolarização do País e a formação profissional. Tais avanços nas concepções sobre a EJA promoveram um grande debate no país sobre os processos curriculares dessa modalidade. No entanto, na minha experiência prática ainda não consigo perceber claramente a existência de programas e currículos que visem a um entendimento mais acurado do discente da EJA, para o fortalecimento dessa modalidade de educação.

Portanto, considero ser necessário um intenso debate sobre os currículos dessa modalidade para a construção de estratégias metodológicas de ensino que considerem as especificidades da realidade da vida de seus estudantes. Isso, para que a EJA não seja apenas um instrumento político de elevação escolar da população brasileira, na qual tanto os professores como os alunos podem se tornar reféns de uma política educacional reparativa e não formativa. Defendo que os alunos da EJA possuem as mesmas possibilidades de aprendizagem e desenvolvimento acadêmico que os alunos do ensino regular. Porém é necessário o desenvolvimento de políticas de currículo com um olhar específico para esses estudantes.

1.3 – A sequência didática

O presente trabalho apresenta como produto uma sequência didática investigativa, para a produção de modelos de células, com a finalidade de tornar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) mais interessante e significativo. Uma sequência didática, de acordo com Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), pode ser entendida como um conjunto de atividades escolares, que devem ser organizadas de forma sistemática, girando em torno de um gênero textual oral ou escrito. Os autores também afirmam que em uma sequência didática o professor deve realizar uma produção diagnóstica para avaliar as capacidades já adquiridas e ajustar as atividades previstas na sequência.

Nesse processo, o discente é considerado protagonista, o que potencializa e diversifica os seus modos de aprender biologia. Como dizia John Dewey (1959), é importante que o ensino escolar induza os alunos a lidarem com situações e experiências semelhantes às aquelas vivenciadas por eles em sua vida cotidiana. É desta forma que é possível para os estudantes

aprenderem a resolver problemas mobilizando diversas áreas de conhecimento, incluindo a biologia.

Nesse sentido, a sequência didática proposta tem por objetivo orientar os alunos a resolver problemas para a construção dos modelos de células, utilizando os conhecimentos adquiridos ao longo da vida escolar no ensino de Ciências e Biologia. Além disso, têm-se a intenção de permitir a construção de um espaço de diálogo, possivelmente, de diferentes ideias para debate entre os grupos de estudantes.

Segundo Pechilye (2018), a sequência didática (SD) possibilita ao professor a organização, de forma sistemática, dos conteúdos de ensino a serem abordados com os estudantes, congregando temas que poderiam ficar soltos ao longo das aulas. Dessa maneira, a SD contribui para a organização dos conhecimentos escolares de forma integrada, mas sempre considerando a sua complexidade e ainda o tempo escolar. Desta forma, o ensino de células, abordado neste trabalho, pode congrega diversos conhecimentos referentes ao conteúdo de ensino selecionado para a SD. Com a SD, o professor pode planejar e executar aulas para ensinar diferentes saberes sobre as células, usando um tempo maior e trazendo diferentes discussões que possibilitam chegar ao entendimento do seu funcionamento, tamanho e elementos de constituição.

Segundo Monteiro (2019), a SD proporciona a possibilidade de trabalhar as diferentes especificidades de cada discente presente na turma, pois ela permite mais de uma atividade, em que o estudante pode se envolver nas atividades que mais o atraem. O presente trabalho visa a construção de modelos didáticos de células, de forma investigativa, logo isso ao longo da Sequência Didática garante que as diferentes habilidades dos alunos sejam exploradas para que a aprendizagem seja alcançada. Ao longo da SD, os estudantes têm vídeos, textos e a reflexão investigativa da produção do modelo. Assim, acredito que essas diferentes formas de dialogar sobre células possibilita formas distintas de aprendizado.

As diferentes atividades na SD também são defendidas por Zabala (1998), pois, para este autor, quanto mais fontes de informação, de técnicas ou habilidades a serem realizadas ou desenvolvidas, mais o estudante pode alcançar meios que favorecem o aprendizado. Neste trabalho, os alunos podem ter a oportunidade de mobilizar os conhecimentos sobre a célula por meio de diversos instrumentos, permitindo que as diferentes formas de aprender sejam exploradas.

A Sequência Didática, proposta neste trabalho, pode permitir que os alunos protagonizem o seu processo de aprendizagem, pois eles são considerados sujeito da elaboração dos modelos propostos, tendo autonomia na tomada de decisões, tendo o professor como

mediador nesse processo. Assim, concordo com Carvalho (2013) quando afirma que a resolução de problemas pelos estudantes proporciona um meio para que eles raciocinem e construam o seu próprio conhecimento.

A SD também propicia momentos de interação, conversa e discussão entre os alunos. Desta forma, o trabalho pode possibilitar o desenvolvimento de interação social entre os estudantes, tendo nestes períodos de diálogo e tomada de decisão um espaço laboratorial para suas vidas cotidianas e preparando-os para o mundo fora da escola.

A SD, será produzida com base no ensino investigativo. Desta forma, a sequência didática investigativa aposta no protagonismo dos alunos, ao fomentar a análise de problemas, elaboração de hipótese, experimentos e conclusões. Assim, o ensino e aprendizagem podem ser potencializados e as aulas de biologia podem ser mais atrativas.

Para Trivellato & Tonidandel (2015), desta maneira os estudantes conseguem aproximar seus conhecimentos dos saberes científicos. Defendo que na EJA, os estudantes podem estabelecer diálogos entre os seus próprios saberes e os conhecimentos científicos. Para esses autores, as sequências didáticas investigativas SDI devem ser compostas por algumas atividades chaves:

- a) uma questão-problema que possibilite o engajamento dos alunos em sua resolução;
- b) a elaboração de hipóteses em pequenos grupos de discussão;
- c) a construção e registro de dados obtidos por meio de atividades práticas, de observação, de experimentação, obtidos de outras fontes consultadas, ou fornecidos pela sequência didática;
- d) a discussão dos dados com seus pares e a consolidação desses resultados de forma escrita;
- e) a elaboração de afirmações (conclusões) a partir da construção de argumentos científicos, apresentando evidências articuladas com o apoio baseado nas ciências biológicas (Trivellato & Tonidandel, 2015, p. 110).

Na SD aqui proposta, a questão problema estará em torno do melhor material para a construção dos modelos de célula. O material já é proposto, porém os alunos podem utilizar outros materiais que eles julgarem interessantes para a elaboração do modelo. A partir dos materiais escolhidos, os estudantes fazem a elaboração das hipóteses para a construção dos modelos. Esta etapa é realizada através da discussão nos grupos de trabalho formados. Após a elaboração das hipóteses, os grupos passam para a etapa da experimentação, em que fazem a construção dos modelos com os materiais por eles escolhidos. Ao final da atividade os grupos explicam os modelos construídos, justificando os materiais escolhidos. Durante toda a

Sequência Didática o professor tem um papel de suma importância, mediando os grupos em suas discussões, análise e construção dos modelos.

1.4 – Modelos didáticos

A construção de modelos didáticos de células, além de contribuir para a compreensão da relação entre os conhecimentos do micro e do macro, ainda possibilita uma exploração de conhecimentos sobre as estruturas celulares. Desse modo, os modelos são potentes para o aprendizado das ciências. Isso ocorre, pois os alunos, além de serem os protagonistas da elaboração dos modelos, também têm a oportunidade de estimular diferentes sentidos cerebrais quando utilizam materiais com diversas texturas, cheiros, formas, tamanhos e vários instrumentos para a construção dos modelos. De acordo com Lent (2001), a utilização dos órgãos sensoriais auxilia na memorização e no aprendizado. Formar conceitos sobre o mundo, sobre nós e orientando nosso comportamento, acontece pelo relacionamento entre as informações sensoriais e a cognição.

Segundo Justina e Perla (2006), a elaboração de modelos didáticos representando estruturas e/ou processos biológicos, em materiais palpáveis e visíveis, permite a facilitação do processo de ensino e aprendizagem a respeito do corpo de alunos. Essa visualização de forma tridimensional pode contribuir para a realização de aulas mais dinâmicas com melhor compreensão das pequenas estruturas celulares. Isto pode permitir ao professor ensinar os conhecimentos biológicos de modo a torná-los acessíveis aos alunos. Visto que o conteúdo de biologia molecular traz consigo uma gama de conceitos, de estruturas, de hipóteses, teorias e fenômenos que requerem do aluno uma grande capacidade de abstração e de alto grau de complexidade de entendimento, a construção de modelos pode oferecer uma alternativa que obtenha maior engajamento dos estudantes, facilitando a aprendizagem deles.

A atividade proposta neste trabalho, para a construção de modelos de células, pressupõe que a elaboração de modelos permite ao aluno compreender melhor alguns conceitos abstratos sobre citologia que muitas vezes, quando apresentada apenas verbalmente, oferece dificuldades para a sua compreensão. Isto porque a SD propicia ao estudante a construção de um modelo tridimensional, a partir de imagens bidimensionais que podem ser observadas em livros didáticos. Acredito que durante esse processo, o professor, sendo o mediador, pode possibilitar ao aluno uma compreensão melhor das diferentes formas e funções das estruturas básicas (membrana plasmática, citoplasma, núcleo e organelas), que constituem as células.

Julgo de grande relevância o ensino sobre as células, pois de acordo com a Teoria celular proposta, em 1839, por Theodor Schwann (1810-1882), Matthias Jakob Schleiden (1804-1881)

e seus colaboradores, a célula foi apresentada como a menor unidade viva de um organismo. Portanto, é muito importante que o estudante de biologia na educação básica consiga não apenas alcançar esse conceito, mas também compreender o funcionamento básico das células com suas especificidades.

A sala de aula é um espaço heterogêneo, de pessoas e de formas diferentes de aprendizado. Logo há a necessidade de propiciar diferentes meios de aprendizagem para que os diferentes alunos possam alcançar a compreensão do conhecimento. Portanto, os modelos didáticos são recursos de grande potencial para o ensino e a aprendizagem em sala de aula. Para Setúval e Bejarano (2000), os modelos didáticos são recursos de grande importância para o ensino de Ciências e Biologia pois auxiliam na compreensão de conceitos difíceis dentro destas disciplinas.

Ainda sobre os modelos didáticos, Paz et al. (2006) afirmam que a construção desses modelos tridimensionais ou de maquetes e gráficos, por exemplo, emergem da necessidade do professor em fortalecer suas explicações sobre os conceitos e ainda fornecer aos alunos uma melhor exploração conceitual. Assim, a proposta de SD aqui apresentada foca na construção dos modelos didáticos de células, em que os estudantes sejam protagonistas nesse processo. Alinho-me assim com esses autores, que argumentando sobre a importância da modelização no ensino de Ciências e Biologia, pois ela pode possibilitar maior interação e relação entre os alunos, permitindo que emergjam novas perguntas que antes da construção dos modelos não existiam.

Nesse sentido, sobre a utilização de modelos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia, como instrumento de dinamização dos processos de ensino e aprendizado, é possível afirmar:

[...] que estes ainda não se constituem como uma prática presente nos cursos de formação inicial de professores. Portanto, não se pode esperar que a curto prazo esses produzam efeitos significativos na aprendizagem de Ciências Naturais e suas Tecnologias. (PAZ et al., 2006, p. 144).

Ainda sobre a modelização e experimentação nas aulas de Ciências e Biologia, Cruz (2009) afirma que ambos devem estar conectados com o conhecimento teórico e proporcionar aos alunos alcançar de maneira autônoma as relações entre a prática e o conteúdo curricular.

Desse modo, é possível afirmar que não apenas o conteúdo de Biologia Molecular, mas a disciplina de Biologia possui diversos temas que podem ser abstratos para os estudantes. Portanto, tanto aulas de experimentação em laboratórios como aquelas que permitam ao aluno

problematizar, pensar, experimentar e tomar decisões, são ferramentas importantes para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Para Cruz (2009), as aulas de laboratório são aliadas para unir prática e teoria, aliando abstrato e concreto, permitindo a aquisição do conhecimento de forma mais efetiva.

A construção dos modelos de células propostos neste trabalho, se alinham com o pensamento das ideias dos autores apresentados até aqui, pois os alunos são considerados protagonistas na confecção dos modelos, relacionando os conhecimentos obtidos sobre as células ao longo da Sequência Didática e aplicando os mesmos na sua construção. Assim, ao propor essa construção prática de modelos de células, creio que o desafio que possa ser encontrado pelos alunos proporciona um maior interesse, busca, e com isso a aquisição do conhecimento sobre células. Para reforçar a importância desta proposta, trago a afirmação da autora Krasilchik (2008, p. 85), “nas aulas práticas os alunos podem se deparar com resultados não previstos, desafiando sua imaginação e raciocínio. Logo esse desafio me faz acreditar que o processo de ensino e aprendizagem se torna significativo, potencializando o entendimento do conteúdo a ser aprendido.”

A construção de modelos didáticos de células em aulas de Ciências e Biologia, que é o alvo deste trabalho, pode transformar o momento de sala de aula em um laboratório de ensino pois propicia aos alunos desenvolver a elaboração de hipóteses, pesquisa e experimentação, permitindo assim, um possível entendimento sobre como o conhecimento científico é produzido. Desta forma, assim como Krasilchik e Marandino (2007), acredito que as aulas práticas são importantes para desenvolver a realização de processos de investigação que se aproximam dos fazeres científicos. Nesse sentido, o processo de alfabetização científica pode ser construído durante as aulas de ciências e biologia, formando o aluno para entender os processos que levam a construção do conhecimento científico.

As aulas práticas, como a de construção de modelos didáticos, podem ser realizadas com materiais simples, sem a necessidade de aparelhos ou instrumentos sofisticados de laboratório, pois o mais importante durante as aulas é a construção do conhecimento e o desenvolvimento do pensamento científico, em que o estudante lida com a tomada de decisões, pesquisas, erros e acertos. Com isso o aluno tem a oportunidade de amadurecer seu processo de aprendizado e desenvolver a compreensão dos conhecimentos a estudar nas Ciências e na Biologia.

Para Sequeira e Freitas (1989), não existe um único método para o desenvolvimento da educação científica, podendo, para isso, serem utilizadas diversas estratégias. Para isso, é necessário que o professor assuma a mobilização de diversas metodologias para que os seus

alunos alcancem sua responsabilidade no processo de aprendizagem, respeitando a individualidade de cada um e motivando-os para o aprendizado das Ciências e da Biologia.

Durante a construção dos modelos, os estudantes podem perceber que as células precisam ser limitadas por alguma estrutura e que ela deve ter mecanismos que realizam a triagem de entrada e saída de substâncias, chegando ao conceito de membrana plasmática. Espera-se assim, que os discentes percebam que o material do citoplasma não pode ser totalmente líquido e nem sólido, pois poderia dificultar os processos citoplasmáticos e o transporte de substâncias. Desta forma, há um meio de discutir a constituição do citoplasma e as possíveis substâncias que irão atravessar ou serem produzidas ali. Neste contexto, o professor pode levantar perguntas investigativas sobre possíveis estruturas presentes no citoplasma para que os alunos comecem a entender que as organelas são essas estruturas e que estão inseridas na região citoplasmática. Logo o conceito e função das organelas pode ser trabalhado. Por fim a presença de algo que comande o funcionamento da célula e a construção do núcleo, levam o estudante a compreender a forma, constituição e funcionamento da célula.

Com a construção de modelos, os alunos aprendem que há estruturas menores que as células, as organelas. E algo menor ainda, que é a molécula de DNA presente no núcleo, que contém as informações necessárias para comandar o metabolismo celular, sendo responsável por conter as informações genéticas. Esta compreensão pode conduzir a reflexões sobre o tamanho das estruturas celulares, além da importância do microscópio ao longo da evolução dos conhecimentos científicos.

De acordo com o exposto até aqui, é possível afirmar que a elaboração de modelos didáticos, nas aulas de citologia, se constituem em uma ferramenta importante para que o aluno possa construir noções sobre as relações de tamanho, textura e espessura das células. Segundo Freitas et al. (2009), os modelos contribuem para a melhor compreensão das imagens bidimensionais dos livros didáticos. Conseqüentemente, os modelos didáticos possuem um grande potencial para o entendimento das células e, por consequência, da formação básica da vida, fazendo com que os alunos tenham melhorias em seu processo de aprendizagem, sendo para o professor instrumentos de grande potência para seu cotidiano em sala de aula.

1.5 – O estudo das células

No livro “Biologia Molecular da Célula” de Bruce Alberts (2010), as células são definidas como fábricas químicas que produzem cópias de si, interagem com o que tem ao seu redor e possuem uma complexa organização. As células também são valorizadas como objetos

de ensino e aprendizagem nos currículos da educação básica. A Teoria Celular elaborada em 1839, por Theodor Schwann (1810-1882), Matthias Jakob Schleiden (1804-1881) e seus colaboradores, propõe a célula como a unidade básica dos seres vivos, afirmando que sua descoberta foi fundamental para os estudos da área biológica. Constituindo tanto organismos unicelulares como os pluricelulares, a célula é de fundamental importância para a compreensão de seu funcionamento e constituição e também, para a compreensão dos diversos conhecimentos da biologia ensinados nas aulas de Biologia ao longo do ensino médio.

Para Alberts Bruce (2010), as células constituem toda a matéria viva, e todas compartilham de uma mesma maquinaria. Exteriormente os organismos podem ser diferentes, mas são muito semelhantes em seu interior. De acordo com a Teoria Celular (1839), as células são entendidas como: “unidades estruturais e funcionais de todos os seres vivos”. Portanto o estudo sobre as células, de diferentes formas, como por exemplo a partir da construção de modelos didáticos, pode auxiliar na consolidação do seu entendimento reafirmando a importância do presente trabalho para a compreensão das células no ensino de Ciências e Biologia da educação básica.

O estudo das células se entrecruza com a história da microscopia, em que Robert Hooke foi um dos mais famosos personagens na descoberta das células com o auxílio de um microscópio (figura 4). Segundo Valério & Torresan (2017), Hooke foi pioneiro na visualização de tecidos, a partir de uma rolha, que é formada por um tecido vegetal, o súber. A partir desses estudos, em 1665, cunhou o termo célula pela primeira vez para designar os espaços vistos no tecido analisado.

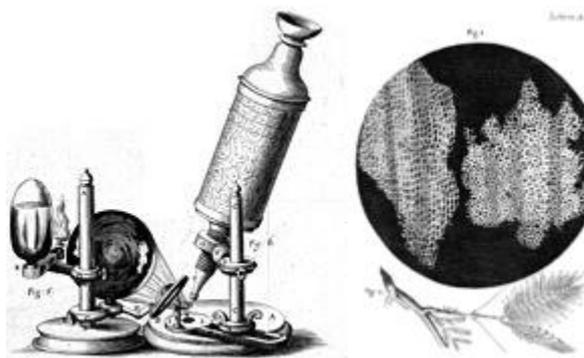


Figura 4: o microscópio e a cortiça.

Fonte: [Search media - Wikimedia Commons](#)

No início do século XIX, Schleiden e Schwann propuseram que todos os tecidos animais e vegetais eram formados por células. Isso se deu paralelamente ao desenvolvimento de melhores microscópios ópticos. De acordo com Calado (2019), Theodor Schwann (1810-1882), Matthias Jakob Schleiden (1804-1881) e seus colaboradores, em 1839 apresentaram a Teoria celular, considerando a célula como a unidade básica dos seres vivos. Isto foi fundamental para os estudos na área biológica.

Para o aprofundamento dos estudos de citologia, em 1931, foi construído um microscópio eletrônico que permitiu o aumento, em 1,5 milhões de vezes, do objeto analisado. O mesmo foi criado por Max Knoll (1897-1969) e Ernst Ruska (1906-1988) como mostra a Figura 5.



Figura 5: Ernst Ruska e Max Knoll, 1933.

Fonte: Historia del Microscopio timeline | Timetoast timelines

Em 1982, Gerd Binnig e Heinrich Rohrer (Figura 6) desenvolveram um microscópio de tunelamento que contribuiu para o avanço de novas descobertas sobre o mundo microscópico. Esse aparelho é tão potente que permite a visualização de átomos e moléculas de uma superfície sólida.



Figura 6: Gerd Binnig e Heinrich Rohrer Fonte: El microscopio timeline | Timetoast timelines

Em 1986, Binnig, Calvin Quate e Christoph Gerber criaram o primeiro microscópio de força atômica, que tinha como objetivo medir forças menores que $1\mu\text{N}$.

1.5.1 - Um breve panorama das células Procariontes e Eucariontes

As células, ao serem observadas ao microscópio, podem ser diferenciadas em dois tipos de células pela presença de um compartimento abrigando o material genético, chamado de núcleo, nas células eucariontes. Já os procariontes não possuem essa compartimentalização.

De acordo com Junqueira e Carneiro (2012), as células procariontes (Figura 7) são pobres em membranas, possuindo apenas a membrana plasmática. Alberts Bruce (2010), afirma que as células procariontes possuem uma membrana plasmática que envolve seu citoplasma, que contém seu DNA, RNA, proteínas e diversas outras moléculas que são essenciais para a vida.

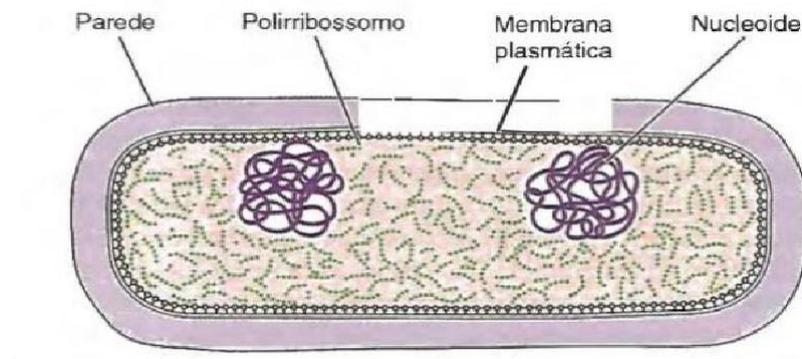


Figura 7 - Representação de uma Célula Procarionte (Junqueira e Carneiro, 2012 p. 4)

As células eucariontes (Figura 8), segundo Junqueira e Carneiro (2012), possuem regiões distintas bem diferenciadas, o citoplasma e o núcleo. Entre eles há um grande fluxo de substâncias produzidas pela célula e uma compartimentalização feita por membranas, que não é observado nos procariontes. Essa compartimentalização, de acordo com o autor, abriga diversos aparatos enzimáticos, sendo a célula organizada como uma fábrica com diversos setores. Isso possibilitou as células eucariontes atingirem maior tamanho sem prejudicar suas funções.

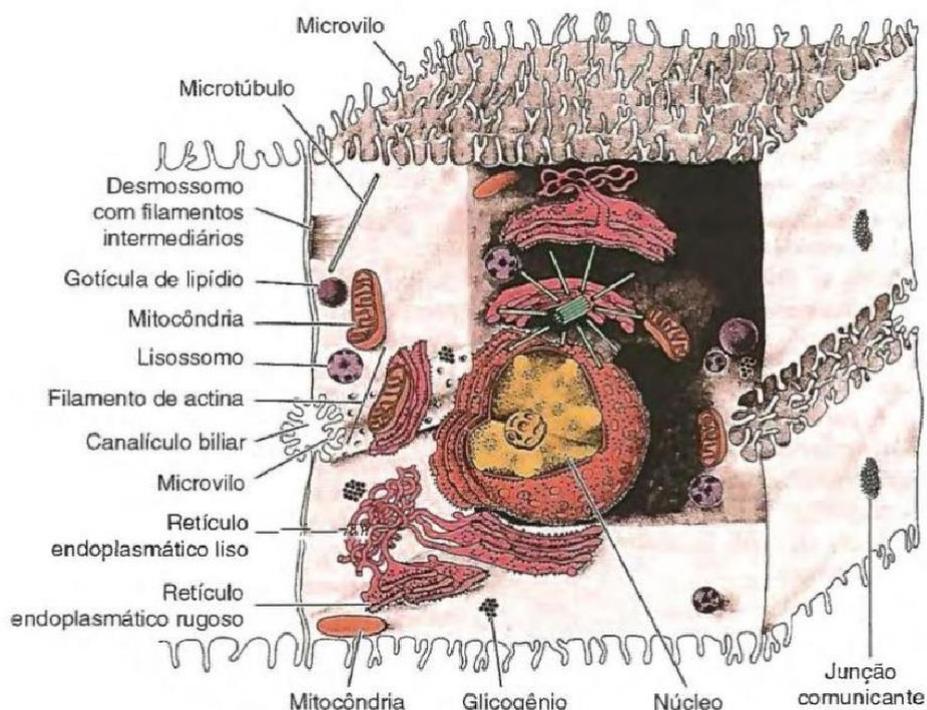
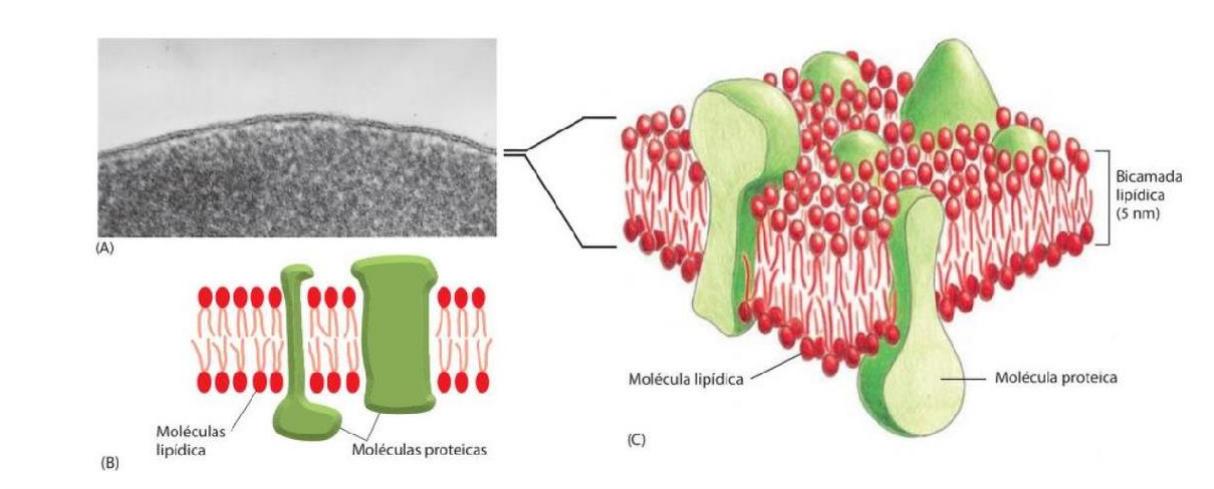


Figura 8 - Representação tridimensional de uma Célula Eucarionte (Junqueira e Carneiro, Biologia celular e Molecular 2012, p.4)

A Membrana Plasmática

Lehninger, Nelson e Cox (2002) definem a membrana plasmática (Figura 9) como a periferia da célula, sendo uma de suas funções separar o conteúdo interno do externo, de sua vizinhança. Esta estrutura é a parte mais externa da célula, tendo como uma de suas funções separar o seu meio interno do meio externo. Ela apresenta, aproximadamente de 7 a 10 nm, sendo formada por uma bicamada de fosfolipídios e proteínas. Alberts Bruce (2010) afirma que essa constituição da membrana plasmática é fluida e dinâmica, permitindo o trânsito de moléculas em seu plano. E esta bicamada atua como uma barreira para moléculas solúveis em água, logo algumas proteínas, chamadas de proteínas transmembrana, permitem a passagem destes tipos de substâncias.



Junqueira e Carneiro (2012) descrevem a membrana plasmática sendo constituída, principalmente, por fosfolipídios e uma variada quantidade de proteínas, afirmando que essas proteínas são responsáveis pela maioria das funções da membrana.

O Citoplasma

O citoplasma (Figura 10) das células eucariontes abriga as organelas citoplasmáticas, sendo constituído por água, íons e aminoácidos. Lehninger, Nelson e Cox (2002) relatam que o citoplasma é uma solução aquosa, altamente concentrada, com uma consistência gelatinosa. No citosol, espaço entre as organelas, encontramos microfibrilas de actina e microtúbulos constituídos por tubulina. Estes filamentos influenciam na maior ou menor fluidez do citosol da célula.

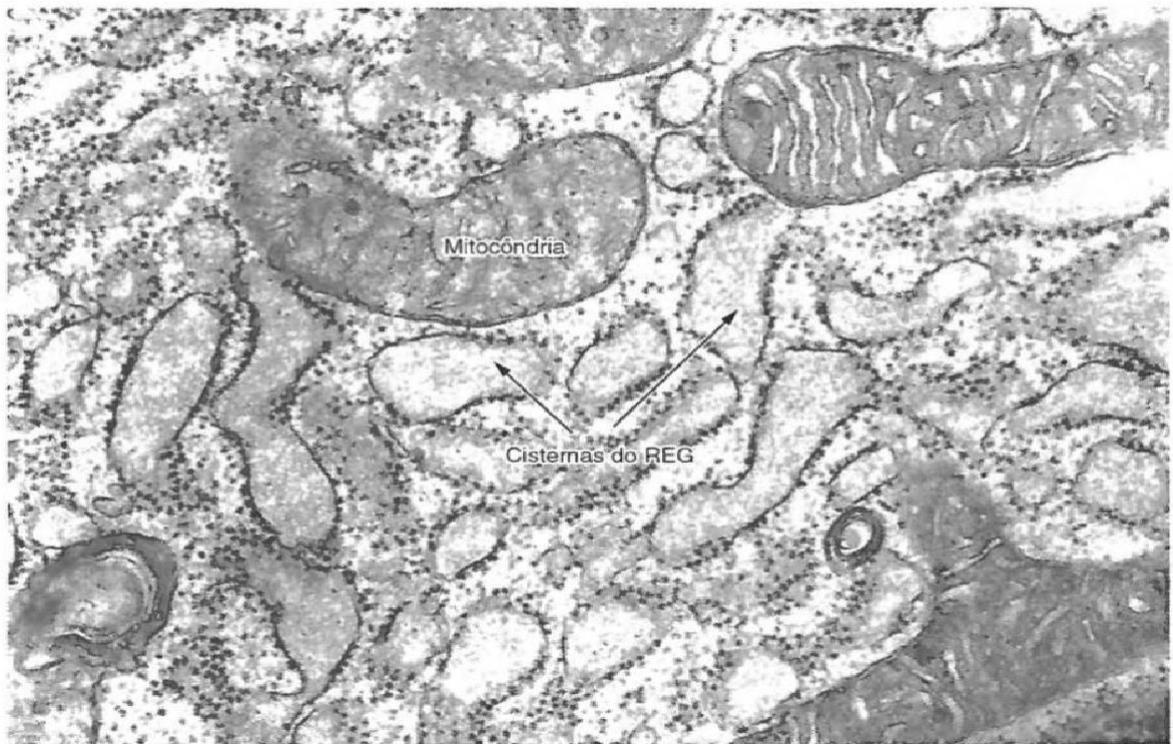


Figura 10 - Eletromiografia do citoplasma de uma célula de tecido conjuntivo (Junqueira e Carneiro, Biologia celular e Molecular, 2012, p. 6).

As Organelas

➤ Retículo endoplasmático.

Bruce Alberts (2010) relata que o retículo endoplasmático (Figura 11) possui mais da metade da membrana total de uma célula animal. Acredita-se que esta organela tenha surgido da invaginação de porções específicas da membrana plasmática em um organismo ancestral, sendo organizada em túbulos e vesículas que se espalham por todo o citosol. Esta organela tem como função a produção de lipídeos, proteínas e, em algumas células, o armazenamento de cálcio.

As regiões do retículo endoplasmático que possuem ribossomos aderidas a sua membrana, são chamadas de retículo endoplasmático rugoso, sendo neste local da célula que ocorre a síntese de proteínas. As regiões que não possuem ribossomo são classificadas como retículo endoplasmático liso, tendo como uma de suas funções a produção de colesterol. Ambas as regiões produzem substâncias que podem ser enviadas para outras organelas da célula.

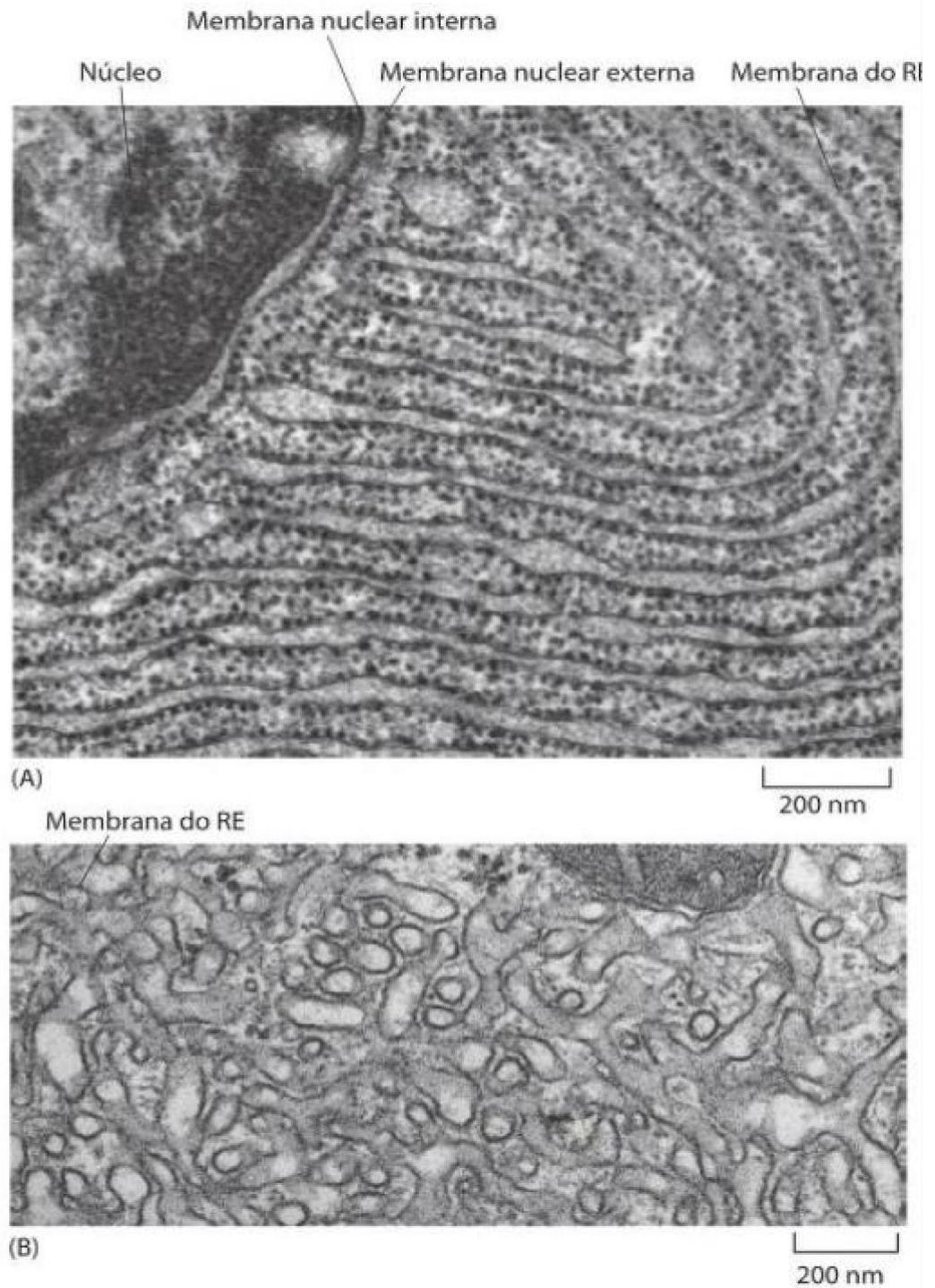


Figura 11 (A Micrografia do retículo endoplasmático rugoso de uma célula pancreática exócrina, produtora de enzimas digestivas. B - Micrografia de uma célula produtora de hormônios esteroides testiculares humano, Alberts, Bruce, Biologia Molecular da célula, 2010 p.724).

➤ O Aparelho de Golgi

Segundo Bruce Alberts (2010), o aparelho de Golgi (Figura 12) consiste em vários compartimentos achatados, definidos por membranas, denominados de cisternas.

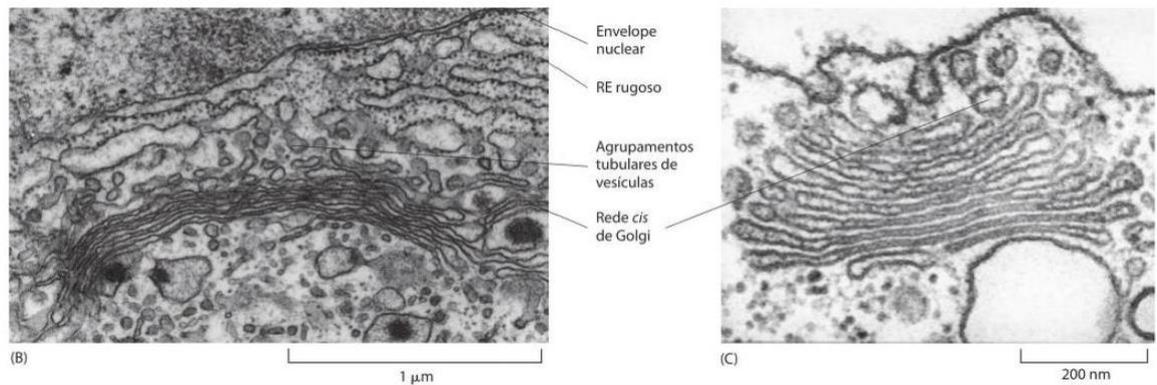


Figura 12 (B Micrografia do aparelho de Golgi em uma célula animal e C em uma célula vegetal - Alberts, Bruce, 2010, p. 771).

O aparelho de Golgi, apresenta importantes funções. Junqueira e Carneiro (2012), destacam a separação e o endereçamento de moléculas produzidas nas células, os lisossomos e de vesículas de secreção que podem ficar na célula ou serem exportadas. Esta organela foi descoberta pelo neuro-histologista italiano Camillo Golgi, em 1898. O médico e cientista, por meio de experimentos, fixou fragmentos de cérebro em uma solução de bicromato, impregnando depois com sal de prata. Em seguida analisou os neurônios que constituíam o tecido cerebral e observou um material escuro organizado em rede, que ele chamou de *apparato reculare interno*.

➤ Os lisossomos

Os lisossomos (Figura 13) são organelas que contêm enzimas hidrolíticas, que atingem sua máxima eficácia em pH ácido. De acordo com Junqueira e Carneiro (2012), essas enzimas são produzidas a partir dos ribossomos aderidos à membrana do retículo endoplasmático rugoso, tendo como função digerir moléculas que foram fagocitadas, ou pinocitadas pela célula. Assim, são também responsáveis pela renovação celular.

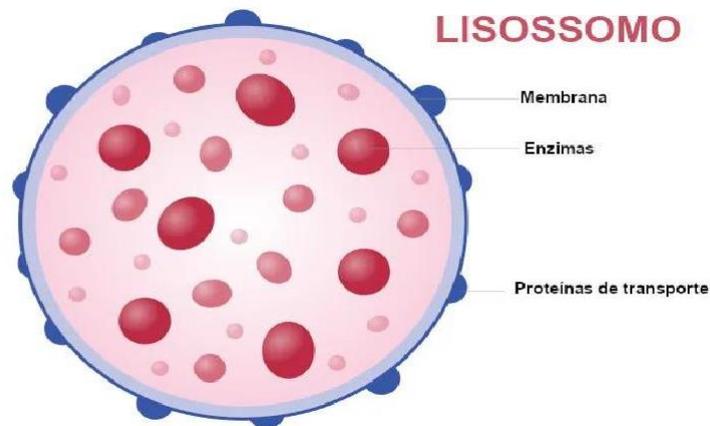


Figura 13 (Lisossomo - Fonte [Lisossomo: o que é, tipos, funções - Mundo Educação \(uol.com.br\)](http://Lisossomo: o que é, tipos, funções - Mundo Educação (uol.com.br)))

➤ Os peroxissomos

Estas organelas (Figura 14) possuem enzimas oxidativas que transferem átomos de hidrogênio para átomos de oxigênio. Junqueira e Carneiro (2012) afirmam que a maior parte das enzimas catalase, responsáveis por converter o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio, se encontra nos peroxissomos. Esta atividade é de grande importância, pois o peróxido de hidrogênio prejudica o funcionamento da célula.

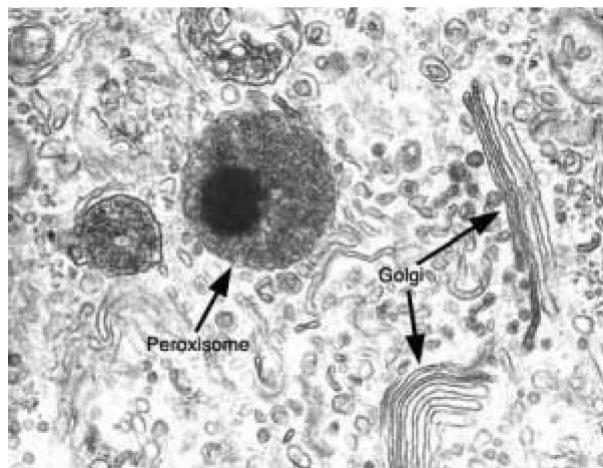


Figura 14 - Peroxisomos - Organela Celular - InfoEscola

➤ As mitocôndrias e os cloroplastos

As mitocôndrias (Figura 15) são organelas presentes em quase todas as células eucariontes. Estas organelas são responsáveis pelo processo de respiração celular, onde ocorre a produção de energia a partir da quebra de moléculas orgânicas. Sem as mitocôndrias, as células eucariontes teriam uma menor produção de energia, pois iriam realizar apenas a glicólise. Segundo Bruce Albert (2010) com a mitocôndria, o metabolismo do piruvato é total, tendo uma produção quinze vezes mais de energia.

Os cloroplastos (Figura 15) são organelas que conseguem produzir matéria orgânica a partir de luz, água e carbono. De acordo com Bruce Albert (2010, pág.842): “Os cloroplastos realizam as suas interconversões energéticas por mecanismos quimiosmóticos de maneira muito semelhante àquela utilizada pelas mitocôndrias.” Esta organela se utiliza da captação da energia solar para a fixação de carbono, em um processo denominado fotossíntese, estando presente em células eucariontes vegetais. O processo de fotossíntese de grande importância para a produção da matéria orgânica e liberação de oxigênio para a atmosfera.

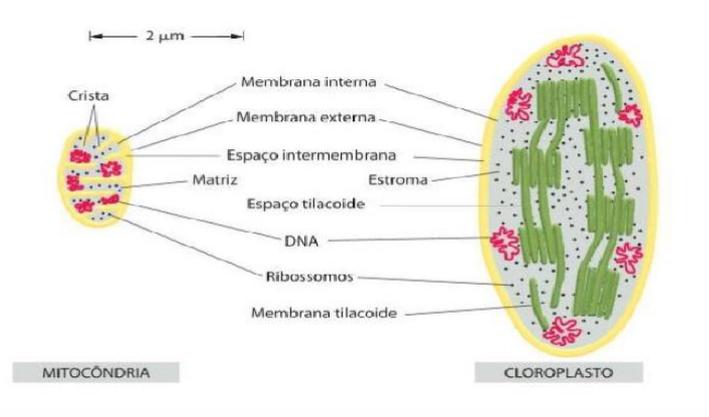


Figura 15 - Representação e comparação entre uma mitocôndria e um cloroplasto - Alberts, Bruce 2010, p.843).

O surgimento dessas organelas na célula eucarionte, foi descrita por Lynn Margulis, e chamada de teoria endossimbionte. Esta teoria afirma que essas organelas surgiram por uma simbiose com bactérias endocitadas pela célula eucarionte. Assim como as bactérias, possuem seu próprio DNA, circular igual aos de bactérias, seus próprios ribossomos e RNAs transportadores. Além disso possuem uma dupla membrana, o que corrobora com a teoria da endocitose. Analisando o fenômeno da simbiose e o surgimento das mitocôndrias, é possível compreender que isso permitiu às células eucariontes uma maior produção de energia. Já para

as bactérias, abrigo e alimento foram garantidos. Por outro lado, numa célula eucarionte equipada com cloroplastos, não há a necessidade da busca por alimentos fora da célula.

➤ O Citoesqueleto

As células possuem diferentes formas, como os neurônios que possuem prolongamentos longos; outras células são alongadas como as musculares. Junqueira e Carneiro (2012) mostram que o citoesqueleto (Figura 16) é responsável por essas diferentes formas da célula, o que está relacionado à movimentação de partículas dentro da célula.

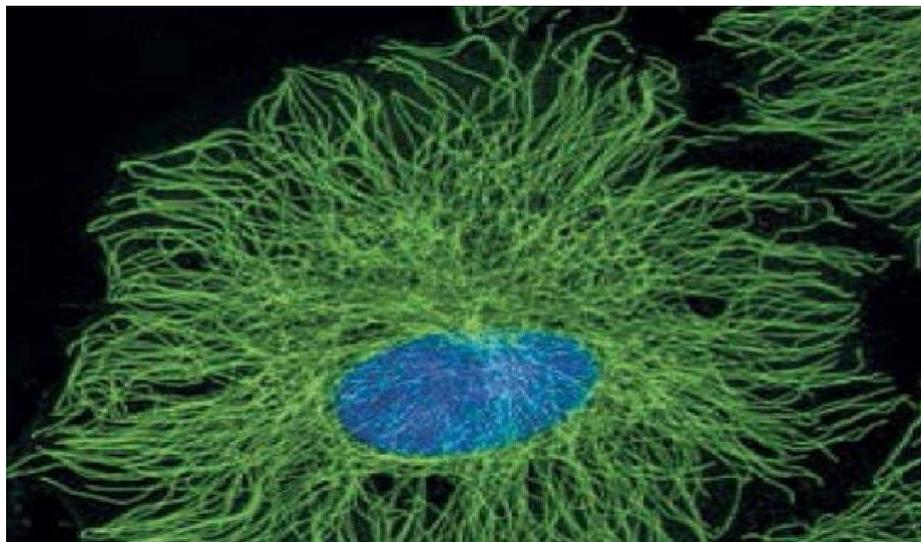


Figura 16 - Em verde as proteínas que formam o citoesqueleto. Fonte:Site Planeta Biologia. Disponível em: [Função do Citoesqueleto e Movimento Celular - Planeta Biologia](#) . Acesso em: 12 de janeiro de 2024.

➤ O Núcleo da Célula Eucarionte e o DNA dos procariontes

O que diferencia a célula eucarionte de uma célula procarionte, é a presença de uma membrana individualizando o material genético do citoplasma. Junqueira e Carneiro(2012) mostram que o envoltório nuclear apresenta poros que permitem a comunicação do meio interno do núcleo com o citoplasma. Todo o RNA presente no citoplasma vem do núcleo e todas as proteínas presentes no núcleo foram sintetizadas no citoplasma. O DNA presente no núcleo da célula eucarionte, assim como o DNA nos procariontes, é responsável por conter as informações necessárias para o funcionamento celular. Então, nos organismos pluricelulares, o DNA é responsável por todas as suas características.

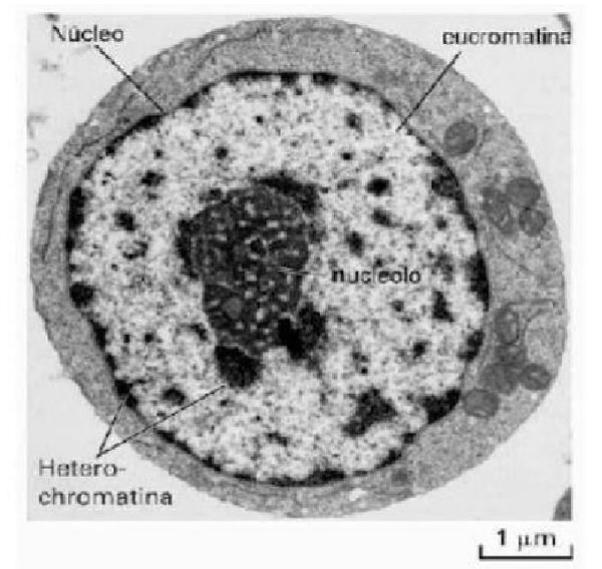


Figura 17 - Núcleo de uma célula animal vista de um microscópio eletrônico ANATOMÍA: IMÁGENES REALES DE ORGÁNULOS VISTOS AL MICROSCOPIO (blancasanchezanatomia.blogspot.com)

2 - Construindo a Sequência Didática Investigativa

Neste capítulo apresento o processo de construção da SDI a partir dos estudos bibliográficos explorados no capítulo anterior. Primeiramente discorro sobre o percurso trilhado para o desenvolvimento da proposta. Em seguida mergulho na análise dos materiais escolhidos para a representação macro das células, dialogando com os autores que usei para os meus estudos. E por fim, apresento reflexões a respeito das perguntas investigativas estabelecendo relações com a abordagem investigativa que norteia a SDI.

2.1 Percurso Metodológico

Nos aprendizados e reflexões, ao longo das aulas no ProfBio/UFRJ, diferentes ideias foram emergindo em minha mente que me orientaram para a escolha da temática deste trabalho. A partir das ideias propostas por Zabala (1998), sobre as ações de planejamento de uma atividade de ensino, para ser usada em sala de aula, devemos começar por perguntar sobre o que queremos que nossos alunos aprendam e quais são as nossas intenções educacionais. Partindo dessas reflexões e da minha prática docente, fui analisando as dificuldades vivenciadas por meus alunos no que se refere ao aprendizado do mundo microscópico.

Em minhas aulas, mesmo com a utilização de imagens fotográficas, desenhos, esquemas e/ou vídeos, os meus alunos sempre apresentam muitas dificuldades de compreensão, não alcançando o entendimento completo sobre as estruturas microscópicas. Isso tem me frustrado como professor e foi se tornando para mim um grande desafio: as dificuldades para o aprendizado, por parte dos meus alunos, relativo à célula como a unidade básica da vida dos organismos, como conceituado por Lehninger, Nelson e Cox (2002).

Assim, desafiado por estas observações e reflexões, resultantes da minha prática docente, decidi articular a construção de modelos didáticos de células com elementos da abordagem investigativa para a proposição de uma proposta que tem como finalidade central a superação dessas dificuldades de meus alunos. Desta forma, busco construir possibilidades para que os estudantes da EJA possam aprender a complexidade das células, e também avançar nos demais conhecimentos da Biologia.

O ensino investigativo me permitiu elaborar reflexões sobre a construção de uma abordagem didática que possa permitir aos estudantes da EJA serem protagonistas de seu próprio processo de aprendizagem. Portanto, SDI aqui proposta tem como principal finalidade possibilitar a consolidação do aprendizado dos estudantes a respeito dos principais conceitos

do universo celular. Além disso, busco também apoio didático na construção de modelos que possibilitem um maior engajamento dos alunos, envolvendo a mobilização de seus sentidos e de seus saberes prévios. Também tenho expectativas de que os estudantes possam ter uma vivência de experiências colaborativas, em grupo, na construção de seus saberes a respeito das células. Portanto, defendo que o abordagem investigativa na produção de modelos didáticos de células, pode promover uma perfeita combinação para que o aluno, de forma colaborativa com seus colegas, consiga tomar decisões sobre seu trabalho, estudar em equipe e construir um entendimento mais completo sobre as células.

Observar, analisar e refletir sobre as peculiaridades dos estudantes da EJA tem sido muito relevante para o desenvolvimento deste trabalho. De um modo geral, as turmas de EJA têm alunos que possuem uma rotina de vida diferente dos estudantes do ensino regular. Eles costumam ter experiências diferenciadas que agregam nas aulas de Biologia, principalmente as que envolvem diretamente a ação dos alunos. Os alunos da EJA possuem igual potencial de aprendizagem e desenvolvimento que os alunos do ensino regular. Mas a minha experiência como professor de turmas de EJA me faz sentir que aulas em que eles são ativos e protagonistas possibilitam que consigam se apropriar melhor dos conceitos ensinados. Portanto, a elaboração e a prática de aulas que permitam aos alunos serem ativos no processo de aprendizagem, me fez perceber que estes estudantes se engajam e possuem um maior aproveitamento.

Com base nessas reflexões, venho integrando meus estudos sobre a abordagem investigativa, a utilização de sequências e os modelos didáticos para a construção de uma proposta que possa dinamizar as minhas atividades de ensino garantindo aos meus alunos a compreensão do mundo microscópico e das células. Com essa intenção, nasceu a SDI: Do micro ao macro: sequência didática investigativa para a construção de modelos de células. Em outras palavras, incentivado pelas reflexões anteriores, neste TCM apresento uma sequência didática investigativa para a construção de modelos didáticos de células eucariontes para estudantes da EJA. Esta sequência visa a orientar os discentes em uma experiência relacionada à compreensão do modo de pensar científico, facilitando o aprendizado das estruturas e o funcionamento das células.

Primeiramente, eu fui organizando as minhas reflexões sobre as dificuldades observadas em meus alunos da EJA a respeito de biologia celular. Nesse processo, fui me apropriando de leituras sobre os estudantes dessa modalidade de ensino. Eu fui também me questionando como seria possível construir uma proposta de ensino investigativo para promover um aprendizado mais completo sobre células. Fui também explorando estudos bibliográficos a respeito da abordagem investigativa para embasar meu trabalho. Busquei ainda referências na literatura

sobre a produção de uma SD. Percebi que isso me ajudaria a elaborar conexões entre o ensino investigativo e a produção dos modelos didáticos nas turmas da EJA. Uma SD possibilita a organização de meu trabalho de ensino em várias aulas, distribuindo conhecimentos e objetivos de ensino numa sequência de aulas e, dessa maneira, explorando atividades para a construção dos conhecimentos sobre células pelos próprios alunos.

Tomada a decisão de optar pela proposição de uma sequência didática com atividades investigativas, voltei meu foco para o desafio que tenho como professor: a preocupação com o meu aluno, que ele seja capaz de entender os conhecimentos de Biologia que estamos explorando, ensinando e aprendendo nas propostas de trabalho em sala de aula. Com isso o mundo microscópico, especificamente o conhecimento sobre células, pode ser considerado o meu desafio maior neste TCM, enfrentar as grandes dificuldades que venho percebendo no aprendizado sobre célula dos meus alunos.

Nesse sentido, a ideia da construção de modelos de células com os alunos nasceu com foco na busca pela compreensão das relações entre o olhar micro e/ou macro para os estudos sobre a célula. Assim, a SD se inicia com a aplicação de um questionário, como forma de produzir um diagnóstico para que o professor consiga levantar o que alunos trazem de conhecimento prévios sobre células. A análise dos dados levantados a partir desse questionário, permitem ancorar, no conhecimento dos estudantes, as próximas etapas da SD.

Seguindo com a proposição do planejamento da SD, a construção dos modelos acontece a partir de materiais previamente selecionados, com os quais os discentes são levados a refletir sobre quais desses materiais podem ser usados para representar os componentes celulares de forma macroscópica. Tais análises dos materiais se dá por meio de perguntas investigativas, com o professor sendo o mediador de todo esse processo. Dessa maneira, a atividade tem como foco o aluno agindo de forma autônoma e sendo o protagonista de seu processo de aprendizagem. Assim, a sequência didática com abordagem investigativa, aqui apresentada, tem como finalidade nortear o trabalho de mediação do professor, na dinamização do processo de ensino e aprendizagem sobre células.

Na próxima seção apresento a proposta de planejamento para a sequência didática sobre células com abordagem investigativa.

2.2 – Resultados: A Sequência Didática

A sequência didática com abordagem investigativa que apresento nesta seção é organizada em quatro momentos (Figura 18): (1) Orientação; (2) Conceitualização; (3) Investigação; e (4) Conclusão.

| Sequência Didática Investigativa | | | |
|--|--|--|--|
| 1 - Orientação | 2 - Conceitualização | 3 - Investigação | 4 - Conclusão |
| Aplicação e análise do questionário sobre os conhecimentos dos alunos a respeito das células | Proposição das questões/problemas investigativos | Experimentando, com problematização e teste das hipóteses levantadas | Apresentação dos resultados, discussão, comunicação e reflexão |

Figura 18: Momentos da Sequência Didática Investigativa - Produção autoral.

Os quatro momentos são planejados para dois dias de aula, considerando que a disciplina Biologia costuma ser oferecida uma vez por semana com quatro tempos seguidos de trinta minutos cada. Portanto, os momentos um e dois podem ser realizados em uma semana e os momentos três e quatro na semana seguinte (Figura 19).



Figura 19: Momentos da Sequência Didática Investigativa Fonte: Produção autoral.

Momento 1 – Orientação: aplicação e análise do questionário sobre os conhecimentos dos alunos a respeito das células.

Aplicação de um questionário diagnóstico sobre células, seus componentes, funcionamento e sobre medidas (centímetro, metro e quilômetro); e a visualização de alguns vídeos.

O questionário diagnóstico (Quadro 1) tem como objetivo levantar os conhecimentos prévios (CP) dos alunos, pois para Brum e Silva (2014) essa aquisição de ideias pode ser utilizada como ancoragem e descoberta de novos conhecimentos. Desta forma o aprendiz pode receber as informações e relacionar com seus conhecimentos prévios tornando a aprendizagem mais significativa. Moreira e Massini (2001), afirmam que para que esse tipo de aprendizagem seja alcançado é necessário sistematizar os saberes prévios dos estudantes, para que possa ser superada a fronteira do que o discente já sabe e o que ele precisa saber.

Quadro 1 – Questionário Prévio

- 1) Onde se localizam as células no nosso corpo?
- 2) Todas as células são iguais?
- 3) O que há dentro das células?
- 4) A estrutura que seleciona tudo que entra e sai das células é a:
 - () Membrana plasmática
 - () Mitocôndria
- 5) O local de intensa atividade de síntese de proteínas e que abriga várias organelas seria o:
 - () Citoplasma
 - () Ribossomos
- 6) Em uma célula eucarionte, identifique o local que abriga a molécula que contém as informações sobre as características de um indivíduo:
- 7) Escreva o nome da molécula responsável por conter as informações necessárias sobre as características de um ser vivo.
- 8) Todos os tecidos do corpo são formados por células, como o tecido ósseo, o tecido adiposo e o tecido sanguíneo. Identifique qual desses tecidos é rígido.
- 9) Como as células em si não são rígidas, como podemos explicar que existe um tecido rígido?
- 10) Se uma régua possui 30 centímetros de comprimento, ela pode ser usada para medir as células?
 - () sim
 - () não
- 11) Em uma régua podemos perceber as medidas em milímetros. Você sabe se há unidades de medidas menores que essa?

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não |
|--|

As respostas a esse questionário possibilitam uma orientação ao professor em suas perguntas investigativas, pois ele pode saber sobre o domínio dos conhecimentos por parte do corpo discente em relação às células, sua constituição e seu tamanho. O questionário deve ser analisado pelo professor, com a intencionalidade de procurar entender o que os alunos trazem de conhecimentos prévios adquiridos ao longo da sua vida escolar. Desta forma, o questionário pode ser uma fonte de informações para que o docente organize toda a condução do percurso da sequência didático. Ele pode ter em mãos uma percepção dos conhecimentos dos estudantes de sua turma. Também, ao final do desenvolvimento da sequência didática, o professor pode voltar às questões do questionário prévio para que ele e os alunos percebam os avanços no aprendizado e compreensão dos conhecimentos biológicos. Desta forma, os estudantes têm a oportunidade de consolidar os conceitos explorados, ensinados e aprendidos durante a aula.

Momento 2 – Conceitualização: proposição das questões/problemas investigativos.

A partir da análise do levantamento das ideias prévias dos estudantes sobre as células, seus componentes e seu funcionamento, o professor e os estudantes levantam as questões investigativas centrais para o trabalho. Estas questões devem suscitar a elaboração de hipóteses, que são levantadas para a construção de modelos didáticos de células a partir dos materiais expostos e das perguntas investigativas. As hipóteses são propostas e problematizadas e testadas durante a elaboração dos modelos didáticos.

Nesta etapa os alunos assistem a alguns vídeos sobre o tamanho, funcionamento e diversidade celular, além de ser indicado um site para consulta sobre o conteúdo que está sendo trabalhado. Os vídeos propostos são:

Vídeo 1: [Introdução à célula \(vídeo\) | Khan Academy](#)

Vídeo 2: [Organelas em células eucarióticas \(vídeo\) | Khan Academy](#)

Vídeo 3: [Escala de células \(vídeo\) | Khan Academy](#)

Vídeo 4: ([Organelas Celulares : Estrutura celular e citoplasma - Animação 3D\(youtube.com\)](#)

Vídeo 5: [A vida interna das Células 3D \(Narrado em Português\) - Prof. Gabriel Pereira \(youtube.com\)](#)

Site de apoio (composição química da célula): A Composição Química da Célula -Planeta Biologia

A consulta a esses materiais, por parte dos alunos, permite o acesso a conhecimentos sobre as células para que sejam elaboradas a(s) questões para o trabalho investigativo. As perguntas investigativas, para a construção dos modelos, são elaboradas por estudantes e professor de acordo com os materiais mais adequados a serem usados para a construção dos modelos de células. O professor procura selecionar e disponibilizar uma diversidade de materiais para que os alunos possam considerar e escolher para a construção dos modelos. Alguns exemplos desses materiais seguem a seguir:

Gel de cabelo, gesso, água, farinha de trigo, meia bola de isopor oca, uma bacia de plástico, um saco plástico, canudos, botões, miçangas, piaçava e demais materiais que os alunos podem sugerir ao longo da SDI.

Mostrando esses materiais aos alunos, o professor inicia a elaboração das questões/problemas para a investigação (Figura 20):

Quais os melhores materiais a serem utilizados para a construção de modelos de células que representam a estrutura básica da célula e suas funções ao ocorrer a passagem de substâncias do meio intra para o extra e/ou do extra para o intra?

O gesso ao ser misturado com a água, ou o gel de cabelo, pode ser um exemplo de material para representar o citoplasma? Vamos testar?

A membrana plasmática é melhor representada pela bacia plástica, pela bola de isopor oca ou pelo saco plástico? Como esses recipientes poderiam ajudar a representar melhor a membrana plasmática? Vamos testar?

Como outros componentes celulares podem ser representados no modelo, com os materiais expostos?

Que outros materiais, além destes, podem nos ajudar a construir um modelo de célula?

Figura 20 – Perguntas investigativas

Momento 3 – Investigação: experimentando, com problematização e teste das hipóteses levantadas

A partir das questões investigativas propostas, o professor media a elaboração de hipóteses e os caminhos para testá-las, procurando já fazer orientações para a construção dos modelos de células e, também, sobre como buscar informações e dados para essa produção. Além de discutir o papel do DNA na forma e função das células, também é importante analisar com os alunos a influência desses conhecimentos nos modelos a serem criados. Isto para que eles vão também entendendo que as células não são imutáveis. Portanto, os modelos podem ter plasticidade.

Neste momento, os alunos são organizados em grupos de quatro ou cinco estudantes para a construção coletiva dos modelos. Os grupos são organizados pelo espaço da sala de aula, com as mesas servindo de bancadas, em que os materiais são expostos para que aluno observe, pensem e reflitam, iniciando a construção dos modelos. Assim, nesta etapa o professor ajuda os alunos no desenvolvimento dos possíveis modelos de células, já com a ancoragem dos conhecimentos prévios e as reflexões realizadas com as perguntas investigativas. Todo este processo envolve o diálogo com cada grupo de estudantes.

Momento 4 – Conclusão: apresentações dos resultados discussão, comunicação e reflexão

Neste momento, os alunos apresentam seus produtos, os resultados, para uma discussão sobre os conceitos relacionados à forma, função, tamanho das células e de suas organelas, além de seus modos de funcionamento. Também são analisados e discutidos os materiais utilizados para a construção de cada um dos modelos produzidos, as hipóteses levantadas e os argumentos explicativos que cada grupo apresenta sobre o seu modelo de célula.

A turma deve ser organizada de modo a que todos consigam ver os modelos de todos os grupos. Ou então, cada grupo vai à frente da sala explicar seu modelo. Neste momento os estudantes explicam se as decisões tomadas na elaboração das hipóteses de construção de cada modelo estão de acordo com os conhecimentos que estudaram sobre as células. Além disso, eles têm que explicar a escolha dos materiais em relação à função das estruturas celulares.

O professor, como mediador da atividade, orienta os grupos e se utiliza deste momento para observar e explicar possíveis erros conceituais que ainda não tiverem sido compreendidos. É importante que o professor problematize as hipóteses elaboradas pelos alunos, buscando

sempre relacionar com os conhecimentos sobre as células. É o momento em que também se pode ressaltar que o desenvolvimento do conhecimento científico acontece desta forma.

O que esperar do questionário prévio?

Com a aplicação do questionário prévio, o esperado é que se receba dos discentes o que eles já têm de conhecimentos sobre as células. A organização, pelo professor, desses conhecimentos prévios é uma forma de nortear as próximas etapas da sequência didática investigativa. É dessa maneira que o professor consegue traçar caminhos para que o aprendizado seja alcançado de forma mais significativa, tendo em mãos um pouco do que os alunos já trazem de conhecimento, podendo construir novos saberes sobre as células.

A seguir apresento as justificativas para as perguntas propostas, e as expectativas em relação às respostas dos estudantes, do questionário prévio.

Onde se localizam as células no nosso corpo?

Tenho como expectativa que os alunos saibam que o corpo humano é formado por muitas células e que todas as estruturas corporais, como tecidos e órgãos, são formadas por várias células. Em minha trajetória como professor, percebo que os estudantes nas aulas de biologia, algumas vezes, não entendem a célula como unidade básica formadora dos seres vivos. Portanto esta pergunta pode suscitar uma discussão e elucidação, para os alunos, de que todos os seres vivos são formados por células, alguns sendo unicelulares e outros pluricelulares. Assim, a questão pode levar os estudantes a pensar que nos organismos pluricelulares, as células se organizam formando os tecidos e órgãos, conseqüentemente os sistemas do corpo. Por meio desta pergunta, o professor pode conseguir identificar como os alunos entendem as células na formação dos seres vivos e a partir dela, em um diálogo com eles, consolidar a compreensão de que as células formam os seres vivos e as suas estruturas.

Todas as células são iguais?

Na segunda pergunta, a expectativa é que os alunos respondam que as células são diferentes em sua forma e função. A partir dela, o professor pode perceber se os alunos sabem

que as células desempenham diferentes papéis nos organismos, podendo trazer como exemplo o corpo humano. Pode-se exemplificar comparando tecidos do corpo humano que possuem funções diferentes. Os espermatozoides podem ser usados como exemplo de uma célula que possui um formato específico, com flagelo para que possa se locomover, comparando com as imagens tradicionais de células. Nesta pergunta o docente pode identificar como os seus alunos entendem que há diversas formas de células, diversas funções, sendo isto de grande importância para a etapa de elaboração de hipóteses relacionadas à construção dos modelos de células.

O que há dentro das células?

A questão número três permite que o professor perceba se os alunos já têm conhecimentos sobre as organelas, o DNA e as substâncias que formam as células. Esta pergunta auxilia alunos e docente a refletir sobre os possíveis materiais que serão utilizados na construção dos modelos de células. A expectativa é que os alunos lembrem que as células possuem citoplasma, algumas núcleo, organelas e o material genético. Isto para que consigam, nas próximas etapas da sequência didática investigativa, selecionar materiais para a representação dessas estruturas. O professor pode assim tomar conhecimento do quanto eles trazem destes conhecimentos. Caso uma parte deles, ou sua totalidade não recordem ou não alcancem a resposta esperada, o professor pode orientar então os estudantes a estudarem sobre o assunto para poderem ter acesso a esses conhecimentos, o que é indicado nas próximas etapas.

A estrutura que seleciona tudo que entra e sai das células é a:

- Membrana plasmática
- Mitocôndria

A pergunta seguinte do questionário prévio tem como objetivo perceber se os alunos possuem o conhecimento sobre algumas estruturas celulares, no caso da questão quatro, a membrana plasmática. É importante que os estudantes entendam a membrana plasmática como uma estrutura semipermeável através da qual ocorre a entrada e saída de substâncias. Esta pergunta auxilia os discentes na escolha dos materiais que podem representar a membrana

plasmática em seus modelos, ou em realizar a representação desta estrutura celular com os materiais que simbolizam a passagem de substâncias por ela. O professor, percebendo que os alunos não trazem essa compreensão, analisando as respostas do questionário, pode orientar que os alunos observem e fiquem atentos à função desta estrutura ao longo dos vídeos que indicados nas próximas etapas. O professor pode neste momento intervir como mediador e explicar a função da membrana plasmática.

O local de intensa atividade de síntese de proteínas e que abriga várias organelas seria o:

() Citoplasma

() Ribossomos

Nesta pergunta é esperado que os alunos lembrem da existência de organelas que desempenham diferentes papéis dentro das células e que o citoplasma é o local em que ocorre a síntese, transporte e exportação de diversas substâncias. Ao analisar as respostas dos alunos o professor pode perceber se eles não alcançaram as expectativas. Assim, com a exploração dos vídeos e de outras leituras, os alunos podem ser elucidados quanto ao papel do citoplasma e das organelas. Desta forma, os estudantes podem ter maior facilidade de entender a função do citoplasma e das organelas, preparando-os para a seleção de materiais na construção dos modelos de células.

Em uma célula eucarionte, identifique o local que abriga a molécula que contém as informações sobre as características de um indivíduo:

A pergunta seis do questionário prévio busca sondar o conhecimento dos estudantes em relação aos diferentes tipos de célula: eucariontes e procariontes. E que uma das diferenças entre elas é a presença do núcleo na eucarionte, que abriga o DNA. Além disso, o professor pode conseguir perceber se os alunos entendem que o DNA é a molécula que contém as informações para as diferentes atividades na célula. Espera-se que o aluno traga o entendimento

de que o DNA está dentro do núcleo e que esta molécula é responsável por conter as informações responsáveis pela síntese de substâncias dentro da célula e da hereditariedade. Ao docente, cabe analisar as respostas e perceber se os alunos não alcançaram as expectativas de compreensão.

Escreva o nome da molécula responsável por conter as informações necessárias sobre as características de um ser vivo.

A próxima questão, a de número sete, segue na mesma linha de raciocínio da questão seis, envolvendo a sondagem sobre o DNA. Se as expectativas ao analisar as respostas do questionário prévio, não forem alcançadas, esta comparação serve de ancoragem para que o professor possa mediar o assunto nas próximas etapas da sequência didática investigativa.

Todos os tecidos do corpo são formados por células, como o tecido ósseo, o tecido adiposo e o tecido sanguíneo. Identifique qual desses tecidos é rígido.

Através desta pergunta o professor pode perceber se os alunos entendem que há diferentes materiais que podem constituir os tecidos e que as células são iguais. Espera-se que os alunos citem células que podem fazer parte de tecidos com regiões mais rígidas e outras não, como por exemplo, as células ósseas que possuem uma matriz extracelular impregnada de cálcio, logo a sua matriz é mais rígida, porém flexível devido às fibras de colágeno. Isto, comparando, por exemplo, com células musculares que têm grande elasticidade. Esta pergunta auxilia a nortear os estudantes na posterior seleção de materiais para a construção dos seus modelos de células. O professor pode-se utilizar desta pergunta para construir, posteriormente, a compreensão da diversidade celular existente, para assim permitir que eles construam de forma rica e diversa seus modelos didáticos de células.

Como as células em si não são rígidas, como podemos explicar que exista um tecido rígido?

Seguindo uma linha de raciocínio próxima da questão anterior, a pergunta nove tem por objetivo levar os alunos a refletirem sobre as diferentes células que constituem corpo. Sabendo que as células do tecido ósseo possuem uma matriz extracelular de cálcio, formando uma camada mais rígida, quando comparada a outros tecidos como o adiposo, a expectativa é que esta pergunta incentive o aluno a recordar, associar e entender que há uma diversidade de tecidos, porém as células são iguais quanto a sua composição. Assim, esta discussão pode contribuir para a sua tomada de decisão ao selecionar os materiais para a construção dos modelos de célula. Mais uma vez o professor pode se basear na pergunta do questionário prévio para chamar atenção dos alunos sobre a diversidade celular, ao assistirem aos vídeos propostos, permitindo a construção e consolidação do conhecimento.

Se uma régua possui 30 centímetros de comprimento, esse tipo de medida pode ser usada nas células?

sim

não

A proposta deste trabalho é que os alunos tenham melhor compreensão sobre as células e que a construção de modelos seja uma maneira de para isso ser atingido, sendo importante que entendam que as células são microscópicas e que os modelos construídos são representações em perspectiva macro. Os alunos podem estar mais familiarizados com as medidas em centímetros e metros, por exemplo, pois são as que usam no seu cotidiano. As células são medidas, geralmente, em micrômetros, medidas que provavelmente não devem ser conhecidas pelos alunos. Logo durante a apresentação do vídeo indicado como fonte de estudo neste trabalho, o professor como mediador, pode chamar atenção sobre o tamanho das células e a comparação com centímetros. Assim esta questão pode fazer com que o aluno entenda que o modelo de célula é uma representação macro de estruturas que são microscópicas, tendo isto um importante papel na construção de seus conhecimentos.

Em uma régua podemos perceber as medidas em milímetros. Há unidades de medidas menores que essa?

sim

não

Seguindo para a última pergunta do questionário prévio, ainda sobre a comparação entre as medidas das células e as dos modelos, espera-se que os estudantes possam apresentar conhecimentos acerca de medidas menores do que milímetros; e que as células são menores que esta medida. Muitos estudantes podem não estar familiarizados com as medidas microscópicas, logo esta pergunta pode servir como ancoragem, assim como a pergunta dez, para que o professor faça a mediação destes conhecimentos.

Sobre os materiais propostos para a construção dos modelos

Cada material, inicialmente proposto pelo professor, possui a intenção de que os alunos após responderem as perguntas do questionário prévio e assistirem aos vídeos, tenham ideias para a construção dos diferentes modelos de células a partir das reflexões e mediações realizadas ao longo das etapas anteriores. Assim, os materiais disponibilizados podem servir como ponto de partida para que os estudantes elaborem suas hipóteses relacionando o que conhecem sobre as células e a elaboração dos modelos representativos. A partir de cada material, há a análise dos conhecimentos sobre a constituição das células, seguida da elaboração de hipóteses, num percurso em que os modelos de células vão sendo experimentados e construídos.

Gel de cabelo, gesso, água, farinha de trigo, meia bola de isopor oca, papel celofane, uma bacia de plástico, um saco plástico, canudos, botões, miçangas, piaçava e demais materiais que os alunos podem sugerir ao longo da SDI.

➤ **Gel de cabelo**

O gel de cabelo tem o intuito de levar os estudantes a fazer uma comparação do citoplasma das células com o gel de cabelo, pois a sua consistência pode ser interpretada como uma possibilidade de movimentação de substâncias dentro da célula. Como já descrito por Junqueira e Carneiro (2012), o citoplasma é constituído por água, íons e aminoácidos, tendo as microfibrilas de actina e os microtúbulos de miosina que lhe conferem maior ou menor resistência. Lehninger, Nelson e Cox (2002), descrevem o citoplasma como tendo uma consistência gelatinosa. Portanto, o gel de cabelo poderia ser utilizado pelos estudantes para a representação do citoplasma celular, com o qual se poderia alcançar maior ou menor consistência com outros elementos propostos por eles. Assim, a análise e discussão da consistência do citoplasma pode servir como um problema que gera a elaboração de hipóteses no processo de construção dos modelos. Deste modo, de acordo com Carvalho (2011) os alunos produzem reflexões sobre o problema proposto e podem elaborar estratégias e planos de ação para solucioná-lo.

➤ **Gesso**

A opção do gesso possui o intuito de que os estudantes possam refletir sobre modelos que representam células de tecidos que são mais rígidos, como por exemplo o tecido ósseo. O gesso poderia representar a matriz extracelular das células ósseas que possuem fosfato de cálcio, fazendo com que essas células tenham uma matriz mais rígida. Junqueira e Carneiro (2012), apresentam a diferenciação entre os tecidos como sendo ocasionada pela matriz extracelular. Há tecidos com maior abundância, como nos tecidos conjuntivos (tecido cartilaginoso, ósseo e derme) e aqueles com maior escassez, como nos tecidos nervoso e epitelial. Junqueira e Carneiro (2012, pág. 248) ainda elucidam sobre a matriz extracelular das células ósseas, afirmando que “A deposição de cristais de fosfato de cálcio explica por que determinados tecidos são duros, como nos ossos e dentes, ao passo que outros apresentam um aspecto gelatinoso, ou são rígidos, mas cedem às pressões, como as cartilagens”. Assim o gesso pode servir de material para a representação da matriz extracelular de uma célula óssea.

Estas reflexões ou dúvidas que podem surgir no percurso da sequência didática, principalmente na escolha de materiais para a construção dos modelos didáticos de células, podem tornar a aula mais rica, pois podem surgir dúvidas que geram explicações ou pesquisas mais aprofundadas, pois os alunos podem buscar esse entendimento e nas suas apresentações

explicar aos demais colegas da turma. Ao elaborar suas hipóteses, executar seus experimentos, chegar às suas conclusões e expor para a turma, os alunos são inseridos num modo de pensar, agir e aprender investigativo. Desse modo, eles se tornam protagonistas do seu processo de aprendizagem, como afirmado por Zabala (1998), o ensino se torna mais significativo.

➤ **Água**

Os seres vivos possuem grande quantidade de água em sua composição. A opção de apresentar a água para os alunos tem como intenção de que eles a usem para misturar com a farinha de trigo, podendo criar modelos de massinha, ou que possa ser usada para simbolizar o citoplasma das células. De acordo com Junqueira e Carneiro (2012), o citoplasma possui água na sua constituição e por isso este elemento pode ser também uma opção de utilização para os alunos. Pensando em seu uso, caso algum grupo a escolha como material para representar o citoplasma, pode-se gerar a discussão de que o citoplasma, sendo totalmente líquido, pode extravasar pela membrana plasmática, dependendo do material que se escolha para representar a membrana. Então, este pode ser um desafio para os alunos. Desta forma, o professor como mediador, pode abrir uma discussão em relação à constituição do citoplasma, abrindo espaço para mais um momento de caráter investigativo no decorrer da sequência didática.

➤ **Farinha de Trigo**

A farinha de trigo como opção a ser usada nesta sequência didática investigativa, pode ser usada para ser misturada com água e formar uma massa para representar a célula em si ou alguns componentes celulares. Caso os alunos queiram misturar com a água e formar o citoplasma, o professor como mediador pode perguntar sobre a movimentação de substâncias dentro da célula, se seria possível com um citoplasma menos fluido. Como referenciado anteriormente, Junqueira e Carneiro (2012), relatam que o citoplasma pode ter maior ou menor fluidez pela quantidade algumas proteínas, logo a farinha de trigo poderia ser usada para representar essas proteínas, microfibrilas de actinae microtúbulos constituídos de tubulina.

A reflexão por parte dos alunos sobre o uso dos materiais os coloca diante da tomada de decisões para a elaboração de suas hipóteses e posteriores experimentações. A opção da farinha de trigo como um elemento que pode ser usado nos modelos didáticos de células pelos alunos, os coloca na posição de investigadores, ao protagonizar a tomada de decisão pautada em justificativas dos seus conhecimentos sobre células. Acredito ser de grande importância que

os alunos entendam que o conhecimento científico não é algo divinizado e longe do seu alcance. Percebo que os estudantes tendem a enxergar o cientista como alguém alheio às suas realidades.

➤ **Meia bola de isopor oca**

Como expectativa, a meia bola de isopor oca pode ser usada para representar a membrana plasmática com o citoplasma e os demais componentes celulares inseridos nela. As se comunicam com o meio externo, com entrada e saída de substâncias. Por isso, se espera que essa problemática seja levantada e discutida pelos alunos. Como os modelos são representações, os alunos podem usar outros materiais para representar algum tipo de comunicação entre os meios intracelular e extracelular. Os canudos podem representar proteínas que atravessam a membrana plasmática, podendo desta forma isso ser explicado. Junqueira e Carneiro (2012) afirmam que as proteínas presentes na membrana plasmática são responsáveis pela maioria das funções da membrana plasmática, podendo as proteínas ser representadas por canudos, o que possibilita a discussão e análise do importante papel das proteínas na dinâmica da célula.

➤ **Bacia de plástico**

Os materiais são expostos para que os estudantes possam escolher os que julgarem mais adequados, de acordo com suas percepções e conhecimentos, para a construção de seus modelos. A bacia de plástico pode ser atrativa para servir como recipiente para o conteúdo celular, podendo o aluno julgá-la interessante para representar a membrana plasmática. Todavia, espera-se que os estudantes reflitam, em suas hipóteses, sobre quais objetos podem representar as estruturas celulares e justifiquem suas hipóteses. Como dito anteriormente, segundo Bruce Alberts (2010) afirma que a constituição da membrana plasmática é fluida e dinâmica, permitindo o trânsito de moléculas. Logo, essa é uma característica a considerar sobre a representação da membrana plasmática em um modelo celular. Sabendo que os alunos podem tentar apresentar justificativas para usar este material, o professor pode ajudar a comparar com outros materiais também disponibilizados.

➤ **Saco Plástico**

O saco plástico pode ser um material que os estudantes queiram depositar outros materiais dentro, para usá-lo como membrana plasmática. Em comparação com a bacia, o saco plástico pode ser um pouco mais flexível, porém ao cortá-lo ou colocar algo que represente alguma proteína transmembrana o conteúdo da representação do citoplasma pode vazar. Assim, é um

material que pode levar os alunos a refletir sobre que as células não possuem estruturas que permitam o extravasamento de conteúdo intracelular para fora dela.

Assim, apoiado em Carvalho (2011, p. 253), quando afirma que “ao ensinarmos Ciências por investigação estamos proporcionando aos alunos oportunidades para olharem os problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação”, entendo que a escolha do saco plástico como componente celular pode fomentar nos alunos a tentativa de resolver problemas que apareçam, como citado anteriormente sobre o vazamento do conteúdo citoplasmático. Tem-se assim como ponto de partida um debate, tendo um problema a ser resolvido, mais uma hipótese a ser elaborada, experimentos e a conclusão se suas ideias para a resolução do problema inicial.

➤ **Canudos e papel celofane**

Este trabalho visa a construção de uma sequência didática investigativa para a construção e modelos didáticos de células, logo o ensino investigativo norteia todo o presente trabalho. Com esse pensamento a exposição e escolha dos materiais pelos alunos desencadeia o ensino investigativo, pois eles se deparam com a escolha dos materiais para a elaboração do seu modelo de célula. Carvalho (2011), salienta que a partir de um problema a ser resolvido, o professor cria condições para o desenvolvimento do conhecimento científico. E tomando de início a resolução de um problema, os alunos seguem no levantamento de hipótese, experimentos e conclusão para a solução deste problema inicial, tendo aí a abordagem didática do ensino investigativo se consolidando e proporcionando um ensino significativo para os estudantes.

Os canudos podem servir de representação de proteínas transmembranas, resolvendo problemas de comunicação entre os meios intracelulares e extracelulares que os materiais propostos podem oferecer. De acordo com Bruce Alberts (2010), a membrana plasmática (Figura 20) atua como uma barreira para moléculas solúveis em água, portanto algumas proteínas chamadas de transmembranas permitem a passagem dessas substâncias. A partir desse conceito, apresentado por meio de vídeos e no site indicado, os alunos podem resolver o problema de comunicação do interior da célula como meio externo, pela utilização dos canudos como proteínas transmembranas. O papel celofane, permite a passagem de água, logo ele pode ser usado para exemplificar a permeabilidade da membrana, podendo ser usado em alguma região da bola de isopor, junto com os canudos.

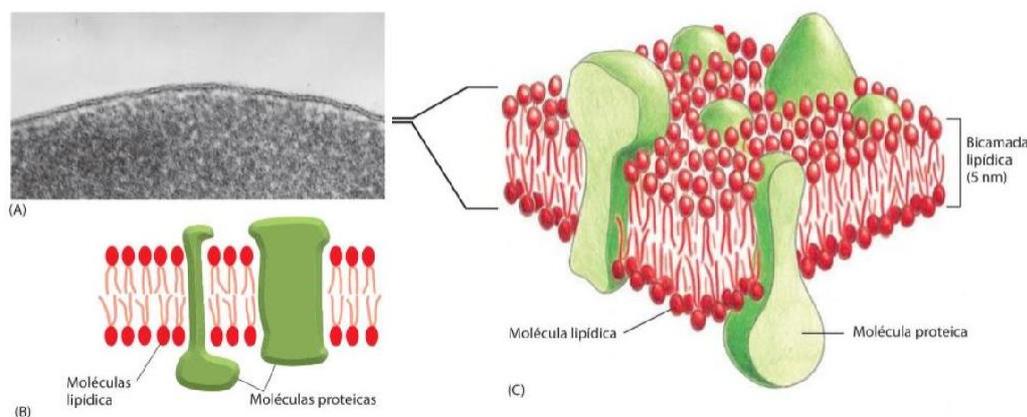


Figura 20 - Três visões de uma membrana celular (Alberts, Bruce - The Cell, pág 618)

➤ **Botões, miçangas e piaçava.**

Os modelos de células auxiliam na compreensão de processos e estruturas biológicas que os alunos não conseguem ver. Como abordado anteriormente, Justina e Perla (2006), defendem que a elaboração de modelos didáticos representando estruturas e/ou processos biológicos, em materiais palpáveis e visíveis, permite a facilitação do processo de ensino e aprendizagem a respeito do corpo dos alunos. Além disso pode ser um modo de estimular os órgãos sensoriais, o que segundo Lent (2001), auxilia na memorização e no aprendizado. Partindo desta premissa, os botões e miçangas de diferentes formas, tamanhos e cores, ativam os órgãos sensoriais dos alunos auxiliando no processo de aprendizagem. Estes materiais podem ser usados para representar algumas organelas que os estudantes queiram colocar no interior de seus modelos. A piaçava pode representar o citoesqueleto que auxilia na forma e sustentação da célula. O professor pode solicitar que os discentes relatem o motivo da escolha do material para representar as organelas.

Mergulhando nas perguntas investigativas.

O ensino investigativo coloca o estudante como protagonista no processo de aprendizagem, pois ele parte de um problema a ser resolvido seguindo etapas mediadas pelo professor. Carvalho (2011), afirma que a diferença entre o ensino expositivo e o Ensino Investigativo (EI), seria o ponto de partida, pois o EI se inicia de um problema a ser resolvido, em que o professor fornece condições para o desenvolvimento do trabalho. A autora ainda afirma que durante o ensino por investigação, o aluno tem a oportunidade de olhar os problemas do mundo elaborando possíveis estratégias e planos de ação (Carvalho, 2011). A partir destas reflexões, acredito que o Ensino Investigativo proporciona, além da autonomia e protagonismo

do aluno, o desenvolvimento de uma forma de pensar, em que o estudante começa planejando metas para a resolução de problemas, o que pode também se tornar parte da sua vida.

Prosseguindo na Sequência Didática Investigativa aqui exposta, o professor apresenta as perguntas investigativas convidando os estudantes a elaborarem hipóteses. Neste momento o professor media as discussões dos discentes. Assim que os materiais tenham sido apresentados aos alunos, as perguntas investigativas são propostas pelo professor.

➤ Pergunta 1

Quais os melhores materiais a serem utilizados para a construção de modelos de células que representam a estrutura básica da célula e suas funções ao ocorrer a passagem de substâncias do meio intracelular para o extracelular e/ou do extra para o intra?

A primeira pergunta investigativa, espero que o aluno reflita na dinâmica da célula ao receber ou exportar substâncias. Os alunos já terão visto o vídeo ([Organelas em células eucarióticas \(vídeo\) | Khan Academy](#)), onde ele percebe que há movimentação de substâncias dentro da célula. Junqueira e Carneiro (2012), aborda a função do aparelho de golgi como sendo uma organela que tem como responsabilidade a separação e o direcionamento de moléculas produzidas nas células que poderão ser exportadas. Assim as células podem apresentar intensa atividade de movimentação de substâncias em seu interior. Com isso esta pergunta serve para que o aluno reflita sobre a constituição do citoplasma, onde este deverá ter uma certa fluidez para permitir o trânsito de substâncias.

Como citado anteriormente, o gel de cabelo poderia representar o citoplasma devido sua fluidez, visto que, Lehninger, Nelson e Cox (2002), descreve o citoplasma tendo uma consistência gelatinosa. Mas os estudantes podem propor outros materiais para sua representação, então neste momento o professor irá mediar e auxiliar os alunos na escolha, justificativa e posterior experimentação.

O aparelho de Golgi, apresenta importantes funções. Junqueira e Carneiro (2012), destacam a separação e o endereçamento de moléculas produzidas nas células, os lisossomos e de vesículas de secreção que poderão ficar na célula ou serem exportadas.

➤ Pergunta 2

O gesso ao ser misturado com a água, ou o gel de cabelo, geram um bom exemplo do material citoplasmático? Vamos testar?

Como explicado anteriormente na escolha dos materiais a serem propostos pelos alunos, o gesso pode ser usado para conferir maior ou menor fluidez no citoplasma, seja misturando com o gel ou com água, caso os alunos queiram testar. Esse material também pode ser usado para formar uma matriz extracelular mais rígida, caso o aluno tenha ideia de representar uma célula óssea em seu modelo didático. Junqueira e Carneiro (2012), mostram que a matriz extracelular das células ósseas possui a deposição de fosfato de cálcio, portanto tornam o tecido mais rígido.

Logo esta pergunta tem como finalidade que o aluno reflita sobre os materiais a serem usados e sobre a constituição das diferentes células do corpo, enriquecendo as discussões e a construção dos modelos.

➤ Pergunta 3

A membrana plasmática é melhor representada pela bacia plástica, pela bola de isopor oca ou pelo saco plástico? Como esses recipientes poderiam ajudar a representar melhor a função da membrana plasmática? Vamos testar?

Pensando na representação da membrana plasmática, alguns materiais foram propositalmente colocados na bancada para que os estudantes possam ter opções para levantar suas hipóteses para a sua utilização, em comparação com outros materiais.

Alberts, Bruce (2010) escreve sobre a constituição da membrana plasmática e afirma que ela é fluida e dinâmica, permitindo o fluxo de moléculas. Portanto, como justificado anteriormente, a bacia não conseguiria representá-la de forma ideal, pois seu material totalmente rígido impediria esse fluxo. E assim como o saco plástico, qualquer perfuração no material seria difícil, no caso da bacia, e poderia ocasionar constante vazamento do material interno dos modelos caso perfurar o saco plástico.

Nesta pergunta, espero que o aluno justifique a escolha da bola de isopor com a utilização de canudos para representar o trânsito de substâncias pela membrana pelas proteínas transmembranas, pois de acordo com Junqueira e Carneiro (2012), às proteínas que compõem a membrana plasmática, são responsáveis pela maioria das funções da membrana, portanto essa utilização de canudos para a representar essas proteínas, leva o aluno a entender mais sobre a dinâmica da célula.

➤ Pergunta 4

Como outros componentes celulares podem ser representados no modelo, com os materiais expostos?

Esta pergunta tem como finalidade levar o aluno a refletir sobre as organelas presentes no citoplasma. Na bancada há outros itens que o aluno pode usar, com o auxílio da sua imaginação e criatividade para representar as organelas. Esta pergunta permite ao estudante buscar e aplicar outros componentes da célula, enriquecendo seu modelo. Todavia este trabalho tem como finalidade que o aluno leve ao macro a ideia da célula que é micro, ou seja,

microscópica, entendendo de forma geral seu funcionamento. Portanto, o entendimento específico de cada organela presente nas células não é o foco deste trabalho.

Discussão

Este trabalho de conclusão de mestrado relata a elaboração de uma sequência didática, inspirada numa abordagem investigativa, para a construção de modelos de células. A proposta foi elaborada tendo como base as minhas experiências com o ensino de Biologia para estudante de EJA. Nesse sentido, o seu desenvolvimento está impregnado pela minha vivência como professor que atua há mais de quinze anos ensinando Ciências e Biologia, e principalmente há dez anos, atuando em turmas de EJA. Portanto, é um trabalho repleto de vivências e experiências docentes.

O fator motivador do trabalho é oriundo da minha percepção pessoal, de que o ensino de citologia pode se tornar abstrato o que dificulta muito o aprendizado dos discentes. Aliado a isso, a falta de microscópios, computadores, projetores e outros materiais didáticos também cria limitações para que os alunos possam obter melhor entendimento dos conhecimentos da Biologia, principalmente no que se refere aos conhecimentos da biologia celular.

Em minhas experiências, percebo que muitas vezes os estudantes apenas decoram os nomes das partes das células e suas funções, mas não alcançam o aprendizado de toda a dinâmica da célula. Argumento, como professor de Biologia, que o aprendizado sobre as células é de suma importância para o entendimento geral dos demais conteúdos de Biologia pois de acordo com a Teoria celular (1839), as células são a menor unidade viva de um organismo. O aprendizado de seu funcionamento, e de como elas são, é muito importante para o ensino de Biologia.

A escolha por elaborar uma sequência didática veio da prática vivida durante minha trajetória como professor, a partir da qual percebo que poderia trabalhar o conteúdo de citologia em mais de uma aula e de mais de uma forma, pois os alunos podem acessar vídeos, sites e material didático para construir seus modelos. Isto porque, de acordo com Monteiro (2019), uma sequência didática proporciona a possibilidade de trabalhar as diferentes especificidades de cada discente presente na sala de aula, pois ela permite a ocorrência de várias atividades, em que o estudante pode se envolver nas que lhe são mais atrativas. Desta forma, o professor que ao se basear na proposta deste trabalho, pode alcançar mais alunos com diferentes especificidades, potencializando o aprendizado no ensino de citologia.

Os modelos didáticos, como defendido anteriormente, permitem que o aluno represente o mundo microscópico de forma macroscópica. Durante a elaboração dos modelos, acredito no engajamento dos alunos nos trabalhos manuais para auxiliar na compreensão sobre as células. Junto a isso, tenho consciência que os alunos da EJA possuem maior idade, em comparação aos

alunos que se encontram no ensino regular, e que o cuidado de não infantilizar a aula para eles é de grande importância. A utilização de materiais diversos e a exploração das habilidades e da maturidade com que percebo esses alunos, pode tornar a elaboração dos modelos uma ferramenta valiosa no ensino de citologia.

O presente trabalho ao ser usado em sala de aula, durante as aulas de Biologia, proporciona ao docente construir em seus alunos, além de potencializar o ensino de citologia e a melhor compreensão sobre as células, o pensamento crítico e o desenvolvimento de tomadas de decisões. O ensino investigativo, metodologia que norteia as aulas do ProfBio, faz com que o aluno seja o protagonista no processo de ensino e aprendizagem. Acredito que ele, sendo o autor neste processo, pode potencializar o seu aprendizado. E o professor consegue preparar o aluno para além da sala de aula. Segundo Carvalho (2011), o professor ao ensinar Ciências por investigação está proporcionando aos alunos oportunidades para olharem os problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação. Desta forma, o aluno consegue elaborar meios para refletir sobre a sua realidade. Fato que como professor, tenho consciência de que temos o papel de preparar nosso corpo discente para atuar como cidadão além dos muros da escola, portanto o presente trabalho, norteado pelo ensino investigativo se torna uma poderosa ferramenta para esta atuação.

Ainda a presente sequência didática investigativa tem como proposta a sua utilização em turmas de Educação de Jovens e Adultos, visto que os alunos desta modalidade de ensino, de acordo com minha vivência, chegam na sala de aula com grande vontade de aprender, participar e entender o que o professor está propondo, e o presente trabalho proporciona ao aluno se integrar e participar ativamente no seu aprendizado.

Enfim, o trabalho ***“DO MICRO AO MACRO”***: *sequência didática investigativa para a construção de modelos de células com estudantes da Educação de Jovens e Adultos*, se traduz em uma ferramenta didática com potencial para ser usada na educação básica com o intuito de auxiliar o professor nas aulas de citologia, colocando o aluno como centro do processo de ensino e aprendizagem, auxiliando na formação acadêmica dos estudantes e desenvolvendo criticidade neles.

A respeito da minha forma de ensinar Biologia, também percebo que tive influência do aprendizado obtido na construção deste TCM. Durante o planejamento de minhas aulas, passei a organizá-las de forma que os estudantes tenham diferentes instrumentos para enriquecer o seu aprendizado. Passei a introduzir mais atividades práticas, iniciar minhas aulas com perguntas investigativas e permitir que os alunos em grupo realizem as atividades. Trazendo um breve relato, em uma aula de nutrientes realizada em uma turma do primeiro ano do ensino médio,

inicie com a seguinte pergunta: Explique por que é indicado a um atleta comer um chocolate antes de uma atividade física aeróbica, comparando com um pedaço de carne? E trouxe para a aula algumas embalagens de alimentos, como biscoito, arroz, feijão, enlatados, leite, chocolate, frango etc. Solicitando que os alunos anotassem os nutrientes em maior quantidade que cada alimento trazia e o valor energético. Com isso eles perceberam que os alimentos que possuíam maior quantidade de lipídeos e carboidratos, apresentavam maior valor energético e levantavam suas hipóteses. Nesta aula eu como professor, costumava apresentar os nutrientes e suas funções. Após as experiências vividas na construção deste trabalho e ao longo das aulas do ProfBio, percebi uma mudança em minhas intenções e práticas como docente.

Portanto, a construção desta sequência didática investigativa, as aulas do ProfBio e as reflexões trazidas ao longo do curso, conseguiram transformar minha prática docente. Acredito que estas transformações permitiram um crescimento como professor e uma melhora em minha prática, pois passei a enxergar algumas possibilidades para a sala de aula

3 - PRODUTO DO TCM

Sequência didática investigativa para a construção de modelos de célula. Mestrando: Paulo Humberto Azevedo Ponte Junior.

Tempo de duração: 2 semanas de aulas.

A SD será dividida em 4 momentos que serão (figura 4): 1 – Orientação, 2 – Conceitualização, 3 – Investigação e 4 – Conclusão:

| Sequência Didática Investigativa | | | |
|--|--|--|--|
| 1 - Orientação | 2 - Conceitualização | 3 - Investigação | 4 - Conclusão |
| Aplicação e análise do questionário sobre os conhecimentos dos alunos a respeito das células | Proposição das questões/problemas investigativos | Experimentando, com problematização e teste das hipóteses levantadas | Apresentação dos resultados, discussão, comunicação e reflexão |

Figura 21: Momentos da Sequência Didática Investigativa. Fonte: Produção autoral.

Os quatro momentos serão realizados em dois dias de aula. Na minha escola a disciplina de Biologia é oferecida uma vez por semana e tenho quatro tempos seguidos de 30 minutos cada, ou seja, tenho 2 horas de aula por semana com a turma. Portanto os momentos 1 e 2 serão realizados em uma semana e os momentos 3 e 4 na outra semana.

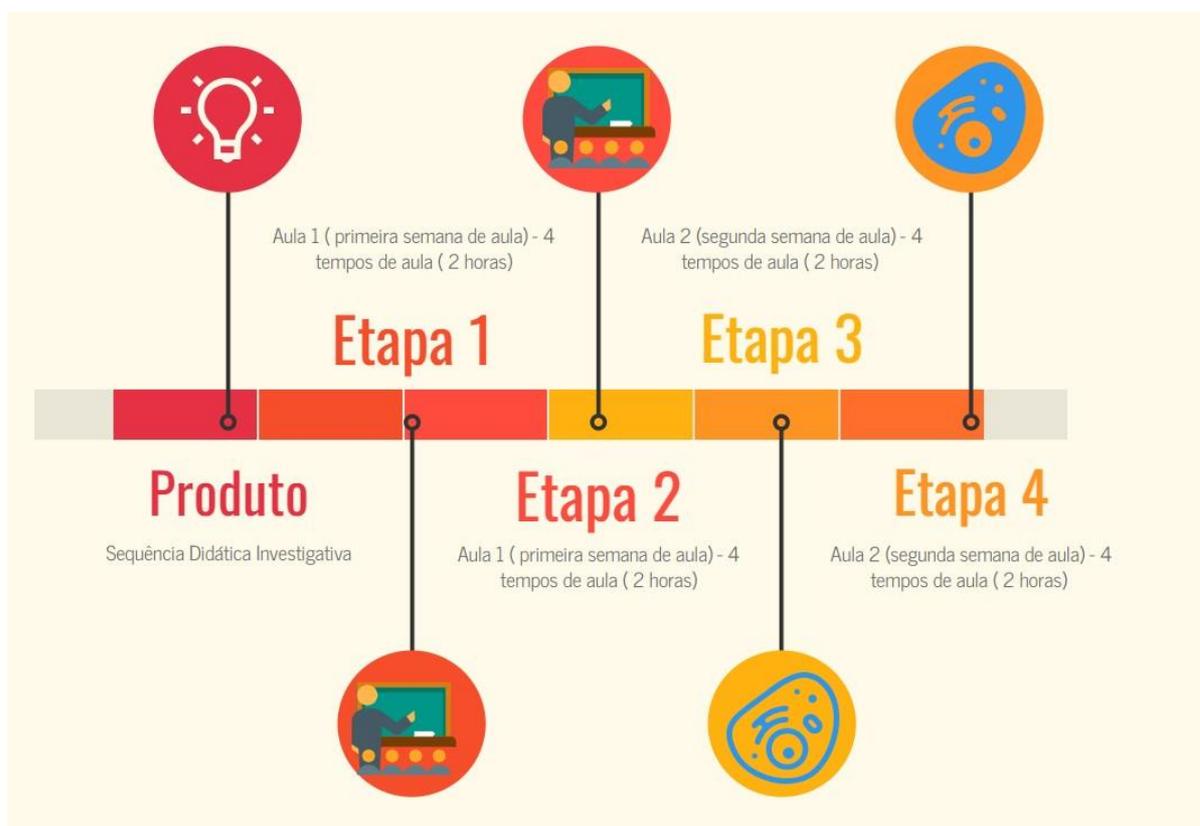


Figura 22: Momentos da Sequência Didática Investigativa. Fonte: Produção autoral.

Momento 1 – Orientação: aplicação e análise do questionário sobre os conhecimentos dos alunos a respeito das células.

Aplicação de um questionário diagnóstico sobre células, seus componentes, funcionamento e sobre medidas (centímetro, metro e quilômetro) e a visualização de

O questionário diagnóstico tem como objetivo levantar os conhecimentos prévios (CP) dos alunos, pois para Pivatto (2014) essa aquisição de ideias pode ser utilizada como ancoragem e descoberta de novos conhecimentos. Desta forma o aprendiz pode receber as informações e relacionar com seus conhecimentos prévios tornando a aprendizagem mais significativa. Moreira e Massini (2001), afirmam que para que esse tipo de aprendizagem seja alcançado é necessário sistematizar os saberes prévios dos estudantes, para que possa ser superada a fronteira do que o discente já sabe e o que ele precisa saber.

Quadro 1 – Questionário Prévio

- 1) Onde se localizam as células no nosso corpo?
- 2) Todas as células são iguais?
- 3) O que há dentro das células?
- 4) A estrutura que seleciona tudo que entra e sai das células é a:
 Membrana plasmática
 Mitocôndria
- 5) O local de intensa atividade de síntese de proteínas e que abriga várias organelas seria o:
 Citoplasma
 Ribossomos
- 6) Em uma célula eucarionte, identifique o local que abriga a molécula que contém as informações sobre as características de um indivíduo:
- 7) Escreva o nome da molécula responsável por conter as informações necessárias sobre as características de um ser vivo.
- 8) Todos os tecidos do corpo são formados por células, como o tecido ósseo, o tecido adiposo e o tecido sanguíneo. Identifique qual desses tecidos é rígido.
- 9) Como as células em si não são rígidas, como podemos explicar que existe um tecido rígido?
- 10) Se uma régua possui 30 centímetros de comprimento, ela pode ser usada para medir as células?
 sim
 não
- 11) Em uma régua podemos perceber as medidas em milímetros. Você sabe se há unidades de medidas menores que essa?
 sim
 não

Momento 2 – Conceitualização (Perguntas investigativas e levantamento de hipóteses sobre a construção do modelo didático).

A partir da análise do levantamento das ideias prévias dos estudantes sobre as células, seus componentes e seu funcionamento, o professor e os estudantes levantam as questões investigativas centrais para o trabalho. Estas questões devem suscitar a elaboração de hipóteses, que são levantadas para a construção de modelos didáticos de células a partir dos materiais expostos e das perguntas investigativas. As hipóteses são propostas e problematizadas e testadas durante a elaboração dos modelos didáticos.

Nesta etapa os alunos assistem a alguns vídeos sobre o tamanho, funcionamento e diversidade celular, além de ser indicado um site para consulta sobre o conteúdo que está sendo trabalhado.

O questionário será analisado pelo professor com a intencionalidade de procurar entender o que os alunos trazem de conhecimentos prévios adquiridos ao longo da sua vida escolar. Desta forma o questionário vai ajudar ao docente na condução de todo o percurso didático da sequência, pois ele terá em mãos uma percepção dos conhecimentos da turma. Também, ao final da sequência didática, o professor pode voltar às questões do questionário prévio para que ele e os alunos percebam a aquisição de conhecimento ao longo da sequência didática. Desta forma os estudantes terão a possibilidade de consolidar os conceitos trabalhados durante a aula.

Os vídeos propostos:

Vídeo 1: [Introdução à célula \(vídeo\) | Khan Academy](#)

Vídeo 2: [Organelas em células eucarióticas \(vídeo\) | Khan Academy](#)

Vídeo 3: [Escala de células \(vídeo\) | Khan Academy](#)

Vídeo 4: ([Organelas Celulares : Estrutura celular e citoplasma - Animação 3D\(youtube.com\)](#)

Vídeo 5: [A vida interna das Células 3D \(Narrado em Português\) - Prof. Gabriel Pereira \(youtube.com\)](#)

Site de apoio (composição química da célula): A Composição Química da Célula -Planeta Biologia.

A consulta a esses materiais, por parte dos alunos, permite o acesso a conhecimentos sobre as células para que sejam elaboradas a(s) questões para o trabalho investigativo. As

perguntas investigativas, para a construção dos modelos, são elaboradas por estudantes e professor de acordo com os materiais mais adequados a serem usados para a construção dos modelos de células. O professor procura selecionar e disponibilizar uma diversidade de materiais para que os alunos possam considerar e escolher para a construção dos modelos. Alguns exemplos desses materiais seguem a seguir:

Gel de cabelo, gesso, água, farinha de trigo, meia bola de isopor oca, uma bacia de plástico, papel celofane, um saco plástico, canudos, botões, miçangas, piaçava e demais materiais que os alunos podem sugerir ao longo da SDI.

Mostrando esses materiais aos alunos, o professor inicia a elaboração das questões/problemas para a investigação:

Quais os melhores materiais a serem utilizados para a construção de modelos de células que representam a estrutura básica da célula e suas funções ao ocorrer a passagem de substâncias do meio intra para o extra e/ou do extra para o intra?

O gesso ao ser misturado com a água, ou o gel de cabelo, geram um bom exemplo do material citoplasmático? Vamos testar?

A membrana plasmática é melhor representada pela bacia plástica, pela bola de isopor oca ou pelo saco plástico? Como esses recipientes poderiam ajudar a representar melhor a função da membrana plasmática? Vamos testar?

Como os demais componentes celulares não podem ser representados em nosso modelo?

Momento 3 – Investigação: experimentando, com problematização e teste das hipóteses levantadas

A partir das questões investigativas propostas, o professor media a elaboração de hipóteses e os caminhos para testá-las, procurando já fazer orientações para a construção dos modelos de células e, também, sobre como buscar informações e dados para essa produção. Além de discutir o papel do DNA na forma e função das células, também é importante analisar com os alunos a influência desses conhecimentos nos modelos a serem criados. Isto para que eles vão também entendendo que as células não são imutáveis. Portanto, os modelos podem ter plasticidade.

Neste momento, os alunos são organizados em grupos de quatro ou cinco estudantes para a construção coletiva dos modelos. Os grupos são organizados pelo espaço da sala de aula, com as mesas servindo de bancadas, em que os materiais são expostos para que aluno observe, pensem e reflitam, iniciando a construção dos modelos. Assim, nesta etapa o professor ajuda os alunos no desenvolvimento dos possíveis modelos de células, já com a ancoragem dos conhecimentos prévios e as reflexões realizadas com as perguntas investigativas. Todo este processo envolve o diálogo com cada grupo de estudantes.

Momento 4 – Conclusão: apresentações dos resultados discussão, comunicação e reflexão

Neste momento, os alunos apresentam seus produtos, os resultados, para uma discussão sobre os conceitos relacionados à forma, função, tamanho das células e de suas organelas, além de seus modos de funcionamento. Também são analisados e discutidos os materiais utilizados para a construção de cada um dos modelos produzidos, as hipóteses levantadas e os argumentos explicativos que cada grupo apresenta sobre o seu modelo de célula.

A turma deve ser organizada de modo a que todos consigam ver os modelos de todos os grupos. Ou então, cada grupo vai à frente da sala explicar seu modelo. Neste momento os estudantes explicam se as decisões tomadas na elaboração das hipóteses de construção de cada modelo estão de acordo com os conhecimentos que estudaram sobre as células. Além disso, eles têm que explicar a escolha dos materiais em relação à função das estruturas celulares.

O professor, como mediador da atividade, orienta os grupos e se utiliza deste momento para observar e explicar possíveis erros conceituais que ainda não tiverem sido compreendidos. É importante que o professor problematize as hipóteses elaboradas pelos alunos, buscando sempre relacionar com os conhecimentos sobre as células. É o momento em que também se pode ressaltar que o desenvolvimento do conhecimento científico acontece desta forma.

Ao final da confecção dos modelos, a turma em círculo com seus modelos a frente de cada grupo, irão apresentar seu trabalho, especificando as partes das células, suas funções e o motivo da escolha de cada material. Neste momento iremos discutir em grupo sobre o funcionamento das partes celulares e a escolha de cada material, relacionando os dois. Acredito que os alunos devem chegar às seguintes conclusões:

- 1 - A membrana plasmática não pode ser totalmente impermeável, pois permite a entrada e saída de substâncias, logo o modelo didático precisa representar essa possibilidade. Os canudos atravessando o isopor, poderiam representar proteínas na membrana que facilitam essa passagem.
- 2- O citoplasma da célula é um local de atividade de síntese, quebra e transporte de substância, portanto precisa permitir o trânsito delas. Fazer com uma massa de farinha ou gesso, o citoplasma ficaria duro e não permitiria essa passagem. Se for feito com água, ela iria vazar pelos poros da membrana. Logo o gel de cabelo poderia ser a melhor escolha para representar o citoplasma.
- 3- A representação do núcleo, deve ser refletida levando as mesmas ideias sobre a membrana plasmática e o citoplasma, para o conteúdo interno nuclear da carioteca.
- 4- A reflexão sobre a forma das organelas, fica para o tamanho delas em relação aos demais componentes da célula, além da reflexão de que nós somos formados por milhões de células, possuindo minúsculos tamanhos. Logo as organelas de menor tamanho devem ser representadas por materiais que pudessem ficar mergulhados no citoplasma e transitar por ele.
- 5- Por fim, nesta etapa, pretendo sistematizar os saberes adquiridos durante o processo investigativo tirando as dúvidas e explicando o funcionamento celular. Os alunos irão gravar um podcast sobre o que aprenderam durante a SD e retornaremos ao questionário prévio com a finalidade deles refletirem novamente sobre suas respostas.

Comprovação de que os aspectos éticos e/ou ambientais foram devidamente considerados.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética da UFRJ (UFRJ - INSTITUTO DE ESTUDOS E SAÚDE COLETIVA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO / IESC – UFRJ), sendo aprovado em 10 de abril de 2024. O parecer segue nos anexos deste trabalho.

Referências

- Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), 13(1), 121-138, 2011.
- BEJARANO, N.; SETÚVAL, F. **Os modelos didáticos com conteúdos de genética e sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia.** Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências, Florianópolis, 2000.
- BRASIL. **Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961.** Lei de Diretrizes e Base de 1961. Acesso em 12 jan. 2024. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/105811/lei-de-diretrizes-e-bases-19394-61>>.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Acesso em: 12 jan. 2024. Disponível em: <https://www.senado.leg.br/legislacao/const/con1988/CON1988_05.10.1988/art_205_a_214.pdf>.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Acesso em 12 jan. 2024. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>.
- BRUM, Wanderley Pivatto; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da. **As cavernas de Botuverá: um espaço não formal para apropriação do conhecimento científico.** In: Experiências em Ensino de Ciências, v. 9, n. 2, 2014. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Ponta Grossa.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI).** In: LONGHINI, M. D. (Org.). O Uno e o Diverso. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 253-266.
- CARVALHO, A. M. P. **Formação de professores de ciências: duas epistemologias em debate.** Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, n. Extra, p. 2784-2790, 2013.
- CRUZ, J. B. da. **Laboratórios.** Brasília: Universidade de Brasília, 2009.
- DEWEY, J. **Democracia e educação: introdução à filosofia da educação.** 3.ed. São Paulo: Nacional, 1959.
- DI PIERRO, M.C. **Notas sobre a redefinição da identidade e das políticas públicas de educação de jovens e adultos no Brasil.** Educ. Soc., Campinas, v. 26, n. 92, 2005.
- DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e escrita: apresentação de um procedimento.** In: ROJO, R.; CORDEIRO, G. S. (Org.). Gêneros orais e escritos na escola. Campinas-SP: Mercado de Letras, 2004. p. 95-128.

HADDAD, S.; DI PIERRO, M.C. **Escolarização de jovens e adultos**. Revista Brasileira de Educação, n.14, 2000.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 9. ed. Internet Archive. Acesso em: 10 jan. 2024.

JUSTINA, L.A.D.; FERLA, M.R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de genética: exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto**. Arq Mudi, v. 10, n. 2, p. 35-40, ago. 2006.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2007.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

LEHNINGER, A.L. **Princípios da Bioquímica**. 6. ed. Internet Archive. Acesso em: 10jan. 2024.

LENT, Robert. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais da neurociência**. São Paulo: Atheneu, 2001.

MARSICO, J.; FERREIRA, M. **Produzindo Currículos e Professores de Ciências naEJA: Entre Normatizações e Deslocamentos**. Revista Teias, 2018.

MARSICO, J.; C NDIDO, D.; GOMES, M. **Produções alquímicas do currículo de Ciências/Biologia na EJA: investigando a fotossíntese**. Erebio, 2019.

MARSICO, J.; FERREIRA, M. **História do currículo do presente: investigando processos alquímicos no ensino de ciências para a educação de jovens e adultos noBrasil**. Educação Temática Digital. Campinas, SP, 2000.

MONTEIRO, J.C.; CASTILHO, W.S.; SOUZA, W. A. **Sequência didática como instrumento de promoção da aprendizagem significativa**. Revista Eletrônica Debatesem Educação Científica e Tecnológica, v. 9, n. 01, 2019.

MOREIRA, M. A. MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa – A teoria de DavidAusubel**. São Paulo: Centauro, 2001

PAULA, C. R.; OLIVEIRA, M. C. **Educação de jovens e adultos**. 1. ed. Curitiba: Ed. IBPEX, 2011.

PAZ, A.M. et al. **Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar**. Revista Ensaio. Vol. 8, n. 2, 2006.

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

PECHLIYE, M.M.; LORENA, F.B.; MELLADO, B.F.; NUNES, L.B.X. (Org.).

Ensino

de ciências e biologia: a construção de conhecimentos a partir de sequências didáticas. 167 ed. São Paulo: Editora Baraúna, 2018.

SASSERON, L.H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v.17, n. espec., 2015.

SCARPA, D.L.; SILVA, M.B. **A biologia e o ensino de ciências por investigação: dificuldades e possibilidades.** In: CARVALHO, A.M.P. de. (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 8, p.129-52.

SETÚVAL, F.R.; BEJARANO, N.R.R. **Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia.** Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1751.pdf>>.

Sequeira, M.; Freitas, M. **Os “Mapas de Conceitos” e o ensino-aprendizagem das Ciências.** Revista Portuguesa de Educação, v. II, n. 3, p. 107-116, 1989.

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, p. 97-114, 2015.

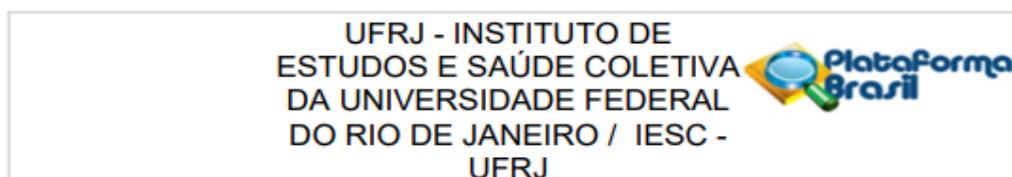
VENTURA, J. **Educação de Jovens e Adultos Trabalhadores no Brasil: revendo alguns marcos históricos.** 2001.

VALÉRIO, M.; TORRESAN, C. **A invenção do microscópio e o despertar do pensamento biológico: um ensaio sobre as marcas da tecnologia no desenvolvimento das ciências da vida.** Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, p.125-134, 2017.

ZABALA, A. **A Prática Educativa.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

Anexos

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: *DO MICRO AO MACRO*: sequência didática investigativa para a construção de modelos de células.

Pesquisador: Paulo Humberto Azevedo Ponte Junior

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 78001524.5.0000.5286

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.756.606

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de mestrado profissional em ensino de Biologia em rede nacional do Programa de Pós-graduação do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro com a finalidade de elaborar uma *sequência didática investigativa para a produção de modelos didáticos de células e suas organelas, a ser aplicada em turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA)*.

Objetivo da Pesquisa:

O projeto tem como objetivo principal: *Produzir uma sequência didática para a construção de modelos didáticos de células, a partir de uma abordagem investigativa*.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador menciona no Formulário de Informações básicas que o *presente trabalho não terá aplicação em sala de aula, logo não irá gerar dados para análise e não envolve seres humanos*. E que, portanto, não oferece riscos, pois o mesmo não será aplicado em sala de aula. Trata-se de *uma proposta para professores que queiram utilizá-lo em suas aulas, com a finalidade de potencializar o processo de ensino e aprendizagem do corpo discente*. Como

Endereço: Avenida Horácio de Macedo S/N Cidade Universitária, Sala ao lado da secretaria de pós-graduação
Bairro: Ilha do Fundão **CEP:** 21.941-598
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2598 **E-mail:** cep@iesc.ufrj.br

**UFRJ - INSTITUTO DE
ESTUDOS E SAÚDE COLETIVA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO / IESC -
UFRJ**



Continuação do Parecer: 6.756.606

benéficos, o pesquisador descreve que o presente trabalho visa oferecer um recurso didático a professores da educação básica. A sequência didática investigativa, proposta neste TCM, serve como um instrumento da melhoria da educação, oferecendo ao professor uma atividade investigativa para ser trabalhada em sala de aula.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

No projeto apresentado não haverá coleta de dados primários ou secundários de sujeitos. Propõe-se elaborar uma sequência didática a alunos do EJA, mas não inclui sua aplicação e avaliação entre estudantes. Logo, não há necessidade de apreciação ética por este Comitê de Ética em Pesquisa segundo a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os seguintes termos foram apresentados:

- Folha de rosto assinada pela proponente
- Cronograma
- Orçamento

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|---|------------------------|-------------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_2270031.pdf | 23/02/2024 14:46:39 | | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | TCM_Paulo_Fev_2024_CEP.pdf | 23/02/2024 13:42:31 | Paulo Humberto Azevedo Ponte Junior | Aceito |
| Cronograma | Cronograma_2024.pdf | 23/02/2024 | Paulo Humberto | Aceito |

Endereço: Avenida Horácio de Macedo S/N Cidade Universitária, Sala ao lado da secretaria de pós-graduação
Bairro: Ilha do Fundão **CEP:** 21.941-598
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2598 **E-mail:** cep@iesc.ufrj.br

UFRJ - INSTITUTO DE
ESTUDOS E SAÚDE COLETIVA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO / IESC -
UFRJ



Continuação do Parecer: 6.756.606

| | | | | |
|----------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|--------|
| Cronograma | Cronograma_2024.pdf | 13:40:47 | Azevedo Ponte Junior | Aceito |
| Orçamento | Orcamento.pdf | 23/02/2024 13:34:13 | Paulo Humberto Azevedo Ponte Junior | Aceito |
| Folha de Rosto | folhaDeRosto.pdf | 22/01/2024 12:20:01 | Paulo Humberto Azevedo Ponte Junior | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 10 de Abril de 2024

Assinado por:
jacqueline fernandes de cintra santos
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Horácio de Macedo S/N Cidade Universitária, Sala ao lado da secretaria de pós-graduação
Bairro: Ilha do Fundão **CEP:** 21.941-598
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2598 **E-mail:** cep@iesc.ufrj.br