



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA DO SANTO ANTÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE BIOLOGIA

KLEYTON DE PAULA CABRAL DE CARVALHO

CRIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA QUE USA O TESTE DO
MICRONÚCLEO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE MITOSE

VITÓRIA DO SANTO ANTÃO

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

KLEYTON DE PAULA CABRAL DE CARVALHO

**CRIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA QUE USA O TESTE DO
MICRONÚCLEO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE MITOSE**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de
Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, Centro
Acadêmico de Vitória – CAV, da Universidade
Federal de Pernambuco - UFPE, como requisito
para obtenção de título de Mestre em Ensino de
Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof.º Dr. Cristiano Aparecido Chagas.

Coorientadora: Prof.ª Dra. Talita Giselly dos Santos Souza.

VITÓRIA DO SANTO ANTÃO

2024

Catálogo na Fonte
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Jaciane Freire Santana, CRB-4/2018

C331c Carvalho, Kleyton de Paula Cabral de.
Criação de uma sequência didática que usa o teste do micronúcleo para o ensino-aprendizagem de mitose/ Kleyton de Paula Cabral de Carvalho- Vitória de Santo Antão, 2024.
95f.; il., color.

Orientador: Cristiano Aparecido Chagas.

Coorientadora: Talita Giselly dos Santos Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, 2024.

Inclui referências e apêndice.

1. Biologia - estudo e ensino. 2. Ensino de ciências. 3. Recurso Pedagógico. 4. Sequência Didática. 5. Divisão celular. I. Chagas, Cristiano Aparecido (Orientador). II. Souza, Talita Giselly dos Santos (Coorientadora). III. Título.

570.7 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE - 27/2024

KLEYTON DE PAULA CABRAL DE CARVALHO

**CRIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA QUE USA O TESTE DO
MICRONÚCLEO PARA O ENSINO – APRENDIZAGEM DE MITOSE**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, Centro Acadêmico de Vitória – CAV, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em: 27/03/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cristiano Aparecido Chagas (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico de Vitória (CAV-UFPE)

Prof. Dr. João de Andrade Dutra Filho (Examinador interno)

Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico de Vitória (CAV-UFPE)

Prof.^a Dra. Suellen Tarcyla da Silva Lima (Examinadora externa)

Secretaria Estadual de Educação de Pernambuco

“Faça o teu melhor na condição que você tem,
enquanto você não tem condições melhores para
fazer melhor ainda!”

Mario Sergio Cortella.

A Valdenice, Livia e Laís, meus alicerces.

AGRADECIMENTOS

À Deus, o doador da vida, meu mantenedor e salvador, pela oportunidade de realizar este sonho, que outrora foi tão distante em minha trajetória profissional; pela proteção e pelo acompanhamento durante a presente caminhada, nas idas e vindas de Belo Jardim – PE a Vitória do Santo Antão – PE, local do Centro Acadêmico de Vitória - CAV; por ter conduzido o veículo ao longo dessas viagens protegendo minha integridade física e de meus colegas.

A minhas filhas Lívia Camilly e Laís Valentina, a quem muito amo: meu porto seguro, minhas princesas e os maiores presentes que recebi, pela paciência durante meus momentos de estudo, pelas horas de alegria, pelo conforto e pelos momentos onde não me fiz presente.

Aos meus pais, Paulo e Maria do Carmo, pela construção do meu caráter, pela condução dos meus ensinamentos, pela formação dos meus princípios, pela confiança e alicerce familiar.

Em especial, a minha esposa: maior riqueza que recebi da vida – pilar na realização deste sonho de uma vida inteira; pelo apoio e pela compreensão dos momentos em que a privei de minha presença.

Ao meu professor orientador, Dr^o. Cristiano Aparecido Chagas, por me aceitar como orientando, pelos conhecimentos compartilhados e pelas orientações precisas e coerentes. Sou grato pela paciência, respeito e confiança comigo. Hoje o vejo como um amigo posto em meu caminho! Obrigada pela orientação, pelo incentivo, pelo apoio e pelo acompanhamento na presente caminhada! Fica o desejo do compartilhamento de mais desafios.

Aos meus companheiros e amigos, Aderaldo, Robêria, Vivian, Damiana, Florisvaldo e Fábio pelas inúmeras parcerias de viagens, trabalhos, almoços e jantares, além de muito estudo.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – ProfBio da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e ao Centro Acadêmico de Vitória – CAV.

Aos meus respectivos professores que, através de suas disciplinas, contribuíram significativamente com minha formação e com o presente estudo.

Aos colegas da turma 2023 do ProfBio – UFPE/CAV, pelo compartilhamento de experiências e apoio nos momentos de dificuldade.

A Escola Estadual EREM João Monteiro de Melo, Belo Jardim - PE, pela base proporcionada para o ingresso e continuidade no ProfBio, assim como todas as condições para realização das atividades pertinentes ao curso.

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

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal De Pernambuco
Mestrando: Kleyton de Paula Cabral de Carvalho
Título do TCM: CRIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA QUE USA O TESTE DO MICRONÚCLEO PARA O ENSINO – APRENDIZAGEM DE MITOSE
Data da defesa:27/03/2024
<p>Hoje aos 40 anos, realizei um sonho, proporcionado pela UFPE e pela CAPES ao oferecer o Mestrado profissional em Ensino de Biologia, tive a oportunidade de mergulhar profundamente no campo do conhecimento e aprimorar minha prática como professor. Neste relato, compartilho como o mestrado influenciou minha atuação na sala de aula e reverberou positivamente na aprendizagem dos alunos</p> <p>O mestrado foi um marco na minha trajetória acadêmica e profissional, proporcionando uma base sólida de conhecimentos teóricos e metodológicos, além de estimular o pensamento crítico e a pesquisa. Durante o curso, tive acesso a debates atuais, estudos de caso e pesquisas relevantes, o que enriqueceu minha visão sobre a educação</p> <p>O ProfBio me incentivou a explorar metodologias ativas e diferenciadas em sala de aula, estratégias variadas, aprendizagem colaborativa e uso de tecnologias educacionais, a pesquisa acadêmica me levou a questionar minhas práticas e buscar aprimoramento constante. Com base nesses estudos, promovi diálogos com meus colegas, gestores, pais e alunos. Acredito que essa troca de experiências fortaleceu os vínculos e contribuiu para a construção de uma escola mais participativa.</p> <p>Sobre meus alunos pude perceber que as estratégias inovadoras despertaram maior interesse dos alunos. Muitos deles se tornaram promotores do próprio aprendizado, participando ativamente das atividades, não só minhas, mas também de outros colegas.</p> <p>O mestrado ampliou meu repertório de conteúdos e abordagens. Isso se refletiu na diversificação das aulas e na oferta de experiências mais ricas aos estudantes.</p> <p>Em síntese, o mestrado não apenas aprimorou minha prática docente, mas também me impulsionou a ser um agente de transformação na educação. Acredito que, ao compartilhar essas experiências, posso inspirar outros professores a buscar a excelência em suas práticas e a contribuir para uma educação pública cada vez mais qualificada.</p>

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo propor uma Sequência Didática como estratégia pedagógica para o processo de aprendizagem investigativa da mitose, utilizando como questões práticas o teste do micronúcleo *in vivo*, com uma abordagem qualitativa. Além disso, nosso estudo buscou refletir sobre a prática docente no contexto do processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo – um tema muitas vezes percebido por educadores e alunos como complexo e desafiador. Considerando que o ensino de biologia, genética e divisão celular por mitose nas escolas ainda depende de métodos de ensino tradicionais, baseados em conteúdo e muitas vezes desconectados da realidade dos alunos, recursos alternativos e abordagens diferenciadas raramente são empregados na implementação em sala. Assim, a utilização de sequências didáticas de ensino sistematicamente organizadas para aulas teóricas e práticas de mitose surge como um caminho para aprimorar a experiência de aprendizagem nesta área de conhecimento e atuação. Ao propor uma Sequência Didática, que incorpore recursos como testes de micronúcleos, os educadores podem proporcionar aos alunos oportunidades de aprendizagem por meio do ensino investigativo. Essa sequência abrange diversas atividades, com o objetivo de promover a equidade, incentivar a participação e envolver os alunos no assunto, composta por uma cartilha com orientações aos docentes de um catálogo com imagens de testes clínicos do micronúcleo. Esta proposta não só confere significado aos saberes, mas também facilita a assimilação do aluno através de abordagens pedagógicas distintas. Além disso, tem o potencial de servir como catalisador reflexivo, transformando a prática educacional e contribuindo para a sua relevância para estudantes e educadores.

Palavras-chave: sequência didática; ensino de biologia; teste do micronúcleo; divisão celular; mitose.

ABSTRACT

The present study aimed to propose a Didactic Sequence as a pedagogical strategy for the investigative teaching process of mitosis, using the in vivo micronucleus test as practical questions, with a qualitative approach. Furthermore, our study sought to reflect on teaching practice in the context of the teaching-learning process of this content – a topic often perceived by educators and students as complex and challenging. Considering that the teaching of biology, genetics and cell division by mitosis in schools still depends on traditional teaching methods, based on content and often disconnected from the students' reality, alternative resources and different approaches are rarely used in classroom implementation. Thus, the use of systematically organized didactic teaching sequences for theoretical and practical classes on mitosis appears as a way to improve the learning experience in this area of knowledge and performance. By proposing a Didactic Sequence, which incorporates resources such as micronucleus tests, educators can provide students with learning opportunities through investigative teaching. This sequence covers several activities, with the aim of promoting equity, encouraging participation and involving students in the subject, consisting of a booklet with guidance for teachers and a catalog with images of clinical tests of the micronucleus. This proposal not only gives meaning to knowledge, but also facilitates student assimilation through different pedagogical approaches. Furthermore, it has the potential to serve as a reflective catalyst, transforming educational practice and contributing to its relevance for students and educators.

Keywords: didactic sequence; teaching biology; micronucleus test; cell division; mitosis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 O ensino de genética	15
2.1.1 <i>Perspectiva do professor das dificuldades do ensino de genética</i>	<i>17</i>
2.1.2. <i>O ensino da mitose</i>	<i>18</i>
2.1.3 <i>Teste do micronúcleo.....</i>	<i>20</i>
2.2 Definição e fundamentos do ensino investigativo	21
2.3 As sequências didáticas	23
3 PROBLEMATIZAÇÃO	25
4 JUSTIFICATIVA	26
5 OBJETIVO	28
5.1 Específicos	28
6 METODOLOGIA.....	29
6.1 Delineamento da Sequência Didática.....	29
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
7.1 Produtos.....	31
7.2 Apresentação da Sequência Didática.....	31
7.3 Analisando da sequência didática	36
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA	46

1 INTRODUÇÃO

A prática de ensino de Biologia sempre foi um desafio em sala de aula, e cada vez mais professores buscam as melhores formas de conduzir suas aulas de forma motivadora, sempre com o objetivo de melhorar a compreensão e o aprendizado das ciências. Essa preocupação tem sido objeto de muitas discussões sobre aprimoramento instrucional, e é evidenciada pelo crescente interesse de pesquisa na formação inicial e continuada de professores desde o século passado (TATSCH *et al.*, 2016).

A diversidade de trabalhos, que vão desde levantamentos de cunho acadêmico de questões relacionadas ao ensino de ciências até recomendações de cursos práticos e atividades de ensino implementadas diretamente em sala de aula, indica a existência de um grande número de professores e pesquisadores relevantes para o assunto. O estudo da ciência deve contribuir diretamente para a formação do aluno, capacitando-o a reconhecer processos e conceitos no mundo científico. Esse conhecimento deve ajudar os cidadãos a serem capazes de usar o que aprenderam em seu cotidiano para orientá-los na tomada de decisões para benefício pessoal ou coletivo (TATSCH *et al.*, 2016).

A genética é uma das disciplinas tradicionais do ensino de biologia no ensino médio e é considerada uma grande dificuldade tanto para professores quanto para alunos por apresentar conceitos e processos complexos que exigem alto grau de abstração para serem compreendidos. O conteúdo científico que trazem decorre da natureza desses conceitos para escapar da experiência cotidiana dos alunos, como os conceitos de DNA, proteínas ou genes (TATSCH *et al.*, 2016).

Existem diversas metodologias de ensino que podem ser utilizadas para o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de divisão celular por mitose, um processo fundamental na divisão celular, desenvolvimento e crescimento do organismo, assim como sua manutenção e que frequentemente enfrenta desafios nas salas de aula. Menezes e Garcia (2016) propuseram uma abordagem didática para o ensino de mitose, que consiste em uma sequência de atividades que englobam aulas expositivas, atividades práticas e análise de vídeos educativos. Essa metodologia foi avaliada em um estudo de caso proposto por Menezes e Garcia se mostrando ser eficiente para o ensino de mitose.

Atividades práticas, como observação de células em microscópio e experimentos de coloração de células, também são importantes para o ensino de mitose. Oliveira e Canário (2018) revisaram a literatura sobre atividades práticas para o ensino de biologia celular e concluíram que elas são fundamentais para a compreensão dos conceitos teóricos.

Jogos educativos também podem ser usados para ensinar mitose de forma lúdica e interativa. Macedo e Lima (2019) promoveram uma revisão de literatura sobre jogos educativos para o ensino de biologia celular e concluíram que eles são eficientes para estimular o interesse dos estudantes e melhorar a compreensão dos conceitos.

Em resumo, é importante utilizar diferentes metodologias de ensino para ensinar mitose aos alunos, incluindo aula expositiva, vídeos educativos, atividades práticas e jogos educativos. Essas metodologias são complementares e permitem que os estudantes aprendam de forma mais eficiente e dinâmica.

Os alunos categorizam o vocabulário de genética como complexo e amplo e relatam que muitos termos novos geralmente precisam ser memorizados ao mesmo tempo (BAHAR *et al.* 1999). A genética, especialmente a genética molecular, é um campo de estudo que cresce muito rapidamente. O conhecimento é mais estrutural do que nunca e requer conhecimento prévio para introduzir novos conceitos. A tarefa de ensinar também não é fácil para o professor, pois além de ter que dominar conhecimentos tão complexos, ele também deve ser capaz de transmitir esse conhecimento de forma clara aos alunos.

Embora existam diversas metodologias de ensino que podem ser utilizadas para ensinar mitose aos alunos, é importante ressaltar que há algumas dificuldades envolvidas nesse processo (Macedo e Lima 2019). Por exemplo, a mitose envolve uma série de processos complexos que podem ser difíceis de compreender para alguns estudantes. Além disso, a mitose é um processo que ocorre em escala microscópica, o que pode dificultar a visualização e a compreensão dos alunos. De acordo com Menezes e Garcia (2016), é importante que o professor utilize recursos didáticos para tornar a explicação do conteúdo mais acessível e didática. Isso inclui o uso de imagens, animações, vídeos educativos e atividades práticas.

Outra dificuldade comum é o desinteresse dos estudantes pelo tema. Macedo e Lima (2019) destacam que os jogos educativos podem ser uma forma eficiente de estimular o interesse dos alunos pela mitose, tornando o processo de aprendizagem mais lúdico e interativo.

Além disso, a falta de recursos e materiais adequados pode ser um obstáculo para o ensino de mitose. Oliveira e Canário (2018) ressaltam a importância de investir em recursos didáticos e equipamentos, como microscópios e materiais de cores, para tornar as atividades práticas mais acessíveis e eficientes.

Diante dessas dificuldades, é importante que os professores estejam preparados para adaptar suas metodologias de ensino de acordo com as necessidades e características de seus alunos. Uma abordagem multidisciplinar e criativa pode ajudar a tornar o processo de ensino mais eficiente e interessante para todos os envolvidos.

Os professores devem ter uma base de conhecimento sólida do que é ensinado e uma compreensão clara do que o ensino deve alcançar e do contexto em que deve ser aplicado. Muitos professores se sentem inseguros ao ensinar ciências porque podem se deparar com perguntas que às vezes não sabem responder (TATSCH *et al.*, 2016).

Quando os alunos se deparam com problemas mais complexos, o conhecimento que possuem torna-se insuficiente, fazendo com que eles não consigam identificar o processo de mitose quando este é representado em uma imagem diferente, como uma imagem de microscópio.

Outra dificuldade no ensino é a falta de conexão entre professores e alunos, que está relacionada à falta de motivação para ensinar atividades de genética. Araújo e Gusmão (2017) apontam em seu trabalho que muitos professores sofrem por não terem formações adequadas sobre o conteúdo de genética.

Assim este trabalho buscou abordar a investigação por situações-problema e propor aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza (TDIC), considerando as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio:

(EM13CNT202) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da vida.

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

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em suas habilidades de área para Ciências, é necessário que o aluno de construir questões, elabore hipóteses, faça previsões e estimativas, empregue instrumentos de medição e represente e intérprete modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Ainda segundo os Componentes Curriculares de Pernambuco (Currículo de Pernambuco) em seu Organizador curricular por bimestre para a Formação geral Básica (FGB) para o ensino de Ciências da Natureza deve-se *(EM13CNT301BIO13PE) Considerar o papel da investigação científica a partir da proposição de situações-problema que envolvam a identidade dos seres vivos para produzir conhecimento científico seguro que auxilie nas explicações para compreensão de fenômenos biológicos, explorando novas realidades que se*

renovam e modificam com o tempo.

O teste do micronúcleo *in vivo* é uma ferramenta importante para avaliar a genotoxicidade de compostos químicos e sua capacidade de induzir danos ao DNA em células somáticas. Além disso, pode ser utilizado como uma ferramenta educacional para ensinar conceitos de divisão celular por mitose.

Fernandes *et al.* (2020) adaptaram o teste do micronúcleo e concluíram que é uma ferramenta valiosa para o ensino de genética e biologia celular, pois permite que os alunos visualizem a formação de micronúcleos. Assim, o teste pode ser utilizado para demonstrar os efeitos de diferentes agentes químicos na divisão (mitose) celular e como esses compostos podem afetar a integridade do DNA. A utilização do teste pode promover uma compreensão mais abrangente dos processos envolvidos na mitose, além de estimular o interesse dos alunos em ciência. Portanto, o teste do micronúcleo *in vivo* é uma ferramenta promissora para o ensino de mitose, além de ser útil para avaliar a genotoxicidade de compostos químicos em células somáticas. Ainda segundo Uchôa (2020) o teste é um excelente biomarcador, gerando informações para fundamentação de outros trabalhos.

Assim, propomos a utilização do teste do micronúcleo como uma ferramenta de ensino e aprendizagem com o intuito de compreender como a divisão celular por mitose ocorre no organismo e na natureza, visando uma abordagem investigativa, instigando os alunos a quererem estudar mais esse assunto que muitas vezes é esquecido facilmente devido às más condições de ensino em sala de aula, assim como a complexibilidade do estudo da consoante do ensino de genética.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, buscamos apresentar um panorama sobre conceitos abstratos, Ensino de Genética e Mitose, o teste do micronúcleo, a abordagem investigativa e a Sequência Didática no campo das Ciências Biológicas. No Ensino Médio, a Genética e o estudo da mitose apresentam conhecimentos voltados tanto para a formação científica como para questões sociais, sendo relevante conhecer e se apropriar de seus conceitos e suas relações. Vale ressaltar que, considerando a íntima relação entre a genética e a mitose e sua importância para a compreensão de conceitos e processos biológicos, buscamos apresentar de forma sucinta algumas discussões acerca do processo de mitose com embasamento na utilização do teste do micronúcleo através da utilização de uma sequência didática e suas perspectivas no Ensino de Biologia.

2.1 O ensino de genética

Os primeiros trabalhos de Mendel no século XIX abriram caminho para a ciência da genética, trazendo inovação e a possibilidade de encontrar respostas sobre a origem humana por meio da evolução. Além disso, ela traz um conjunto de novas técnicas, tornando-se interdisciplinar, pois é usada em estudos de ciências agrárias, na própria biologia, estudos paleontológicos, ecológicos entre outros. Assim, o estudo e desenvolvimento dessa área vai além da educação, envolvendo a apropriação de conhecimentos para uma nova situação (Siqueira, Altino Filho & Dutra, 2020).

A BNCC cita a genética na competência específica dois, das Ciências da Natureza, como sendo um conhecimento conceitual e dentro do conjunto de conceitos que fazem uma discussão sobre a origem e evolução da vida em toda sua complexa diversidade. Já FGB (EM13CNT303BIO15PE) enfatiza que para o ensino de genética devemos *Interpretar, com o auxílio de ferramentas multimodais, numa perspectiva transdisciplinar, os fenômenos ecológicos, genéticos e de saúde pública, percebendo a importância desses processos para o entendimento dos fatos estudados, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.*

Ensinar genética tem sido uma tarefa difícil, uma vez que a complexibilidade de conceitos presentes dentro dela, ainda na fase inicial de estudos, acaba por gerar insegurança em docentes assim como aponta Araújo e Gusmão (2017), e conseqüentemente no público discente, o que se caracteriza como o primeiro desafio. Além disso, falar sobre genética de

forma enfadonha geralmente faz com que os alunos se sintam desinteressados, o que impede o desenvolvimento de aprendizagem útil.

Segundo Camargo e Infante-Malachias (2007), o estudo da genética desperta grande interesse nos alunos. Durante o processo de ensino e aprendizagem, é fundamental promover investigações e questionamentos que se estendam para além da genética, conectando-se com outras áreas do conhecimento e com a realidade.

Considerando o contexto histórico, a genética estava presente nas escolas por volta dos anos 50, mas não ofereceu oportunidades para o desenvolvimento do conhecimento crítico ou demonstrou todas as facetas que a disciplina poderia envolver. Existem evidências de que a reforma do ensino de ciências no Brasil foi influenciada por movimentos de mudanças que ocorreram na Inglaterra e nos Estados Unidos, particularmente após a guerra (Melo & Carmo, 2009).

De acordo com Ayuso e Banet (2002), o ensino de Genética proporciona aos alunos a compreensão dos avanços tecnológicos e suas repercussões na sociedade. A formação do conhecimento dessa área da Biologia é a base para o entendimento das aplicações dessa ciência na sociedade, tais como: a importância do DNA, as características hereditárias e sua transmissão; a descoberta e localização de genes que predisõem a formação de determinados tumores; o uso terapêutico de células-tronco; o melhoramento animal e vegetal entre outros (GRIFFITHS *et al.*, 2002).

O ensino de genética aplicado no ensino médio desempenha um papel fundamental na formação científica dos estudantes, proporcionando-lhes uma compreensão mais profunda dos princípios e processos que governam a hereditariedade e a diversidade biológica, porém segundo (CORREIA; FAL; PEREIRA 2010), por muitas vezes as explicações fornecidas pelos professores sobre o tema trazem exemplos distantes do cotidiano e realidade dos alunos, citando o clássico exemplo do cruzamento de ervilhas, em que em geral o conhecimento prévio que norteia os estudantes sobre ervilhas se limita às conservas adquiridas em mercados para alimentação familiar, desconhecendo detalhes sobre a planta e sem interesse por essa área. Para Guimarães e colaboradores (2023), entre os principais entraves, destaca-se a necessidade de apresentar conceitos genéticos de forma acessível e contextualizada para os alunos. Já para Brão e Pereira (2015) a disciplina de Genética apresenta grandes deficiências oriundas das dificuldades durante o ensino e aprendizagem de alunos e professores, tornando necessária a realização de procedimentos pedagógicos complementares ao ensino dos conteúdos de genética, procedimentos tais que possam proporcionar ao alunado uma maior compreensão de forma prazerosa.

Por sua vez, Lopes e Silva (2018), por exemplo, argumentam que a dificuldade tem relação com o modo de ensino, onde muitos educadores fazem uso do Livro Didático como único referencial, abordando os temas em via descontextualizada. Em muitos contextos educativos, o ensino da genética tem sido praticado com uma abordagem que não corresponde à sua importância prática. Tradicionalmente, o ensino da genética tem sido caracterizado por uma natureza excessivamente descritiva, em que os docentes se preocupam em distinguir conceitos particulares sem fornecer contextualização da realidade e cotidiano dos estudantes. Ainda para Araújo e Gusmão (2017), os alunos possuem uma base pouco estruturada em termos críticos e interpretativos, pois não conseguem enxergar a aplicação da genética em sua própria realidade.

A integração de tecnologia no ensino de genética é uma estratégia inovadora para engajar os estudantes. Ferramentas como simulações e imagens computacionais podem ajudar a visualizar processos complexos, como a replicação do DNA e a mitose. A utilização de recursos multimídia facilita a compreensão e a retenção de conceitos, proporcionando uma abordagem mais dinâmica ao aprendizado, tais recursos podem ser implementados em sala de aula através de sequências didáticas (SD) como a proposta nesta pesquisa.

2.1.1 Perspectiva do professor das dificuldades do ensino de genética

Além da abundância de conceitos, a falta de estrutura nas escolas, o processo de ensino aprendizado enfadonho, a construção de conhecimentos inconsistentes em genética no ensino fundamental e a falta de formação dos professores contribuem para a ineficiência do ensino de genética (LOPES 2018). É claro que a quantidade de conceitos que dificultam o aprendizado também é necessária. Porém, muitas vezes, a prática pedagógica é dominada por aulas expositivas e avaliações centradas na memorização e repetição de conceitos. Isso deixa de lado as questões locais, científicas, tecnológicas, sociais ou culturais (LIMA; AGUIAR JUNIOR; CARO, 2011). Vilela (2007) também apontou que os professores não têm formação suficiente. Isso se deve ao fato de que eles têm dificuldade em relacionar o conteúdo com a realidade em que os alunos estão inseridos e ao fato de que muitos livros didáticos abordam o conteúdo de forma abstrata. Zóboli (2004) e Pedracini *et al.* (2007) também notaram esse elemento. Eles disseram que a organização e condução do ensino é ineficaz porque não desperta o interesse dos alunos.

Assim podemos contar com as aulas práticas destacadas pelos próprios alunos como facilitadoras da aprendizagem, colocando o estudante no papel de investigador e

proporcionando a construção do conhecimento através de suas próprias conclusões, confirma Gargia e Lima (2011). Para Araújo e Gusmão (2017), que procuraram analisar os problemas que mais dificultavam o ensino de genética do ensino médio no Brasil, os principais fatores foram o mau preparo dos professores, por não possuírem os conhecimentos discutidos no âmbito da genética ou não possuem formação nesta área; informações desatualizadas de livros didáticos do ensino médio e métodos tradicionais englobam essa problemática.

Assim o ensino de genética no ensino médio é uma peça-chave na formação científica dos estudantes, fornecendo-lhes as ferramentas necessárias para compreender a complexidade dos mecanismos genéticos que regem a vida (Guimarães *et al.*, 2023).. Estratégias pedagógicas inovadoras, atualização constante de conteúdo e abordagens ativas são fundamentais para garantir que os alunos não apenas absorvam informações, mas também desenvolvam habilidades críticas e uma compreensão aprofundada dos princípios genéticos (Mirzoeva, 2023). O desafio de manter o ensino de genética relevante e acessível é compensado pelas oportunidades de inspirar futuros cientistas e cidadãos informados.

2.1.2. O ensino da mitose

A mitose, um dos eventos mais fundamentais da vida, é um processo intrincado que assegura a replicação precisa do material genético e a distribuição equitativa dos componentes celulares durante a divisão celular. Snustad e Simmnos (2013) definem mitose como um tipo de divisão celular que dá origem a duas células iguais à inicial, ou seja, as células -filhas possuem o mesmo número de cromossomos da célula que as originou. O processo de divisão celular por mitose, bastante presente em células somáticas, é fundamental na manutenção e desenvolvimento dos organismos, já que é o processo pelo qual ocorre multiplicação e renovação das células, com exceção das sexuais.

Este fenômeno desempenha um papel crucial no crescimento e manutenção de tecidos e órgãos, garantindo a estabilidade genética das células filhas. Para Ayuso e Banet (2002) o entendimento do significado deste fenômeno, assim como da reprodução sexuada, é pré-requisito essencial para a compreensão dos mecanismos da herança biológica. Além disso, a mitose serve como um paradigma para a compreensão dos processos evolutivos e da diversidade celular.

A falta de uma clara compreensão de tais processos também é apontada por Ayuso e Banet (2002) como uma das causas das dificuldades relacionadas ao ensino de Genética. O Novo Ensino Médio estabelece uma formação geral básica articulada com a parte específica

escolhida, o itinerário formativo. Assim como o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), é organizado em competências e habilidades. As disciplinas, em vez de serem avaliadas de maneira isolada, são integradas, a estrutura e foco, presente no Novo Ensino Médio e no Enem, é desenvolver a capacidade de aplicar os conhecimentos em diversos contextos. Assim, o aluno poderá demonstrar o que aprendeu nas formas escrita e oral, prática e teórica, sempre ampliando o pensamento para responder aos desafios diante de uma decisão a ser tomada. (Brasil, 2021). A formação geral do aluno nas áreas de linguagens, matemática, ciências da natureza e ciências humanas e sociais aplicadas, prevista na BNCC, e o maior engajamento do estudante com o conteúdo do itinerário escolhido serão muito importantes em avaliações.

Tendo em vista as recentes mudanças promovidas pelo Novo Ensino Médio e suas propostas de ensino de Biologia, as escolas precisam ser adaptadas e adequadas a esta realidade (SANTOS *et al.*, 2020). Os métodos tradicionais não atendem mais às demandas dos estudantes, que ainda se centram na figura do professor, na transmissão de conteúdos e na passividade do aluno.

Para garantir a eficácia do processo educativo do aluno, levando-os a compreender a complexidade dos problemas cotidianos e a desenvolver estratégias adequadas para lidar com eles, é necessária uma inserção no contexto escolar que seja dinâmica e participativa (LIMA e GARCIA, 2011).

Santiago e Carvalho (2019) afirmam que o ensino de conceitos como mitose e meiose vêm ganhando a atenção por parte dos docentes e pesquisadores, por gerar desafios na fixação dos ensinamentos, proporcionando prejuízo nos assuntos estudados em sequência. A abordagem de ensino de mitose nas escolas de ensino médio historicamente baseia-se na compreensão das fases da mitose. Alguns autores vêm buscando estratégias para lidar com a complexibilidade do ensino da mitose utilizando-se de jogos, modelos didáticos, culinária, ensaios fotográficos entre outros (Peres, 2020; Carvalho et al, 2020). Ainda, os modelos expostos em livros didáticos pouco ajudam na compreensão do assunto, e por muitas vezes os professores se encontram sem estruturas físicas como laboratórios equipados e voltados ao ensino, ou até recursos didáticos como os citados acima.

A mitose pode representar um fascinante campo de estudo na biologia celular. Este trabalho buscou fornecer uma visão abrangente sobre os eventos e implicações da mitose. À medida que avançamos na compreensão desses intrincados processos celulares, abre-se espaço para aplicações inovadoras e insights para a biologia.

2.1.3 Teste do micronúcleo

O estudo da mitose desempenha um papel fundamental na compreensão dos processos celulares e no estudo do ciclo de vida das células. No contexto educacional, a utilização de técnicas específicas, como o teste de micronúcleo *in vivo*, pode enriquecer significativamente a abordagem pedagógica, proporcionando uma compreensão mais aprofundada e prática dos eventos mitóticos.

Carrard *et al.* (2007) descrevem que o teste de micronúcleos (MN) consiste na exposição de células previamente expostas a agentes químicos com o intuito de identificar possíveis alterações cromossômicas analisando-se o aumento da frequência de eritrócitos policromáticos com micronúcleos. Ainda segundo Carrard *et al.* (2007), apesar de o aumento da frequência de micronúcleos estar relacionado com a interação dos agentes genotóxicos, seu aparecimento pode decorrer do mecanismo de adaptação que o organismo realiza em resposta a um dano, provocado por agentes internos ou externos, para que a célula mantenha suas funções. O teste é considerado rápido, barato, não invasivo e que pode ser repetido várias vezes (CARVALHO *et al.*, 2002).

O teste é frequentemente realizado em organismos vivos, como animais de laboratório, e tem como objetivo detectar a presença de micronúcleos, que são pequenas porções de cromossomos ou cromatina que não foram incorporados ao núcleo durante a mitose. Este teste é importante na avaliação de riscos potenciais à saúde humana, uma vez que ajuda a identificar substâncias que podem causar danos ao material genético das células, aumentando o risco de mutações e, conseqüentemente, o desenvolvimento de doenças como o câncer.

Assim sua aplicação prática no contexto educacional pode fornecer uma abordagem tangível à mitose. Uma vez que, segundo Fernandes *et al.* (2020), o ensaio de micronúcleo é uma boa ferramenta prática para o ensino nas escolas. Ao incorporar esta técnica, os educadores podem oferecer aos estudantes uma experiência mais próxima da realidade biológica, possibilitando a observação direta de alterações genéticas e reforçando os conceitos mitóticos.

A utilização do teste de micronúcleo no ensino de mitose não apenas pode fornecer uma compreensão mais aprofundada dos processos celulares, mas também promove o aprendizado significativo. Ao estudar a formação de micronúcleos, os estudantes poderão ser direcionados a teoria e prática relacionais, consolidando os conceitos mitóticos de maneira mais eficaz. Além disso, a contextualização do conhecimento em situações reais estimula o pensamento crítico e a capacidade de aplicação dos conceitos aprendidos em diferentes contextos biológicos.

2.2 Definição e fundamentos do ensino investigativo

O ensino investigativo, muitas vezes associado ao termo "aprendizagem baseada em problemas" ou "aprendizagem baseada em projetos", fundamenta-se na ideia de envolver os alunos em atividades que estimulem a curiosidade, a autonomia e a capacidade de resolver problemas. Contrapondo-se ao modelo tradicional, centrado na transmissão passiva de informações, o ensino investigativo coloca o estudante no papel de pesquisador ativo, explorando conceitos e aplicando conhecimentos de maneira prática.

Carvalho (2018) abordou os fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação, destacando a importância dos graus de liberdade concedidos aos alunos em processos de aprendizagem por investigação, buscando estudar a relação entre o ensino e a aprendizagem em sala de aula. Hoje o ensino de Biologia e sua gama de temas ainda se encontra norteado pela prática docente baseada na transmissão de conceitos. A partir de uma perspectiva que contemple estratégias de ensino mais dinâmicas, o ensino investigativo busca contribuir de forma significativa com a aprendizagem, estimulando a realização de atividades metodológicas tipicamente ativas e proporcionando ao aluno o desenvolvimento de habilidades de acordo com a BNCC:

os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (Brasil, 2021, p. 550).

Ainda em acordo com a BNCC (Brasil, 2021, p. 50) “a abordagem investigativa deve buscar a promoção do protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido”.

Assim, o ensino investigativo tem surgido como uma nova abordagem pedagógica que tem como objetivo incentivar o aprendizado ativo e o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais avançadas. Este método extrapola a simples transmissão de conhecimento, incentivando os estudantes a explorarem, questionarem e descobrirem por conta própria, propiciando o surgimento do ensino investigativo como tipificado abaixo.

- **Centrado no Aluno:** o filósofo e pedagogo americano John Dewey (1859-1952) propôs o “inquiry learning”, e afirmou que ensino investigativo prioriza as necessidades e interesses dos alunos, reconhecendo suas experiências prévias e

promovendo a construção coletiva do conhecimento. (BATISTA & SILVA, 2018).

- **Resolução de Problemas:** para Zômpero (2011), a abordagem investigativa estimula a resolução de problemas complexos, desafiando os estudantes a aplicarem conceitos teóricos em situações práticas do mundo real.
- **Interdisciplinaridade:** ainda segundo Zômpero, o ensino por investigação favorece a integração de diferentes disciplinas, promovendo uma visão holística e conectada do conhecimento.
- **Desenvolvimento de Habilidades:** Deboer(2006) explica que o ensino investigativo é defendido pelo químico Charles Eliot, que argumentou sua importância na formação de habilidades dos alunos.

Além do domínio de conteúdos específicos, o ensino investigativo visa desenvolver habilidades como pensamento crítico, trabalho em equipe, comunicação eficaz e capacidade de pesquisa. Tais características constituem um método que visa estimular os alunos a pensar, questionar e discutir os assuntos em sala de aula, através de situações problemas, enigmas ou casos de investigação e assim guiando os alunos para o desenvolvimento e

incentivo à participação dos alunos em discussões sobre os temas a serem estudados em aula e os trabalhos em grupos envolvem dimensões importantes na formação geral dos estudantes, tais como, o aprendizado de uma convivência cooperativa com os colegas, o respeito às diferentes formas de pensar, o cuidado na avaliação de uma afirmação e a autoconfiança para a defesa de pontos de vista (Capecchi & Carvalho, 2000, p. 171).

Em alinhamento com os autores podemos identificar benefícios como:

- **Motivação e Engajamento:** ao proporcionar uma abordagem mais dinâmica e participativa, o ensino investigativo aumenta a motivação dos alunos, contribuindo para um ambiente de aprendizagem mais estimulante (BATISTA & SILVA, 2018).
- **Fixação de Conteúdos:** a aprendizagem é mais efetiva quando os alunos têm a oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos em contextos práticos, o que facilita a retenção e compreensão profunda dos conceitos.

A promoção do pensamento investigativo não apenas enriquece a experiência educacional, mas também contribui para o desenvolvimento integral dos estudantes, buscando capacitá-los a serem agentes ativos na construção do conhecimento e na resolução de problemas complexos

[...] o desenvolvimento de atitudes e valores é tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e de procedimentos. Nesse sentido, é responsabilidade da escola e do professor promover o questionamento, o

debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno. (Brasil, 1998, p.62)

2.3 As sequências didáticas

Uma vez que o ensino de mitose implica na compreensão de um processo complexo, cheio de etapas e deveras conceitual e que as competências da BNCC e o Currículo de Pernambuco buscam proporcionar um ensino através do processo investigativo, com enfoque no letramento científico, a utilização de Sequências Didáticas pode representar uma estratégia de ensino-aprendizagem que propicia o engajamento dos alunos na construção do próprio conhecimento, estimulando o foco, a cooperação e principalmente o letramento científico através aprendizado por investigação.

Aos olhos de Zabala (1998), a Sequência Didática é uma atividade de ensino-aprendizagem que corresponde a

uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Assim, poderemos analisar as diferentes formas de intervenção segundo as atividades que se realizam e, principalmente, pelo sentido que adquirem quanto a uma sequência orientada para a realização de determinados objetivos educativos. As sequências podem indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos e, portanto, avaliar a pertinência ou não de cada uma delas, a falta de outras ou a ênfase que devemos atribuir. (Zabala, 1998, p. 20)

De acordo com Bastos *et al.* (2017) a utilização da sequência didática por professores de Biologia orienta-os na problematização de conhecimentos científicos, possibilitando a averiguação do conhecimento prévio dos alunos e apresentando um potencial didático na formação de significados por parte do aluno. Ainda, Bastos e *at al.* (2017) constataram que a sequência didática é definida como uma estratégia importante aos olhos dos professores, porque propicia aulas dinâmicas e facilita o processo de ensino. Zabala (1998) afirma que, por haver uma grande diversidade de recursos em uma sequência didática, esta se torna constituída de padrões variáveis metodológicos, os quais podem nortear diretamente o andamento do processo de aprendizagem e conseqüentemente seu resultado final. Tais variáveis devem ser incluídas ponderando algumas considerações, as quais são apontadas na figura 1:

Figura 1 - Variáveis metodológicas importantes em uma Sequência Didática.



Fonte: Elaborado por Freitas, 2016, p. 30. Baseado em ZABALA, 1998

Segundo Mantovani (2015) o corpo de uma sequência didática deve proporcionar o aprofundamento do tema que está sendo trabalhado, incluindo características e estruturas que trazem a experiência da leitura, reflexão e formação dialógica, assim como deve ser instrumentalizada com práticas de experimentos, modelos didáticos ou simulações. Nesse contexto, a sequência didática surge como uma alternativa pedagógica capaz de potencializar a assimilação dos conceitos relacionados à mitose, cujo papel é essencial para a compreensão dos processos celulares e do funcionamento do organismo. Com uma estrutura das atividades de ensino de forma sequencial e progressiva, a sequência didática proporciona uma abordagem mais eficiente e significativa, o que favorece o desenvolvimento cognitivo dos alunos, como uma ferramenta que organiza e orienta o processo de ensino-aprendizagem da mitose, numa progressão lógica e coesa. (MANTOVANI, 2015).

3 PROBLEMATIZAÇÃO

Com a implementação do Novo Ensino Médio, o processo de ensino aprendizagem deve ser orientado por práticas pedagógicas que introduzem e induzam o aluno no processo de alfabetização científica por investigação (ZABALA, 1998). Tais parâmetros já se encontram estabelecidos no currículo de Pernambuco.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências da Natureza (BRASIL, 1999).

Ao reconhecerem que os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas às estrelas em diferentes escalas de tempo, os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção (Brasil, 1999. p. 556).

Para promover o aprendizado ativo em Biologia são necessárias metodologias que transcendam a memorização de nomenclaturas dos seres vivos e seus processos biológicos. As sequências didáticas são ferramentas que podem promover a busca por essas habilidades e competências relacionadas aos processos de investigação necessários para a geração do conhecimento em Biologia. Por isso, esse documento sugere metodologias em que os conteúdos escolares se apresentem como problemas a serem investigados pelos professores e estudantes, a fim de incentivar os estudantes a descobrir e compreender o processo científico, a cooperação, o trabalho em equipe, o protagonismo e a reflexão sobre os processos ou fenômenos biológicos que ocorrem na divisão celular por mitose, além de problemas que podem ocorrer nos processos moleculares relacionados a ela.

A simulação do teste do micronúcleo *in vivo*, associada com um problema de mutagênese ambiental criado pelo professor, pode funcionar como uma ferramenta de estímulo na sequência didática para o aprendizado da mitose. Neste sentido, a associação do problema com a busca por parte dos estudantes sobre os processos de formação dos micronúcleos pode funcionar como uma forma de os alunos, ao investigarem tais processos, aprenderem como ocorre a mitose e perceberem sua importância para os organismos de modo geral. Além disso, de acordo com Fernandes (2020), é importante considerar que o teste do micronúcleo *in vivo* pode ser utilizado como uma ferramenta educacional não apenas para o ensino de mitose, mas também para a compreensão de processos biológicos mais amplos.

4 JUSTIFICATIVA

O ensino tradicional de genética tem sido objeto de críticas e questionamentos ao longo dos anos. Para Catarinacho (2011), uma das dificuldades no ensino de Genética refere-se especialmente à apresentação de conteúdos que dificultam a assimilação, por demandarem elevada abstração por parte do discente, o que dificulta interesse e a motivação por parte do estudante em aprender esses assuntos.

É preciso enfrentar a realidade deste cenário do ensino de genética e biologia molecular nas escolas, onde métodos tradicionais ainda prevalecem, embasados principalmente em conteúdo teórico, muitas vezes sem conexão com a realidade dos estudantes, e ainda alinhada à falta de recursos e abordagens inovadoras na implementação das aulas (SILVA, 2022).

A compreensão dos processos celulares relacionados à divisão celular por mitose é fundamental para a formação de alunos na disciplina de Biologia e áreas afins. Para Temp (2011), o docente deve se apoiar em novas metodologias, ou seja, na aplicação de modelos didáticos que causam satisfação e são instrumentos eficazes para produção do conhecimento. A utilização do teste do micronúcleo *in vivo* como uma ferramenta educacional pode auxiliar nesse processo, para tal propomos a possibilidade da utilização de uma sequência didática que visa a integração de conteúdos teóricos e práticos. O uso de técnicas como a do micronúcleo pode promover a integração dos conceitos teóricos com atividades práticas, estimulando a participação e o interesse dos alunos no processo de aprendizagem. Dessa forma, é possível tornar a aula mais dinâmica e atraente, promovendo o processo de ensino-aprendizagem (FERNANDES 2020).

Para isso, desenvolvemos uma sequência didática que possa permitir a exploração dos conceitos teóricos, o desenvolvimento de atividades práticas e reflexões sobre os aspectos éticos, sociais e ambientais relacionados à técnica do micronúcleo. Conforme apontado por Souza e Silva (2020), as sequências didáticas são fundamentais para a promoção de uma aprendizagem significativa e contextualizada, que consideram as características e necessidades dos alunos. Dessa maneira, percebe-se que a construção de itinerários didáticos para as aulas teóricas e práticas podem ser utilizados no ensino de genética para torná-la mais agradáveis e ampliar o aprendizado nesta área de conhecimento e desempenho.

Com isso acreditamos que a SD pode promover a formação de habilidades nos alunos de Ensino Médio, tais como, identificar as fases da mitose e compreender a importância da mitose, relacionar a mitose ao teste do micronúcleo, explorando como o teste do micronúcleo, que avalia danos no material genético, está diretamente ligado à ocorrência de mitose nas células, analisar os micronúcleos em células, compreendendo sua relação com a divisão celular,

discutir implicações genéticas e de saúde promovendo discussões sobre as implicações dos micronúcleos em termos de mutações genéticas, exposição a agentes mutagênicos e possíveis riscos à saúde.

5 OBJETIVO

O seguinte trabalho propõe a formulação de uma metodologia baseada em etapas itinerantes que servirá de apoio aos docentes buscando facilitar o processo de ensino aprendizagem da divisão celular por mitose, assim como a formação discente no processo do ensino investigativo.

5.1 Específicos

- Fornecer estratégias docentes que ajudem o professor a estimular o processo da aprendizagem por investigação.
- Produzir uma sequência didática usando o teste do micronúcleo *in vivo* para a aprendizagem por investigação.
- Produzir um catálogo de imagens de células sanguíneas com e sem micronúcleos, para auxílio da aplicação da Sequência Didática - SD.

6 METODOLOGIA

Este trabalho tem natureza qualitativa, e caracteriza a intervenção, que se presta tanto à ação educativa, como à sensibilização dos envolvidos no processo de aprendizagem (BALDISSERA, 2012), mediante a proposição de uma SD de caráter investigativo.

Para formulação e constituição das etapas constantes na sequência didática, foram feitas buscas em periódicos das instituições brasileiras e internacionais, assim como na Scientific Electronic Library Online – SciELO – biblioteca digital de livre acesso – em revistas especializadas, utilizando para tal as combinações chaves: “sequência didática”, “ensino de mitose”, “ensino de biologia”, “metodologias para o ensino de mitose”.

A abordagem tem maior preocupação com o processo de aprendizagem, além de permitir pensar o ensino e a aprendizagem dentro de um amplo contexto cultural (LUDKE; ANDRÉ, 2018). Assim, buscamos aperfeiçoar a prática docente no sentido de elaborar uma proposta didática que busca tornar o ensino de mitose mais significativo, estimulando que os estudantes se envolvam de modo cooperativo e participativo (THIOLLENT, 1998).

A SD aqui proposta se baseia em um itinerário para aprender mitose com uma abordagem investigativa, para isso utiliza imagens de células sanguíneas dotadas ou não de micronúcleos.

6.1 Delineamento da Sequência Didática

As sequências didáticas são planejadas e desenvolvidas para a realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores, quanto pelos alunos (ZABALA, 1998); trata-se de um procedimento encadeado de passos, ou etapas ligadas entre si para tornar mais eficiente o processo de aprendizado. Nossa proposta é baseada na observação de imagens de lâminas com células sanguíneas dotadas de micronúcleos, obtidas em experimento de teste do micronúcleo *in vivo* com camundongos, realizado no Laboratório de Ciências Morfológicas e Moleculares do Centro Acadêmico de Vitória – CAV – UFPE, que serão disponibilizadas juntamente com a SD na forma de um catálogo.

O presente estudo busca propor estratégias de construção do conhecimento de jovens alunos do ensino médio através de uma sequência didática. Ela visa promover uma série de benefícios no processo educacional. Para tal, buscamos orientações nas habilidades descritas na BNCC e nos parâmetros curriculares de Pernambuco, como dispostas nos quadros abaixo.

Habilidades da BNCC para o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica
EM13CNT104	Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.

Parâmetros curriculares de Pernambuco para o ensino Biologia

Eixo campo: Identidade dos seres vivos	Conteúdo: Origem e formação dos seres vivos.
EA1. Aplicar metodologias científicas adequadas ao estudo da vida e compreender suas implicações na Biologia, em diferentes situações-problema	
EA7. Reconhecer os processos de divisão celular, a partir de representações gráficas.	
EA9. Identificar o papel da mitose e da meiose em ciclos reprodutivos dos seres vivos.	
Eixo campo: Diversidade da vida	Conteúdo: A origem da Biodiversidade.
EA1. Construir o conceito de mutação, analisando os efeitos de determinados agentes químicos e radioativos sobre o material hereditário, visando entender a biodiversidade.	

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Produtos

Nosso trabalho apresenta os seguintes produtos finais, que compreendem as necessidades e realidades do ensino público brasileiro, e em amparo às práticas docentes:

- Guia didático para professores de biologia contendo a SD com orientações.
- Catálogo contendo 40 imagens de tecido sanguíneo de camundongos divididas em imagens com e sem micronúcleos.

7.2 Apresentação da Sequência Didática

Aproveitando a curiosidade natural que os estudantes já demonstram, que inicialmente Freire (2017) chama de curiosidade ingênua, o educador deve cultivá-la para que se torne uma curiosidade epistemológica. Essa é uma ação sistemática, rigorosa e crítica que aproxima cada vez mais o estudante do tema em estudo.

A SD desenvolvida está baseada em um problema geral sobre a possibilidade de que produtos consumidos no cotidiano, como chás, infusões etc, além de efeitos terapêuticos, apresentem também efeitos tóxicos, particularmente genotóxicos. Neste sentido, apresentamos aos estudantes uma simulação de como um teste pode ser realizado para se verificar se uma determinada substância ou produto pode causar danos no genoma em células do organismo vivo. A simulação do experimento é baseada no teste do micronúcleo. Assim, os estudantes realizarão a simulação de um experimento e encontrarão as respostas para o experimento simulado. As respostas, no entanto, dependerão da compreensão, por parte dos estudantes, de como os micronúcleos se originam a partir do processo de mitose. Desta maneira, o experimento simulado servirá para o aprendizado do método de investigação na ciência; enquanto isso, o estudo do processo de formação de micronúcleos será o estímulo para o aprendizado da mitose.

A SD é constituída de quatro aulas com duração de 50 minutos cada; os temas abordados são: 1) A divisão celular por mitose; 2) O teste do micronúcleo; 3) Processo de mitose atípica (poliploidia, aneuploidia), assim como síndromes genéticas relacionadas a erros na mitose.

1ª aula - O Problema inicial (duração de 50 min)

No primeiro encontro o professor iniciará sua aula apresentando uma situação problema, por exemplo, “Você já utilizou algum tipo de chá com o intuito de curar alguma enfermidade, ou já viu alguém fazer esse tipo de utilização de chás? O objetivo é o de que o ensino aconteça a partir da apresentação da situação referente ao conteúdo abordado (DOLZ, NOVERRAZ,

SCHNEWLY, 2004).

Nesta etapa, sugere-se que os alunos sejam divididos em grupos, de modo que discutam com os colegas, reflitam sobre suas ideias e ações, desenvolvam o senso crítico e uma percepção potencialmente mais rica da atividade científica assim como discorrido por (BARRON, 2003; COHEN, 1994; HODSON, 1988; SLAVIN, 1996 apud JULIO e VAZ 2011 p.2). Cada grupo discute a situação apresentada e anota seus questionamentos; assim espera-se que novos questionamentos sejam levantados pelos grupos, caso contrário o professor poderá fazê-los para direcionar a discussão e explorar os componentes celulares envolvidos no processo. Vygotsky (1991) afirma que o professor atua como mediador durante a discussão, proporcionando ao alunado a atmosfera necessária para se desprender do professor. Assim, o próprio professor pode direcionar os alunos, neste caso, para as seguintes perguntas: "Como surge uma nova célula?", "Que outros mecanismos de regeneração celular são conhecidos?", "Por que as novas células se mantêm iguais às anteriores?", "O que significa dizer que a espécie humana tem 46 cromossomos?", "O que são danos genéticos?"

Por fim deverá ser introduzida a pergunta norteadora: **Como saber se uma substância que você está tomando, como um chá, por exemplo, não causa danos à saúde em vez de ajudar? Por exemplo, como poderíamos saber se um chá causa danos genéticos nas células?**

Durante as próximas etapas os grupos deverão aprender a responder a esta pergunta norteadora. Para finalizar a primeira aula, sugerimos que os grupos realizem pesquisas para aprofundar os conceitos sobre danos genéticos e como detectá-los e trazer as informações para a próxima aula.

2ª aula - Investigando do Teste do Micronúcleo (duração de 50 min)

Espera-se que o teste de micronúcleo apareça como um dos resultados das pesquisas, caso contrário o próprio professor fará a proposição do teste e pedirá novamente que pesquisem esse tipo de ensaio. Para explicar o efeito genotóxico e a formação de micronúcleos, os estudantes terão que pesquisar e explicar dois tópicos biológicos fundamentais: 1) como ocorre a divisão celular por mitose, com ênfase nos cromossomos; 2) como ocorre a formação de micronúcleos, com ênfase na quebra de moléculas de DNA e suas consequências para as células filhas,

Aqui a SD propõe que o professor retome a problematização inicial de modo a promover e explorar o conhecimento sobre possíveis efeitos de substâncias ingeridas pelas pessoas que podem fazer mal à saúde, inclusive causando danos genéticos. O objetivo aqui é o de promover

o processo de aprendizagem por investigação; para tal, o professor poderá utilizar recursos como computador, projetor, embalagem de substâncias (remédios, chás, alimentos), imagens, vídeos, textos (jornais e artigos). Uma discussão dialogada com os grupos poderá promover a participação ativa dos alunos em todo o processo investigativo (BATISTA E SILVA, 2018). Após esta etapa, o professor poderá utilizar novas perguntas norteadoras para direcionar a discussão, como "**O que são agentes mutagênicos?**" ou "**Como ocorre uma mutação?**". Por fim sugerimos que neste momento seja apresentado o teste do micronúcleo, e os grupos realizem novas pesquisas para aprofundamento do tema para a próxima aula.

3ª aula - Investigação da mitose (duração de 50 min)

Neste momento os grupos devem apresentar informalmente suas pesquisas, utilizando material multimídia para compartilhar o conhecimento sobre o ciclo celular e a mitose. Este é um momento para o professor dialogar e debater com os alunos. Assim, propomos que os grupos sejam incentivados a reproduzir as fases da mitose de maneira criativa, utilizando materiais disponibilizados pelo professor (cartolina, lápis hidrocor, massas de modelar, pincéis de tinta). As atividades práticas poderão possibilitar melhor aprendizagem que somente uma aula teórica não permitiria (FARIAS, 2019).

Esperamos que ao montarem as representações das fases da mitose, ocorra estímulo do processo de criatividade e protagonismo dos alunos (BRITO, 2019; FARIAS, 2019). Por fim dever-se-á ocorrer registros das montagens por meio de fotos, capturando quadro a quadro, preferencialmente a partir de um mesmo ângulo de visão. Ao final da aula, cada grupo terá seu conjunto de imagens que servirá para comparação com as imagens do catálogo (apêndice 2) que acompanha a SD.

4ª aula – Experimento simulado (duração de 50 min)

Espera-se que o teste de micronúcleo apareça como um dos resultados das pesquisas, caso contrário o próprio professor fará a proposição do teste e pedirá novamente que pesquisem esse tipo de ensaio. Para explicar o efeito genotóxico e a formação de micronúcleos, os estudantes terão que pesquisar e explicar dois tópicos biológicos fundamentais: 1) como ocorre a divisão celular por mitose, com ênfase nos cromossomos; 2) como ocorre a formação de micronúcleos, com ênfase na quebra de moléculas de DNA e suas consequências para as células filhas,

Para finalizar o itinerário, a SD propõe que os grupos recebam um banco de imagens de tecido sanguíneo contendo hemácias com e sem micronúcleos. As imagens serão distribuídas

em forma de jogo de cartas; cada grupo receberá 20 imagens aleatórias, de modo que o número de imagens com hemácias micronucleadas varia entre os grupos. Para tal, o professor deve separar os grupos de alunos para receberem imagens de tecido sanguíneo de animais controles com pouca presença de micronúcleos, e grupos que receberão imagens de lâminas de animais tratados que apresentem uma quantidade maior de células com micronúcleos. Os grupos realizarão a contagem das hemácias e dos micronúcleos presentes nas imagens; para a contagem os alunos utilizarão a Tabela 1.

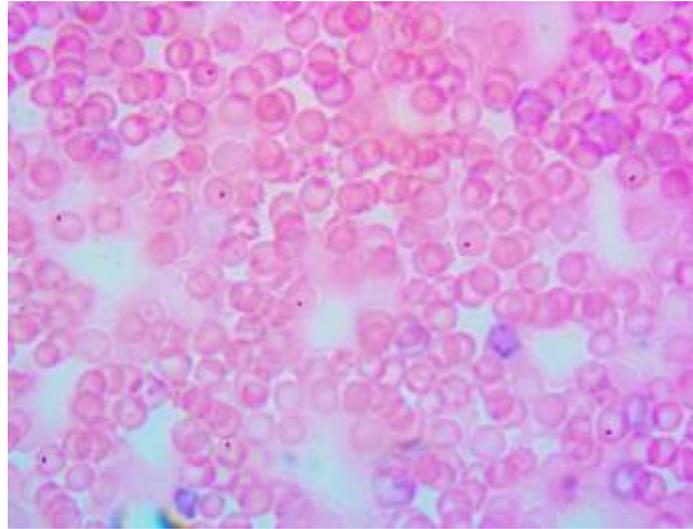
Tabela 1 - Controle de contagem de micronúcleos

Tabela 1 (modelo grupo controle): Contagem de Hemácias em 5 diferentes camundongos		
Grupo:		
Data da contagem:		
Quantidade de imagens analisadas:		
Animal	Hemácias sem micronúcleos	Hemácias com micronúcleos
1. Camundongo		
2. Camundongo		
3. Camundongo		
4. Camundongo		
5. Camundongo		

Fonte: autoria própria.

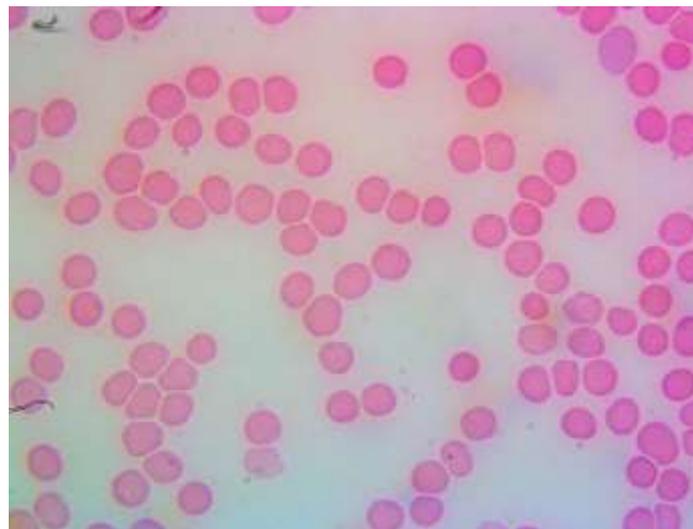
Após a contagem das hemácias e micronúcleos, os grupos produzirão gráficos para demonstrar as proporções de hemácias com e sem micronúcleos presentes em cada animal. Por fim, os grupos deverão responder à pergunta norteadora e chegar às conclusões sobre a situação problema, confirmando ou refutando suas hipóteses. Para que cada equipe desenvolva o trabalho, sugerimos o catálogo de imagens produzido como na Figuras 2 e 3, de modo a buscar uma estratégia pedagógica eficaz e a tornar os conceitos abstratos mais concretos para os alunos (TOSTA *et al.*, 2020; SILVA & SILVA, 2020; SANTOS *et al.*, 2020).

Figura 2 - Tecido sanguíneo de camundongo com micronúcleos



Fonte: autoria própria.

Figura 3 - Tecido sanguíneo de camundongo sem micronúcleo



Fonte: autoria própria.

Finalmente, ao apresentar suas conclusões, os estudantes terão que fazer uma relação entre a divisão celular (mitose), o processo de formação de micronúcleos e os resultados que encontraram. A culminância das atividades se dará com a apresentação dos resultados obtidos pelos alunos; sugerimos aqui um formato de seminários ou exposição de banners.

A aula busca consolidar o conhecimento adquirido e mostrar a importância da utilização de recursos reais para um aprendizado do método científico e ao mesmo tempo dos conceitos da mitose. O objetivo é familiarizar os alunos com imagens reais e mostrar a eles como os dados podem ser tabulados para se tirar uma conclusão a partir deles. (OLIVEIRA E DIAS JUNIOR,

2012). Esperamos que, a partir das imagens, os alunos compreendam melhor o que são os micronúcleos e como se formam, de modo que as imagens possam reforçar o aprendizado associado aos textos lidos e discussões realizadas (OLIVEIRA E DIAS JÚNIOR, 2012).

7.3 Analisando da sequência didática

Esperamos que esta SD funcione como uma ferramenta relevante na composição das práticas docentes (ABALA, 2010; DOLZ, NOVERRAZ E SCHNEUWLY, 2004) inerentes ao ensino de biologia, em particular do ensino de mitose. A sequência didática proposta procura estruturar o ensino de maneira lógica e progressiva, organizando o conteúdo de forma a facilitar a compreensão e a assimilação pelos alunos. Assim como defendido por Zabala (1998), toda prática pedagógica deve ser norteada por organização metodológica pré-executória, seguida por questionamentos vindos do professor, tais como “Para que estudar tal conteúdo?” ou “Para que ensina esse tema?” levando o docente a uma importante reflexão pedagógica.

Assim, buscamos proporcionar oportunidades para o desenvolvimento de diversas habilidades, como leitura, escrita, raciocínio lógico, expressão oral, entre outras, dependendo dos objetivos específicos da sequência, como estabelecido na habilidade da BNCC “EM13CNT301”. Júlio e Vaz (2011) defenderam a contextualização do conteúdo, relacionando-o com a realidade dos alunos; neste sentido, a SD se propõe a ajudar no sentido de que os estudantes tenham uma aprendizagem mais significativa. Segundo Oliveira (2013), a montagem de uma SD deve levar em consideração aspectos básicos ou etapas como: a escolha do tema, problematização, planejamento dos conteúdos, objetivos do processo de ensino, determinação da SD, e ainda, a divisão de grupos, o cronograma, o material didático, a integração entre cada atividade e avaliação dos resultados.

A SD proposta pode proporcionar o monitoramento progressivo dos alunos. O professor pode adaptar, escrever e editar a SD de acordo com suas metodologias e necessidades, mantendo-se centrado no Círculo Hermenêutico-Dialético, em mais de uma possibilidade de construção (OLIVEIRA, 2013; ZABALA, 1998); esperamos também que a SD favoreça o desenvolvimento da autonomia dos alunos, incentivando-os a participar ativamente do processo de aprendizagem e a assumir responsabilidade por seu próprio desenvolvimento.

O domínio do Círculo Hermenêutico-Dialético se baseia em constantes diálogos, críticas, análises, construções e reconfigurações dos conceitos elaborados pelos participantes durante a coleta de dados. Através desse dinamismo, é possível propiciar um entendimento macro e refinado sobre outras visões da realidade (OLIVEIRA, 2011), trazendo um aporte

metodológico para a aplicação da SD.

Neste sentido, Schneuwly, Dolz e colaboradores (2004) defendem a importância da prática oral e de “como ensinar a expressão oral e escrita?” e esclarecem que a SD tem “a finalidade de ajudar o aluno a dominar melhor um gênero de texto, permitindo-lhe, assim, escrever ou falar de maneira mais adequada numa dada situação de comunicação” (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004, p. 97).

Por fim, a proposta busca estimular a reflexão dos alunos sobre o que estão aprendendo, de modo a incentivar a construção de conhecimento de forma mais crítica e consciente. Em resumo, a sequência didática visa promover uma aprendizagem mais efetiva, significativa e envolvente, atendendo às necessidades e características dos alunos, além de contribuir para o alcance dos objetivos educacionais estabelecidos, podendo ser adequadas às necessidades e realidades tanto escolar como do cotidiano do alunado.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nós discutimos a importância e o propósito da aplicação de uma sequência didática com foco investigativo, utilizando o teste do micronúcleo como ponto de partida e ferramenta de investigação, para facilitar o ensino aprendizagem da divisão celular por mitose (FREIRE, 1998; KIYA, 2014; GOMES, 2009). Esperamos que a abordagem apresentada na SD não apenas estimule o pensamento crítico e a curiosidade dos alunos, mas também os ajude a desenvolver habilidades como resolução de problemas, habilidades de pesquisa e colaboração (GUIMARÃES *et al.*, 2023; MIRZOEVA, 2023; DEBOER, 2006). Por fim, é importante lembrar que, embora a sequência didática seja uma ferramenta poderosa para o ensino, sua eficácia depende em grande parte da maneira como é implementada pelo professor. Portanto, reforçamos que os educadores devem se esforçar para serem inovadores, provocadores, questionadores, curiosos de maneira rigorosa, humildes e persistentes em seu ensino.

O itinerário proposto aqui representa uma alternativa potencialmente eficaz para facilitar o ensino e aprendizagem das fases da mitose. Ao utilizar materiais de baixo custo, o docente minimiza a necessidade de laboratórios equipados e experimentos complexos, típicos da biologia, mas mantém, ainda assim, a possibilidade de incentivar os estudantes a desenvolver o próprio conhecimento, tornando as aulas de biologia mais envolventes e participativas.

Embora esta sequência didática possa oferecer diversos benefícios, é importante considerar que, assim como em outras práticas docentes, em certas condições do ensino público brasileiro, alguns pontos negativos podem surgir. Podemos enumerar alguns aspectos que, por ocasião da aplicação da sequência didática podem ocorrer e podem prejudicar o andamento da atividade. Ressaltamos que tais aspectos são inerentes às realidades diversas encontradas pelos professores, alunos e escola, tais como escassez de recursos, tecnologia, materiais e infraestrutura que podem impactar a qualidade das atividades propostas na sequência didática. (PALFREY e GASSER, 2011).

Queremos ainda expor que a utilização dos questionários contidos no item 6.1 são uma ferramenta essencial na avaliação do conhecimento dos alunos durante a implementação da SD, pois propicia condições para futuras coletas de dados e avaliação de sua viabilidade. É importante notar que essas são condições baseadas na estrutura e nos objetivos SD. Pesquisas futuras poderiam se concentrar em aplicar a sequência didática e coletar dados diretos para avaliar sua eficácia, uma vez que ela já foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP - da Universidade Federal de Pernambuco.,

Por fim, a SD será disponibilizada para professores por meio de plataformas específicas

para tal fim como o próprio site do PROFBIO, como pela plataforma de Educação Básica da CAPES.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Caroline; LOPES, Letícia; LOPES, Paulo. **Sequências didáticas eletrônicas no ensino do corpo humano**: comparando o rendimento do ensino tradicional com o ensino utilizando ferramentas tecnológicas. *Acta Scientiae*, v.17, n.2, maio/ago. 2015.
- ARAÚJO, A. B. & GUSMÃO, F. A. F. (2017). **As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira**. In: Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de inovação Educacional. 10(1), p.83-95. <https://eventos.set.edu.br/enfope/article/view/4710>. Acesso em: 31 jan. 2024.
- AYUSO, G. E.; BANET, E. **Alternativas a laenseñanza de la genética eneducación secundaria. Enseñanza de la Ciéncias**, Chile, v. 20, n. 1, p. 133-157, 2002. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/38990692.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2023.
- BAHAR, M., JOHNSTONE, A. H. e HANSELL, M. H. **Revisiting learning difficulties in biology**. *Journal of Biological Education*, v.33, n.2, 1999.
- BALDISSERA, A. **Pesquisa-ação**: uma metodologia do “conhecer” e do “agir” coletivo. *Sociedade em Debate*, Pelotas, v. 7, n. 2, p. 05-25, 2012.
- BAPTISTA, G. C. S. **A importância da reflexão sobre a prática de ensino para a formação docente inicial em Ciências Biológicas**. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p.85-93, out. 2003.
- BASTOS, M. R.; SILVA-PIRES, F. E. S.; FREITAS, C. A. V.; TRAJANO, V. S. **A utilização de sequências didáticas em biologia**: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 03-06 jul. 2017. Anais... Florianópolis, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anis/resumos/R2614-1.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2024.
- BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 97–110, set. 2018.
- BRÃO, A. F. S.; PEREIRA, A. M. T. B. **Biotecnética**: possibilidades do jogo no ensino de genética. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciéncias*, v. 14, n. 1, p. 55-76, 2015. Disponível em:< http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_1_4_ex826.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2023.
- BRASIL. (2004). **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Fundamental: MEC/SEMTEC
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2021. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acessado em: 27 de setembro de 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ciéncias naturais. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec>>.

BRITO, Rosanne Lopes de. **Alterações genotóxicas, citotóxicas e mutagênicas: um conteúdo a ser ilustrado e trabalhado no ensino médio.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

CAMARGO, S. S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. **A genética humana no Ensino Médio.** CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. **Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos.** Investigações em Ensino de Ciências, v.5(3), 2000.

CARRARD, Vinicius Coelho; COSTA, Cynthia Hernandez; FERREIRA, Luciana Adolfo ; LAUXEN, Isabel da Silva; RADOS, Pantelis Varvaki . **“Teste dos Micronúcleos - Um Biomarcadores de Dano Genotóxico em Células Descamadas da Mucosa Bucal.”** Fac. Odontol. Porto Alegre,77-81. 2007

CARVALHO, A. M. P. de. (2018). **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação.** Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências, 18(3), 765–794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 15 fev. 2024.

CARVALHO, B. R. *et al.* **Caminhando para a divisão celular:** proposta de jogo para o ensino de meiose e mitose. Revista Ciências & Ideias. v. 11, n. 3, p. 12-25, 2020.

CATARINACHO, R. L. O ensino de genética com super-heróis: uma abordagem mutante na sala de aula. São Paulo, 2011, 32 p. (Monografia – Universidade Presbiteriana Mackenzie).

CORREIA, E. M.; FALA, A. M.; PEREIRA, H. M. **Atividades Práticas no Ensino Médio:** uma abordagem experimental para aulas de genética. Ciências & Cognição, v. 15, n. 1, p. 137-154, abr. 2010. ISSN 1806-5821. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/248>>. Acesso em: 17 dez. 2023.

DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: FLICK; LEDREMAN. Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education. Springer, 2006.

DOLZ, J. NOVERRAZ, M. SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita:** apresentação de um procedimento. In. Gêneros Oraís e Escritos na Escola. Trad: Roxana Rojo e Gláís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado das Letras, 2004.

FARIAS, Eldade Machado de. **A relação entre a herança dos grupos sanguíneos e o sistema imunológico:** uma sequência didática para o Ensino Médio. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

FERNANDES, Caroline & Brum, Rodrigo & Schwantes, Lavínia. (2020). **O ensaio de micronúcleo como uma ferramenta de ensino nas escolas.** Research, Society and Development. 9. 102942892. 10.33448/rsd-v9i4.2892.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia.** 55. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017. 144p.

GOMES, Kátilla Fernanda. **O LÚDICO NA ESCOLA:** atividades lúdicas no cotidiano das escolas do ensino fundamental I no município de Araras. 2009. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119288/gomes_kf_tcc_rcla.pdf?sequence=1. Acesso em: 22 jul. 2019.

GUIMARÃES ZANELLA DINIZ, P.; CREMONINI DE ARAUJO-JORGE, T.; DINIZ MONTEIRO DE BARROS, M. **Ensino de genética na educação básica:** uma revisão sistemática sobre o tema. *Revista Ponto de Vista*, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 01–21, 2023. DOI: 10.47328/rpv.v12i3.17143. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/RPV/article/view/17143>. Acesso em: 07 fev. 2024.

JULIO, J. M.; VAZ, A. de M. Grupos de alunos como grupos de trabalho: um estudo sobre atividades de investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 7, n. 2, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec>

KIYA, Marcia Cristina da Silveira. **O uso de Jogos e de atividades lúdicas como recurso pedagógico facilitador da aprendizagem.** 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uepg_ped_pdp_marcia_cristina_da_silveira_kiya.pdf. Acesso em: 22 jul. 2019.

LIMA, D. B.; GARCIA, R. N.; **Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio.** *Cadernos de Aplicação*, Porto Alegre, v. 24, n. 1, 2011. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/CadernosdoAplicacao/article/view/22262>>. Acesso em: 17 dez. 2023.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, O.; DE CARO, C. M. **A formação de conceitos científicos:** reflexões a partir da produção de livros didáticos. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 4, p. 855-871, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n4/a06v17n4.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2023.

LINS, Z. M. B., SALOMÃO, N. M. R., LINS, S. L. B., FÉRES-CARNEIRO, T., & EBERHARDT, A. C. (2015). **O papel dos pais e as influências externas na educação dos filhos.** 51 SPAGESP - Sociedade de Psicoterapias Analíticas Grupais do Estado de São Paulo *Revista da SPAGESP*, 16(1), 43-59

LOPES, K. D.; SILVA, C. C. **Percepção de alunos de Ensino Médio quanto aos conceitos fundamentais da Genética básica:** um estudo de caso. *Rev. Ens. Educ. Cienc. Human., Londina, PR*, v. 19, n. 1, p. 2-9, 2018.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação:** abordagens qualitativas. 2.ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MACEDO, RCF e Lima, LA (2019). **Jogos educativos para o ensino de biologia celular:** revisão de literatura. In *Anais do III Congresso Nacional de Educação* (pp. 1-9).

MANTOVANI, S.R. **Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico.** 54f. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2015.

- MENEZES, CS, & Garcia, E. **Uma abordagem didática para o ensino de mitose.** In Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Biologia (pp. 1-6) 2016
- MIRZOEVA, M. A. **Teaching Genetics: Past, Present and Future.** Best Journal of Innovation in Science, Research and Development, 2023. V. 2, nº 10, p.246-251.
- MORAIS, R. P. de., BEGO, A. M., & GIORDAN, M. (2021). **Investigação dos Impactos do Processo de Elaboração, Aplicação e Reelaboração de Sequências Didáticas na Racionalidade Prevalente acerca do Planejamento.** *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, e25813, 1–32. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u531562>. Acesso em: 11 de fev. 2024.
- OLIVEIRA, DAC, & Canário, RS. **Atividades práticas para o ensino de biologia celular: uma revisão de literatura.** *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 22, p. 143-158. 2018.
- Oliveira, M. M. (2011). **Círculo hermenêutico-dialético como sequência didática interativa.** *Revista Interfaces Brasil/Canadá*, 11(1), 235-251.
- OLIVEIRA, Maria Marly de. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores.** Petrópolis: Vozes, 2013.
- OLIVEIRA, N. M.; DIAS JÚNIOR, W. **O uso do vídeo como ferramenta de ensino aplicada em Biologia Celular.** *Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer*, 2012. v. 8, n. 14, p. 1788.
- Ortega N, Oliveira AS, Correa WA, Neves SC, Oliveira RJ. **Práticas com cromossomos auxiliam na compreensão dos processos de mitose e meiose.** *Perspectivas Experimentais e Clínicas, Inovações Biomédicas e Educação em Saúde*, 1, 24-29, 2017.
- PALFREY, John; GASSER, Urs. **Nascidos na era digital – entendendo a primeira geração de nativos digitais.** Porto Alegre: ArtMed, 2011.
- PEDRACINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. **Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: <http://recc.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vo16_N2.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2024.
- PERES, J. C. **Linguagem verbal e não verbal no ensino de biologia.** Dissertação (Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2020.
- SANTOS, A. L. C. *et al.* **Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na Paraíba.** *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 1-15, 2020.

SANTOS, L. C. G. A.; DORO, C. B.; COSTA, F. J. Concepções de estudantes do ensino médio sobre o ensino de genética: a necessidade de repensar os processos de ensino e aprendizagem. *Revista Interdisciplinar Sular*, 2020, ano 4; n.8

SANTOS, LMR, & Bizzo, NMV (2017). **O uso de vídeos educativos no ensino de biologia celular**: um estudo de caso sobre a mitose. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 21(21), 58-66.

SILVA, Antônio J. H. da. **Metodologia de pesquisa: conceitos gerais**. Guarapuava: Editora UNICENTRO. 2014.

SILVA, B. R.; SILVA, T. R. Genética no ensino fundamental: representações didáticas na aprendizagem do Mendelismo. *Experiências em Ensino de Ciências*, 2020. V.15; n. 1.

SILVA, Henrique Mendes da Silva. **OBSERVAÇÕES DE UMA OFICINA ORIENTADA SOBRE DIVISÃO CELULAR**: contribuições e possibilidades para o ensino de genética e biologia molecular através da construção de modelos didáticos. *Scientia Generalis*, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 1–21, 2022. Disponível em: <https://scientiageneralis.com.br/index.php/SG/article/view/211>. Acesso em: 24 fev. 2024.

SIQUEIRA, M. L. G., Altino Filho, H. V., & Dutra, É. D. R. **Ensino da genética**: uma proposta de abordagem ao ensino médio. *Anais do Seminário Científico do UNIFACIG*, (6). 2021.

SNUSTAD, P., SIMMONS, M. J. **Fundamentos de Genética**. 6ª Edição, Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 2013.

SOUZA, FR; SILVA, EM. **Sequência didática como estratégia pedagógica para o ensino de biologia**: revisão de literatura. *Revista Educação em Foco*, v. 11, n. 2, pág. 231-248, 2020.

TATSCH, Helene Mochetti *et al.* **Atividades didáticas como ferramentas facilitadoras na compreensão de imagens da divisão celular**. Repositório da UFSM. 2016 Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/6709>>. Acesso: em 20 nov. 2023

TEMP, D.S. Facilitando a aprendizagem de Genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia. 85f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde). Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1998.

TOSTA, E. M.; GONTIJO. A. B. P. L.; CORTE, V. B. Extração e observação de molécula de DNA - Ferramenta para auxiliar no ensino de Biologia. *Health and Biosciences*, 2020, v.1, n.3

UCHÔA, IS, & Magalhães, M. do AV (2020). **Teste de micronúcleo um importante biomarcador celular**. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, 6 (8), 61601–61606. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-545>>. Acesso: em 14 ago.2023

VILELA, M. R.A **Produção de atividades experimentais em genética no Ensino Médio**. 2. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) –Faculdade de

Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/monografia/genetica.pdf> Acesso em: 31 jan. 2024.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Trad. Ernani F. Da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, Antoni. **Prática educativa: como ensinar.** Trad. de Ernani F. da F. Rosa. Consult. superv. e rev. técnica de Nalú Farenzena. Porto Alegre: ArtMed, 2010.

ZÓBOLI, G. B. **Prática de ensino: subsídios para atividade docente.** 11. ed. São Paulo: Ática, 2004.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades Investigativas no Ensino de Ciências:** aspectos históricos e diferentes abordagens. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67–80, set. 2011.

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
BIOLOGIA**

PRODUTO EDUCACIONAL**CRIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA QUE USA O
TESTE DO MICRONÚCLEO PARA O ENSINO –
APRENDIZAGEM DE MITOSE**

Kleyton de Paula Cabral de Carvalho

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO, do Centro Acadêmico de
Vitória – CAV, da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE.

Área de concentração: Ensino de
Biologia

Orientador: Prof.º Dr. Cristiano
Aparecido Chagas

Coorientadora: Prof.ª Dra. Talita
Giselly dos Santos Souza

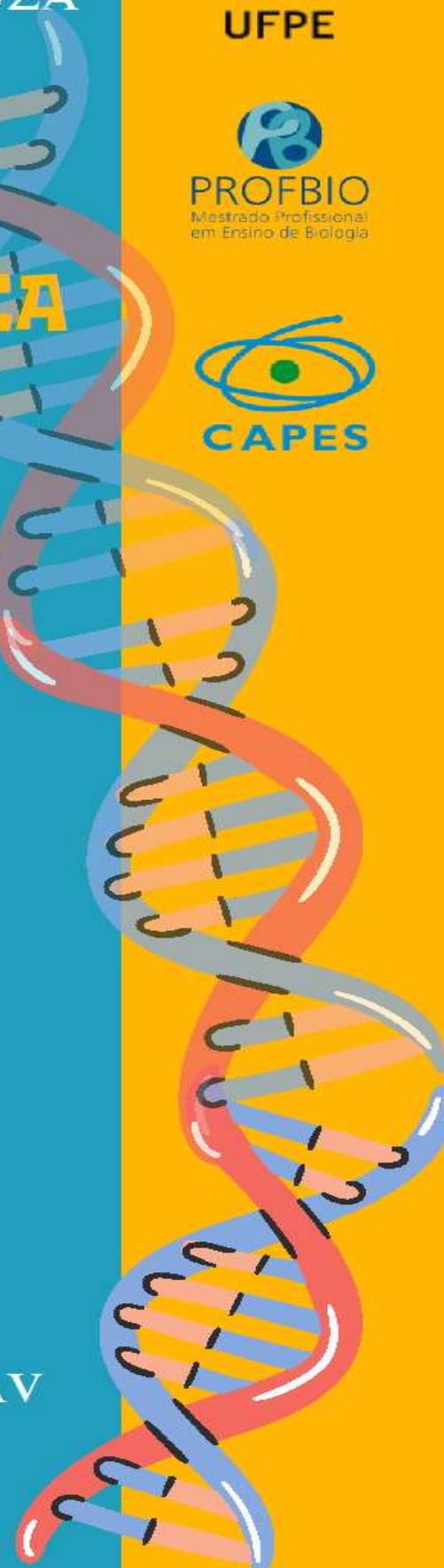
**Vitória do Santo Antão – PE
2024**

KLEYTON P. C. DE CARVALHO
CRISTIANO APARECIDO CHAGAS
TALITA GISELLY DOS S. SOUZA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

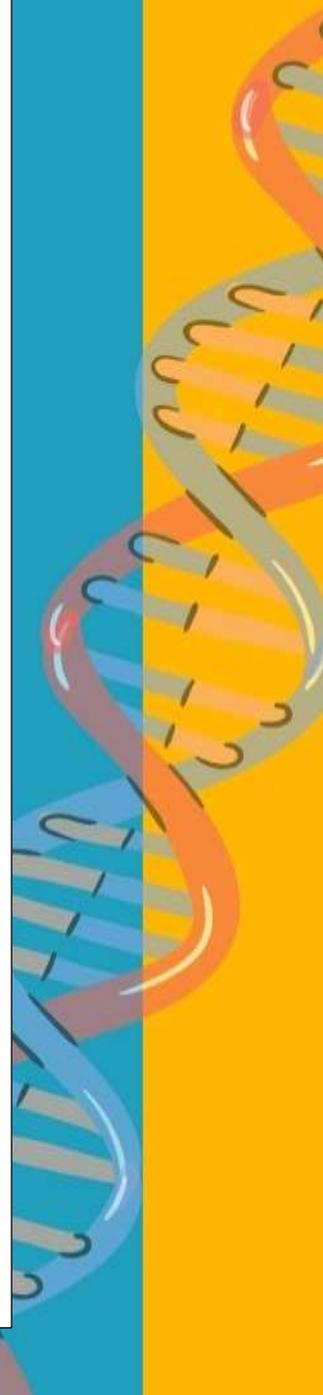
SEQUÊNCIA
DIDÁTICA COM
USO DO TESTE DO
MICRONÚCLEO
PARA O ENSINO -
APRENDIZAGEM
DE MITOSE

Centro Acadêmico de Vitória - CAV
2024



Agradecimento a CAPES

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



Sumário

Apresentação	04
A importância do Ensino Investigativo	07
Sequência Didática	09
Aula 1. Problemática Inicial	10
Aula 2. Investigando do Teste do Micronúcleo.....	12
Aula 3. Investigando da mitose	13
Aula 4. Experimento simulado	14
Considerações finais	16
Sobre os autores	17
Referências	18
Apêndices	20
Tabela	20
Catálogo de imagens	21
Modelos de questionários	41

Ao professor (a)!

A prática de ensino de Biologia sempre foi um desafio em sala de aula, e cada vez mais professores buscam as melhores formas de conduzir suas aulas de forma motivadora, sempre com o objetivo de melhorar a compreensão e o aprendizado das ciências. Essa preocupação tem sido objeto de muitas discussões sobre aprimoramento instrucional, e é evidenciada pelo crescente interesse de pesquisa na formação inicial e continuada de professores desde o século passado.

Uma das formas de se trabalhar com o ensino de Biologia se dá por meio de Sequências Didáticas – SD; essas possibilitam aos alunos vivenciar o saber científico através de observações, levantando hipóteses, testando-as, para sim confirmá-las ou refutá-las.



Como proposta, a Sequência Didática aqui apresentada busca servir como ferramenta do processo de ensino aprendizagem do conteúdo de divisão celular por mitose, utilizando para isso um catálogo de imagens elaboradas através do teste do micronúcleo *in vivo*. O uso de técnicas como a do micronúcleo pode promover a integração dos conceitos teóricos com atividades práticas, estimulando a participação e o interesse dos alunos no processo de aprendizagem.

O presente conteúdo oferece diretrizes referentes às estratégias e abordagens para o trabalho com os alunos, considerando a contextualização educacional.

Essas orientações podem ser adaptadas conforme o ambiente de ensino e têm como propósito promover a inclusão social dos estudantes, especialmente daqueles que enfrentam desafios de aprendizagem ou defasagem.

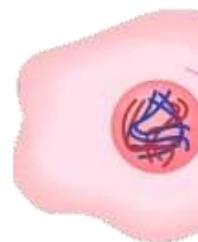
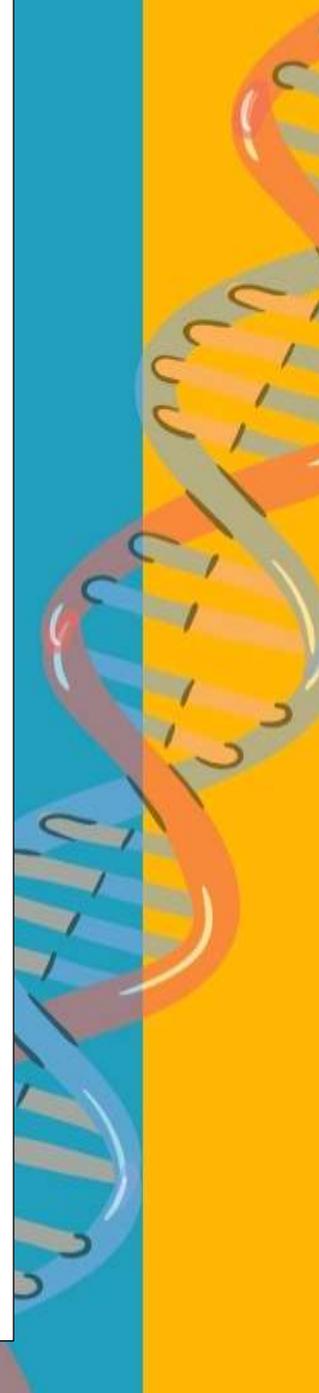
Boa leitura!

Olá aluno (a) !

A proposta aqui apresentada busca colaborar com sua aprendizagem, através de uma metodologia voltada e centrada em sua participação ativa.

Nesse contexto, esta sequência didática surge como uma alternativa pedagógica que procura potencializar a assimilação dos conceitos relacionados à mitose, cujo o papel é crucial na sua formação científica e essencial para a sua compreensão dos processos celulares e do funcionamento do organismo.

Com uma estrutura das atividades de ensino de forma sequencial e progressiva, a sequência didática proporciona uma abordagem mais eficiente e significativa, favorecendo o desenvolvimento cognitivo, como uma ferramenta que organiza e orienta o processo de ensino-aprendizagem da mitose, proporcionando uma progressão lógica e coesa.

**Bom estudo!**

A importância do ensino investigativo

Hoje o ensino de Biologia e sua gama de temas ainda se encontra norteado pela prática docente baseada na transmissão de conceitos. A partir de uma perspectiva que contemple estratégias de ensino mais dinâmicas, o ensino investigativo busca contribuir de forma significativa com a aprendizagem.

Segundo a Base Nacional Curricular Comum – BNCC



os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área.

Principais Características do Ensino Investigativo

Centrado no Aluno: O pensador e educador dos Estados Unidos, John Dewey (1859-1952), introduziu o conceito de "aprendizagem por investigação", defendendo que a educação investigativa deve focar nas necessidades e interesses dos estudantes, levando em consideração suas vivências anteriores e incentivando a construção coletiva do saber.

Resolução de Problemas: A estratégia de pesquisa incentiva a resolução de desafios complexos e incentiva os alunos a utilizar conhecimentos teóricos em contextos práticos do dia a dia.

Interdisciplinaridade: O ensino baseado em ciências favorece a integração de diferentes disciplinas, promovendo uma visão abrangente e unificada do conhecimento

A importância do ensino investigativo

Desenvolvimento de Habilidades: Além do domínio de conteúdo específicos, o ensino investigativo visa desenvolver habilidades como pensamento crítico, trabalho em equipe, comunicação eficaz e capacidade de pesquisa.

Habilidades da BNCC para o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica
EM13CNT104	Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.

Parâmetros curriculares de Pernambuco para o ensino Biologia.

Eixo campo: Identidade dos seres vivos	Conteúdo: Origem e formação dos seres vivos.
EA1. Aplicar metodologias científicas adequadas ao estudo da vida e compreender suas implicações na Biologia, em diferentes situações-problema EA7. Reconhecer os processos de divisão celular, a partir de representações gráficas. EA9. Identificar o papel da mitose e da meiose em ciclos reprodutivos dos seres vivos.	
Eixo campo: Diversidade da vida	Conteúdo: A origem da Biodiversidade.
EA1. Construir o conceito de mutação, analisando os efeitos de determinados agentes químicos e radioativos sobre o material hereditário, visando entender a biodiversidade.	

Sequência Didática

A SD é constituída de (4) quatro aulas com duração de (50) cinquenta minutos cada, os temas abordados são:

- 1) A divisão celular por mitose;
- 2) O teste do micronúcleo;
- 3) Processo de mitose atípica (poliploidia, aneuploidia) assim como síndromes genéticas relacionadas a erros na mitose.



Aula 1. Problematização

Conteúdo
abordado

Nesta aula ocorrerá a contextualização com a realidade do cotidiano dos alunos, procurando colher os conhecimentos prévios em relação à mitose

Duração

1 aula de 50 minutos

Procedimento

Procure iniciar a aula apresentando uma situação problema como por exemplo: "Como surge uma nova célula?", "Que outros mecanismos de regeneração celular são conhecidos?", "Por que as novas células se mantêm iguais às anteriores?", "O que significa dizer que a espécie humana tem 46 cromossomos?", "O que são danos genéticos?"

Recursos

Para tal pode-se utilizar textos, vídeos animados, imagens ou questionamentos diretos aos alunos para contextualizar a situação problema; lembre-se de buscar abertura para as interpretações dos alunos, proporcionando sua participação ativa.

Organização
das atividades

Procure dividir os alunos em grupos para permitir uma melhor participação e organização;
Oriente cada grupo a discutir a situação apresentada e elaborar suas **possíveis hipóteses**.
Novos questionamentos são levantados pelos grupos e pelo professor para direcionar a discussão e explorar os componentes celulares envolvidos no processo.

Aula 1. continuação

Aprofundamento

Uma discussão dialogada entre o professor e os grupos pode promover o aprofundamento do tema. Neste momento o professor poderá inserir a pergunta norteadora: **Como saber se uma substância que você está tomando, como um chá, por exemplo, não causa danos à saúde em vez de ajudar? Por exemplo, como poderíamos saber se um chá causa danos genéticos nas células?**

Considerações

Durante as próximas etapas os grupos deverão aprender a responder a esta pergunta norteadora.

Para finalizar a primeira aula sugerimos que os grupos realizem pesquisas para aprofundar os conceitos sobre danos genéticos e como detectá-los e trazer as informações para a próxima aula.

Aula 2. Investigando do Teste do Micronúcleo

Conteúdo abordado

Nesta aula será abordada a formação de micronúcleos. Lembre-se de manter o conteúdo de forma contextualizada.

Duração

1 aula de 50 minutos

Procedimentos

Aqui a SD propõe que o professor retome a problematização inicial, promovendo e explorando o conhecimento sobre possíveis efeitos de substâncias ingeridas pelas pessoas que podem promover mal à saúde ou até estimular danos genético. Busca-se com isso reforçar o processo de aprendizagem por investigação.

Recursos

Pode-se utilizar computador, projetor, embalagem de substâncias (remédios, chás, alimentos), imagens, vídeos, textos (jornais e artigos).

Organização das atividades

Após essa etapa o professor poderá formular novas perguntas norteadoras para direcionar a discussão, como: "**O que são agentes mutagênicos?**" e "**Como ocorre uma mutação?**"

Aprofundamento

Agora o professor poderá realizar a introdução do teste do micronúcleo e solicitar que os grupos realizem novas pesquisas para aprofundar o tema para a próxima aula.

Considerações

Orientações em relação de como os grupos podem realizar a pesquisa, podem enriquecer a construção da aprendizagem, como por exemplo: **entrevistar profissionais da saúde, pesquisa em rótulos de produtos como medicamentos e alimentos**, entre outros.

Aula 3. Investigando da mitose

**Conteúdo
abordado**

Agora você professor abordará o conteúdo de divisão celular por mitose,

Duração

1 aula de 50 minutos

Procedimentos

Neste momento pressupomos que os grupos apresentem informalmente suas pesquisas, utilizando material multimídia para compartilhar o conhecimento sobre o ciclo celular e a mitose.

Portanto, recomendamos que os grupos sejam incentivados a reproduzir de forma criativa as etapas da mitose utilizando os materiais fornecidos pelo professor. Atividades práticas podem possibilitar um melhor aprendizado, que somente uma aula teórica não permitiria.

Recursos

Para tal, o professor poderá disponibilizar cartolina, lápis hidrocor, massas de modelar, pincéis de tinta. Esperamos que, ao montarem as representações das fases da mitose, ocorra estímulo à criatividade e ao protagonismo dos alunos.

Aprofundamento**&****Considerações**

Propomos aqui que uma nova etapa prática seja realizada; os grupos deverão produzir um ensaio fotográfico para registrar as montagens da etapa anterior por meio de fotos, capturando quadro a quadro, preferencialmente a partir de um mesmo ângulo de visão.

Ao final da aula, cada grupo terá seu conjunto de imagens que servirá para comparação com as imagens do catálogo que acompanha esta SD.

Aula 4. Experimento simulado

**Conteúdo
abordado**

Atividade prática com a utilização do catálogo de imagens de tecido sanguíneo de camundongos.

Duração

1 aula de 50 minutos

Procedimentos

Os grupos receberão um banco de imagens de tecidos sanguíneos contendo hemácias com e sem micronúcleos. As imagens serão distribuídas em forma de jogo de cartas; cada grupo receberá 20 imagens aleatórias, de modo que o número de imagens com hemácias micronucleadas varie entre os grupos. Esperamos que as imagens ajudem na compreensão por parte dos alunos. Para tal, o professor deve separar os grupos de alunos para receberem imagens de tecido sanguíneo de animais controles com pouca presença de micronúcleos, e grupos que receberão imagens de lâminas de animais tratados, enquanto que há mais de micronúcleos.

Os grupos realizarão a contagem das hemácias e dos micronúcleos presentes nas imagens utilizando o modelo de tabela. Após a contagem das hemácias e micronúcleos, os grupos produzirão gráficos para demonstrar as proporções de hemácias com e sem micronúcleos presentes em cada animal.

Por fim, os grupos deverão responder à pergunta norteadora e chegar às conclusões sobre a situação problema, confirmando ou refutando suas hipóteses.

Aula 4. Experimento simulado. continuação

Recursos

O catálogo de imagens contém uma coleção de 40 imagens de lâminas de tecido sanguíneos de camundongos, sendo 20 destas não tratadas,

Ainda em anexo dispomos que um modelo de tabela para ser utilizada pelos grupos.

Aprofundamento

Para explicar o efeito genotóxico e a formação de micronúcleos, os estudantes terão que pesquisar e explicar dois tópicos biológicos fundamentais: **1) como ocorre a divisão celular por mitose, com ênfase nos cromossomos; 2) como ocorre a formação de micronúcleos, com ênfase na quebra de moléculas de DNA e suas consequências para as células filhas.** Finalmente, ao apresentar suas conclusões, os estudantes terão que fazer uma relação entre a divisão celular (mitose), o processo de formação de micronúcleos e os resultados que encontraram.

Considerações

Propomos aqui uma culminância das atividades que pode ocorrer com a apresentação dos resultados obtidos pelos alunos, sugerimos um formato de seminários ou exposição de banners.

Considerações finais

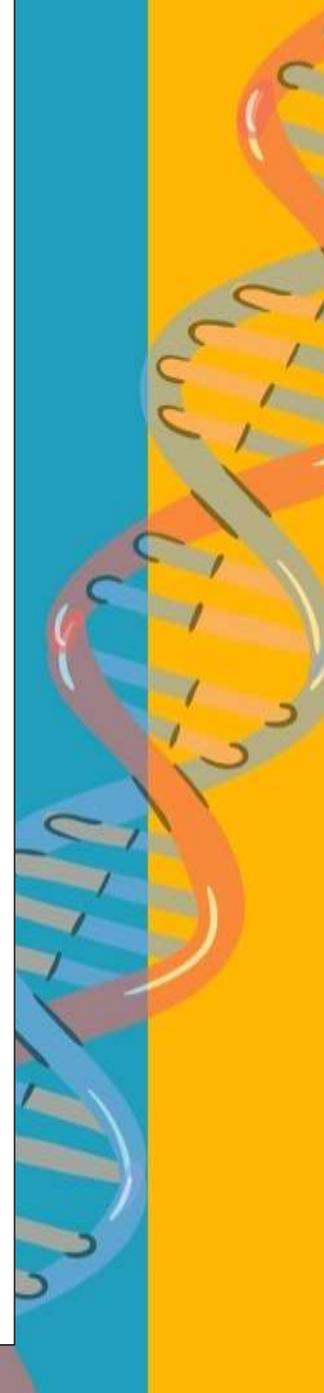
Nós discutimos a importância e o propósito da aplicação de uma sequência didática com foco investigativo no ambiente de aprendizado, utilizando como enfoque o teste do micronúcleo para facilitar o ensino aprendizagem da divisão celular por mitose.

Espera-se que a abordagem trazida pela SD não apenas estimule o pensamento crítico e a curiosidade dos alunos, mas também os ajude a desenvolver habilidades relacionadas na BNCC.

É importante lembrar que, embora a sequência didática seja uma ferramenta poderosa para o ensino, sua eficácia depende em grande parte da maneira como é implementada pelo professor. Portanto, os educadores devem se esforçar para ser inovadores, provocadores, questionadores, curiosos de maneira rigorosa, humildes e persistentes em seu ensino.

O itinerário proposto neste estudo representa uma alternativa potencialmente eficaz para facilitar o ensino e aprendizagem da mitose.

Obrigado!



Sobre os autores

Kleyton Carvalho

Possui graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Faculdade de Formação de Professores da Mata Sul (2007). Pós-Graduação Lato Sensu em Tecnologias Ambientais pela Universidade Pitágoras Unopar. Mestre em Ensino de Biologia em Rede Nacional PROFBIO pela Universidade Federal de Pernambuco/CAV (2024). Atualmente é professor efetivo da Rede Estadual de Pernambuco, leciona na EREM João Monteiro de Melo. Tem experiência na área de Biologia Geral, com ênfase no ensino de Biologia, Química e Investigação Científica. Outras formações: Técnico em Agropecuária pelo IFPE. Atuou como diretor de Meio ambiente do Município de Barreiros – PE e membro do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Una.

**Cristiano Chagas**

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (2001) e doutorado em Ciências Médicas pela Universidade Estadual de Campinas (2006). Atualmente é Professor Associado na Universidade Federal de Pernambuco com experiência no ensino de Biologia Celular, Embriologia, História e Filosofia da Ciência. Na pesquisa publicou artigos sobre Herpesvírus, imunohistoquímica, hibridização *in situ*, marcadores tumorais. Atualmente tem projetos na área de marcadores de genotoxicidade e mutagênese ambiental aplicados à saúde humana e ecotoxicologia e atua como Líder do Grupo de Pesquisa em Genotoxicidade Aplicada à Saúde Humana e Meio Ambiente da UFPE.

**Talita Giselly**

Graduada em Ciências Biológicas e Odontologia pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Pós-graduação no Curso de Especialização Lato Sensu em Análises Clínicas (UNIFACOL) e em Saúde da Família (Faculdade Estácio). Mestre em Saúde Humana e Meio Ambiente pela UFPE/CAV. Doutora em Ciências Biológicas pela UFPE, onde desenvolve pesquisa na área de marcadores de genotoxicidade e mutagênese ambiental aplicados à saúde humana, além de analisar o potencial cicatrizante e antibiofilme oral de produtos naturais da caatinga. Docente do Curso de Odontologia e Supervisora de Estágio Supervisionado no Centro Universitário Facol. Professora efetiva da Rede Estadual de Ensino de Pernambuco, atuou por três anos na Formação Continuada para professores de Ciências e Biologia pela Gerência Regional de Educação Mata Centro, em 2022 como Coordenadora pedagógica e 2023 como Gestora Adjunta da da EREM Senador João Cleofás de Oliveira.



ARAÚJO, A. B. & GUSMÃO, F. A. F. (2017). **As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira.** In: Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de inovação Educacional. 10(1), p.83-95. <https://eventos.set.edu.br/enfope/article/view/4710>. Acesso em: 31 jan. 2024.

AYUSO, G. E.; BANET, E. **Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. Enseñanza de la Ciencias,** Chile, v. 20, n. 1, p. 133-157, 2002. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/38990692.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2023.

BAHAR, M., JOHNSTONE, A. H. e HANSELL, M. H. **Revisiting learning difficulties in biology.** *Journal of Biological Education*, v.33, n.2, 1999.

BALDISSERA, A. **Pesquisa-ação:** uma metodologia do “conhecer” e do “agir” coletivo. *Sociedade em Debate, Pelotas*, v. 7, n. 2, p. 05-25, 2012.

BASTOS, M. R.; SILVA-PIRES, F. E. S.; FREITAS, C. A. V.; TRAJANO, V. S. **A utilização de sequências didáticas em biologia:** revisão de artigos publicados de 2000 a 2016. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 03-06 jul. 2017. Anais... Florianópolis, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anis/resumos/R2614-1.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2024.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 97–110, set. 2018.

BRÃO, A. F. S.; PEREIRA, A. M. T. B. **Biotecnética:** possibilidades do jogo no ensino de genética. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 1, p. 55-76, 2015. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_1_4_ex826.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2023.

BRASIL. (2004). **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Fundamental: MEC/SEMTEC

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2021. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acessado em: 27 de setembro de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** ciências naturais. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec>>.

BRITO, Rosanne Lopes de. **Alterações genotóxicas, citotóxicas e mutagênicas:** um conteúdo a ser ilustrado e trabalhado no ensino médio. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

CAMARGO, S. S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. **A genética humana no Ensino Médio.**

CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. **Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos.** Investigações em Ensino de Ciências, v.5(3), 2000.

CARRARD, Vinicius Coelho; COSTA, Cynthia Hernandes; FERREIRA, Luciana Adolfo ; LAUXEN, Isabel da Silva; RADOS, Pantelis Varvaki . **“Teste dos Micronúcleos - Um Biomarcadores de Dano Genotóxico em Células Descamadas da Mucosa Bucal.”** Fac. Odontol. Porto Alegre,77-81. 2007

CARVALHO, A. M. P. de. (2018). **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação.** Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências, 18(3), 765–794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 15 fev. 2024.

CARVALHO, B. R. et al. **Caminhando para a divisão celular:** proposta de jogo para o ensino de meiose e mitose. Revista Ciências & Ideias. v. 11, n. 3, p. 12-25, 2020.

CATARINACHO, R. L. O ensino de genética com super-heróis: uma abordagem mutante na sala de aula. São Paulo, 2011, 32 p. (Monografia – Universidade Presbiteriana Mackenzie).

CORREIA, E. M.; FALA, A. M.; PEREIRA, H. M. **Atividades Práticas no Ensino Médio:** uma abordagem experimental para aulas de genética. Ciências & Cognição, v. 15, n. 1, p. 137-154, abr. 2010. ISSN 1806-5821. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/248>>. Acesso em: 17 dez. 2023.

DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: FLICK; LEDREMAN. Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education. Springer, 2006.

DOLZ, J. NOVERRAZ, M. SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita:** apresentação de um procedimento. In. Gêneros Oraís e Escritos na Escola. Trad: Roxana Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado das Letras, 2004.

FARIAS, Eldade Machado de. **A relação entre a herança dos grupos sanguíneos e o sistema imunológico:** uma sequência didática para o Ensino Médio. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

FERNANDES, Caroline & Brum, Rodrigo & Schwantes, Lavínia. (2020). **O ensaio de micronúcleo como uma ferramenta de ensino nas escolas.** Research, Society and Development. 9. 102942892. 10.33448/rsd-v9i4.2892.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia.** 55. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017. 144p.

GOMES, Kátia Fernanda. **O LÚDICO NA ESCOLA: atividades lúdicas no cotidiano das escolas do ensino fundamental I no município de Araras.** 2009. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119288/gomes_kf_tcc_rcla.pdf?sequence=1. Acesso em: 22 jul. 2019.

GUIMARÃES ZANELLA DINIZ, P.; CREMONINI DE ARAUJO-JORGE, T.; DINIZ MONTEIRO DE BARROS, M. **Ensino de genética na educação básica: uma revisão sistemática sobre o tema.** Revista Ponto de Vista, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 01–21, 2023. DOI: 10.47328/rpv.v12i3.17143. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/RPV/article/view/17143>. Acesso em: 07 fev. 2024.

JULIO, J. M.; VAZ, A. de M. Grupos de alunos como grupos de trabalho: um estudo sobre atividades de investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 7, n. 2, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec>

KIYA, Marcia Cristina da Silveira. **O uso de Jogos e de atividades lúdicas como recurso pedagógico facilitador da aprendizagem.** 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uepg_ped_pdp_marcia_cristina_da_silveira_kiya.pdf. Acesso em: 22 jul. 2019.

LIMA, D. B.; GARCIA, R. N.; **Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio.** Cadernos de Aplicação, Porto Alegre, v. 24, n. 1, 2011. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/CadernosdoAplicacao/article/view/22262>. Acesso em: 17 dez. 2023.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, O.; DE CARO, C. M. **A formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos.** Ciência & Educação, v. 17, n. 4, p. 855-871, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n4/a06v17n4.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2023.

LOPES, K. D.; SILVA, C. C. **Percepção de alunos de Ensino Médio quanto aos conceitos fundamentais da Genética básica: um estudo de caso.** Rev. Ens. Educ. Cienc. Human., Londina, PR, v. 19, n. 1, p. 2-9, 2018.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas.** 2.ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MACEDO, RCF e Lima, LA (2019). **Jogos educativos para o ensino de biologia celular: revisão de literatura.** In Anais do III Congresso Nacional de Educação (pp. 1-9).

MANTOVANI, S.R. **Seqüência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico.** 54f. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2015.

OLIVEIRA, DAC, & Canário, RS. **Atividades práticas para o ensino de biologia celular**: uma revisão de literatura. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 22, p. 143-158. 2018.

OLIVEIRA, M. M. (2011). Círculo hermenêutico-dialético como sequência didática interativa. Revista Interfaces Brasil/Canadá, 11(1), 235-251.

OLIVEIRA, Maria Marly de. Sequência didática interativa no processo de formação de professores. Petrópolis: Vozes, 2013.

OLIVEIRA, N. M.; DIAS JÚNIOR, W. O uso do vídeo como ferramenta de ensino aplicada em Biologia Celular. Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, 2012. v. 8, n. 14, p. 1788.

PALFREY, John; GASSER, Urs. **Nascidos na era digital** – entendendo a primeira geração de nativos digitais. Porto Alegre: ArtMed, 2011.

PEDRACINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. **Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: <http://recc.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vo16_N2.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2024.

PERES, J. C. **Linguagem verbal e não verbal no ensino de biologia**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2020.

SANTOS, A. L. C. et al. **Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na Paraíba**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 4, p. 1-15, 2020.

SILVA, Antônio J. H. da. **Metodologia de pesquisa: conceitos gerais**. Guarapuava: Editora UNICENTRO. 2014.

SILVA, B. R.; SILVA, T. R. Genética no ensino fundamental: representações didáticas na aprendizagem do Mendelismo. Experiências em Ensino de Ciências, 2020. V.15; n. 1.

SILVA, Henrique Mendes da Silva. **OBSERVAÇÕES DE UMA OFICINA ORIENTADA SOBRE DIVISÃO CELULAR**: contribuições e possibilidades para o ensino de genética e biologia molecular através da construção de modelos didáticos. Scientia Generalis, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 1–21, 2022. Disponível em: <https://scientiageneralis.com.br/index.php/SG/article/view/211>. Acesso em: 24 fev. 2024.

SIQUEIRA, M. L. G., Altino Filho, H. V., & Dutra, É. D. R. **Ensino da genética**: uma proposta de abordagem ao ensino médio. Anais do Seminário Científico do UNIFACIG, (6). 2021.

SNUSTAD, P., SIMMONS, M. J. **Fundamentos de Genética**. 6º Edição, Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 2013.

SOUZA, FR; SILVA, EM. **Sequência didática como estratégia pedagógica para o ensino de biologia**: revisão de literatura. Revista Educação em Foco, v. 11, n. 2, pág. 231-248, 2020.

TATSCH, Helene Mochetti et al. **Atividades didáticas como ferramentas facilitadoras na compreensão de imagens da divisão celular**. Repositório da UFSM. 2016 Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/6709>>. Acesso: em 20 nov. 2023

TEMP, D.S. Facilitando a aprendizagem de Genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia. 85f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde). Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1998.

TOSTA, E. M.; GONTIJO. A. B. P. L.; CORTE, V. B. Extração e observação de molécula de DNA - Ferramenta para auxiliar no ensino de Biologia. Health and Biosciences, 2020, v.1, n.3

UCHÔA, IS, & Magalhães, M. do AV (2020). **Teste de micronúcleo um importante biomarcador celular**. Revista Brasileira de Desenvolvimento, 6 (8), 61601–61606. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-545>>. Acesso: em 14 ago.2023

VILELA, M. R.A **Produção de atividades experimentais em genética no Ensino Médio**. 2. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) –Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/monografia/genetica.pdf> Acesso em: 31 jan. 2024.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Trad.Ernani F. Da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZÓBOLI, G. B. **Prática de ensino: subsídios para atividade docente**. 11. ed. São Paulo: Ática, 2004.

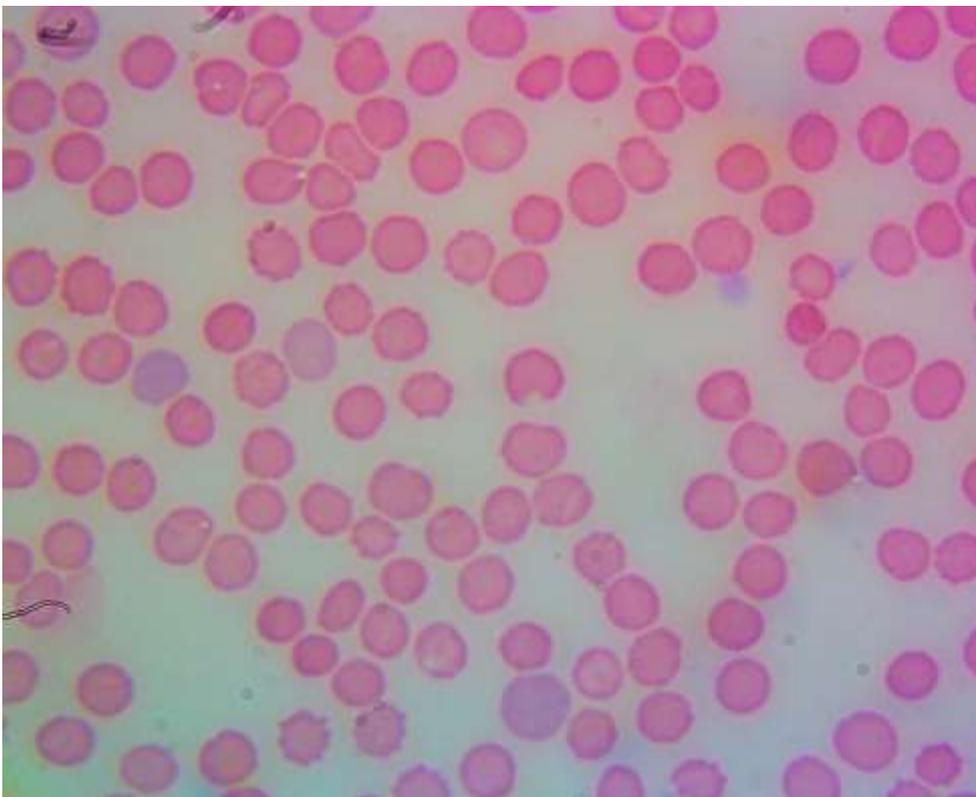
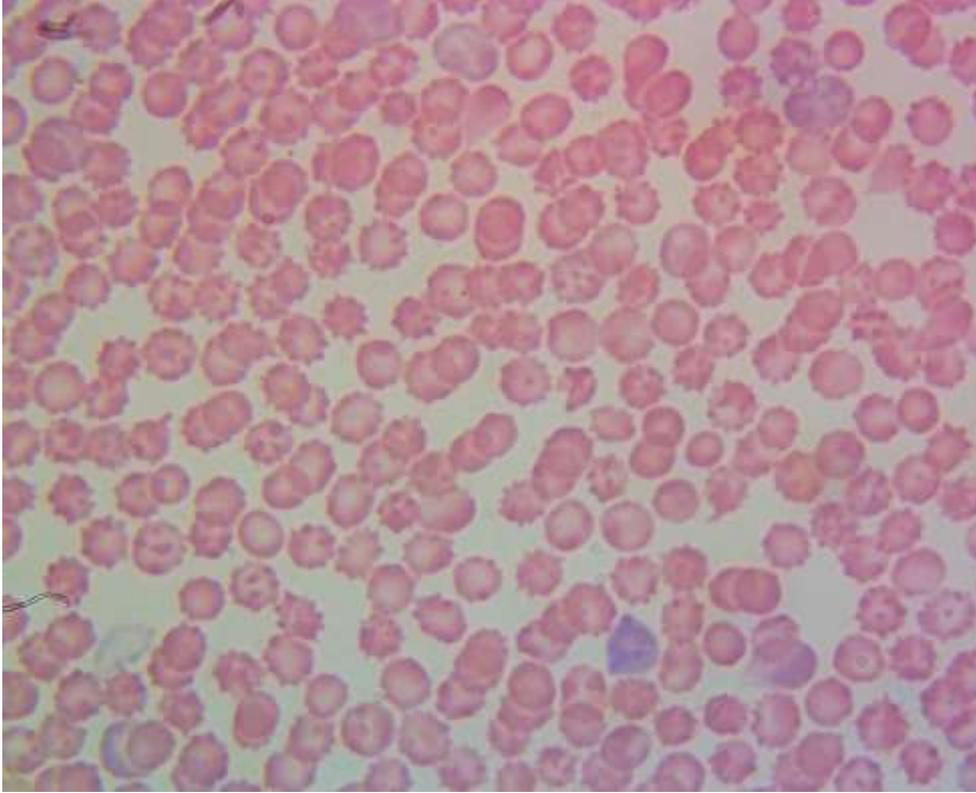
ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades Investigativas no Ensino de Ciências**: aspectos históricos e diferentes abordagens. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67–80, set. 2011.

Tabela

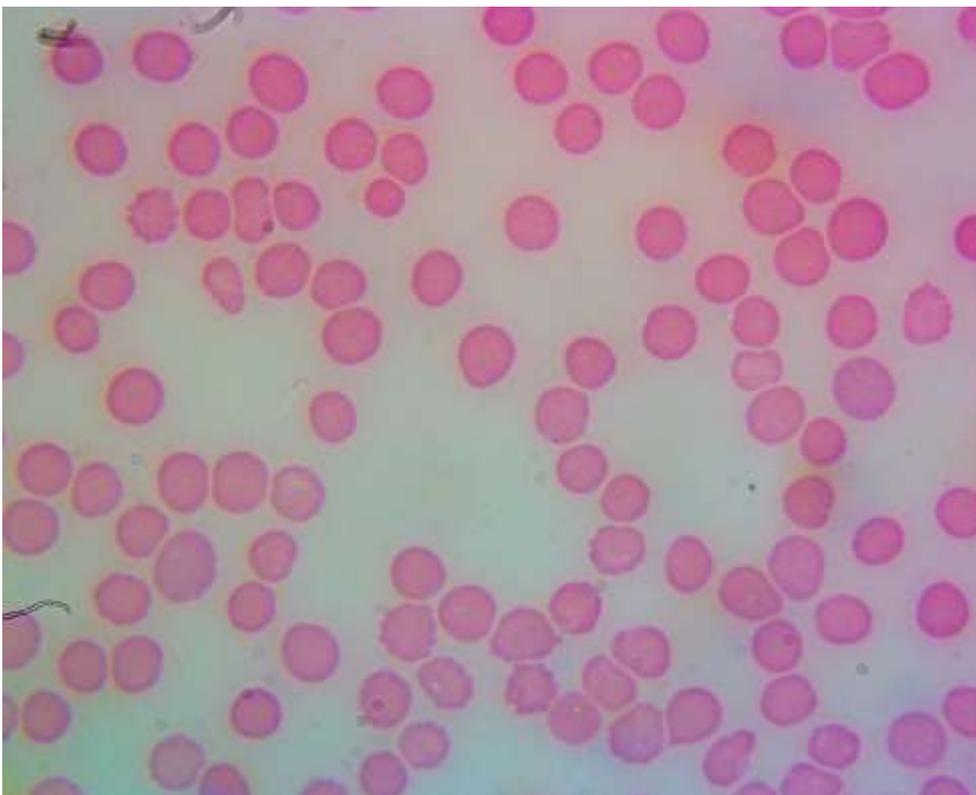
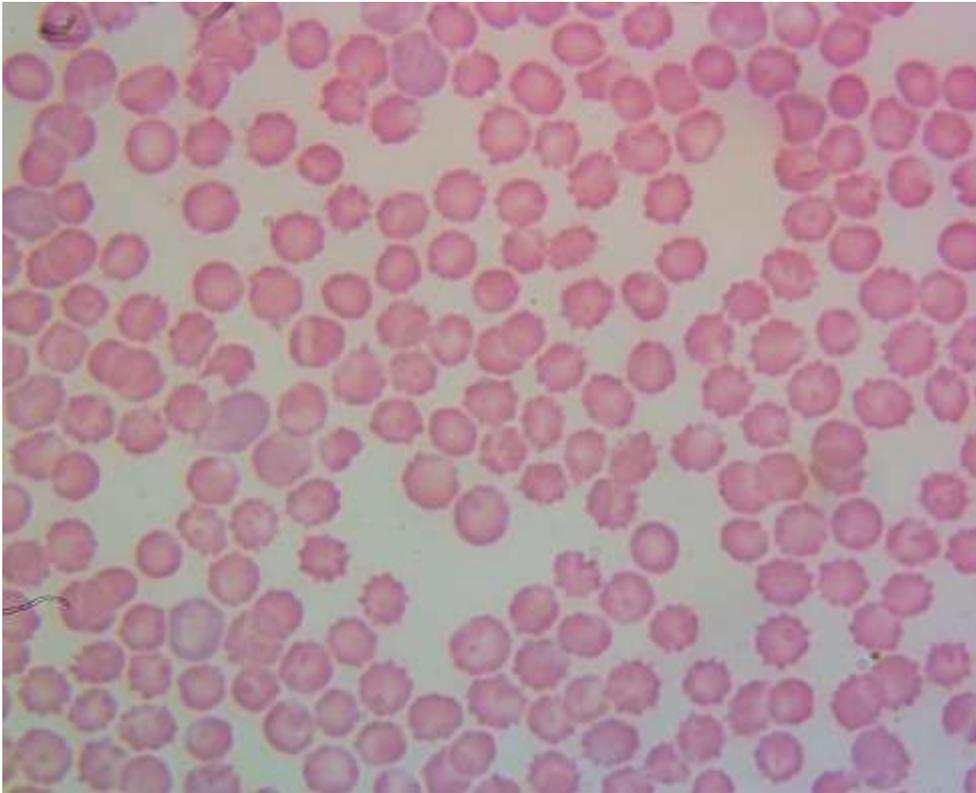
Tabela 1 (modelo grupo controle): Contagem de Hemácias em 5 diferentes camundongos

Grupo:		
Data da contagem:		
Quantidade de imagens analisadas:		
Animal	Hemácias sem micronúcleos	Hemácias com micronúcleos
1. Camundongo		
2. Camundongo		
3. Camundongo		
4. Camundongo		
5. Camundongo		

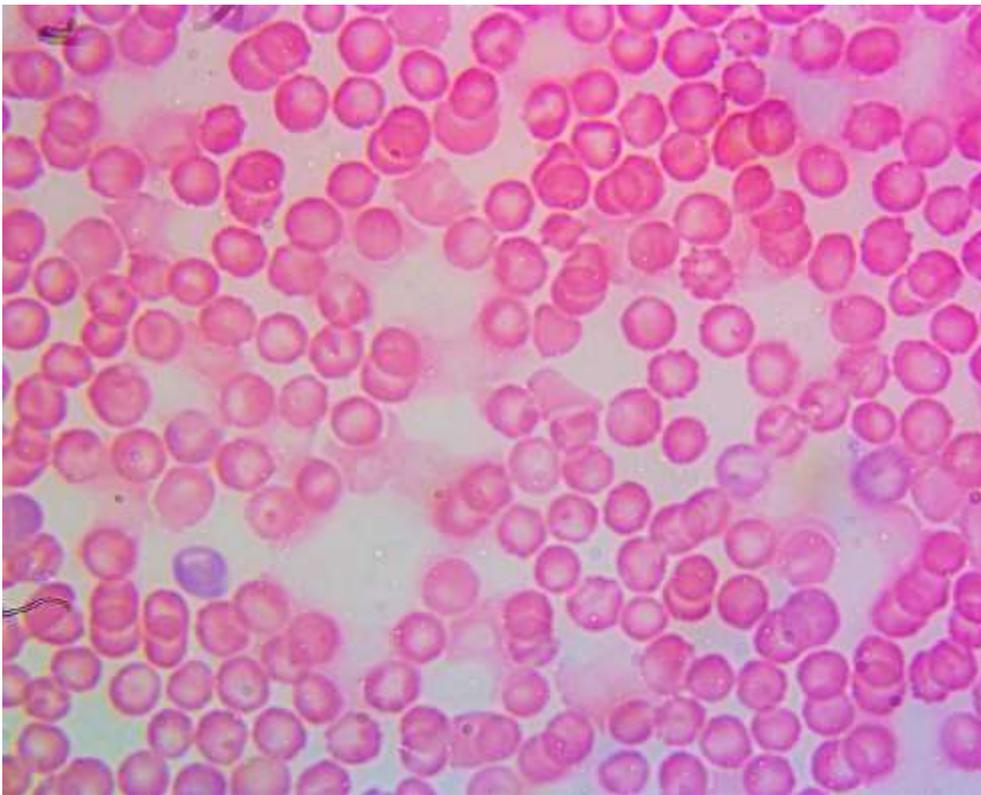
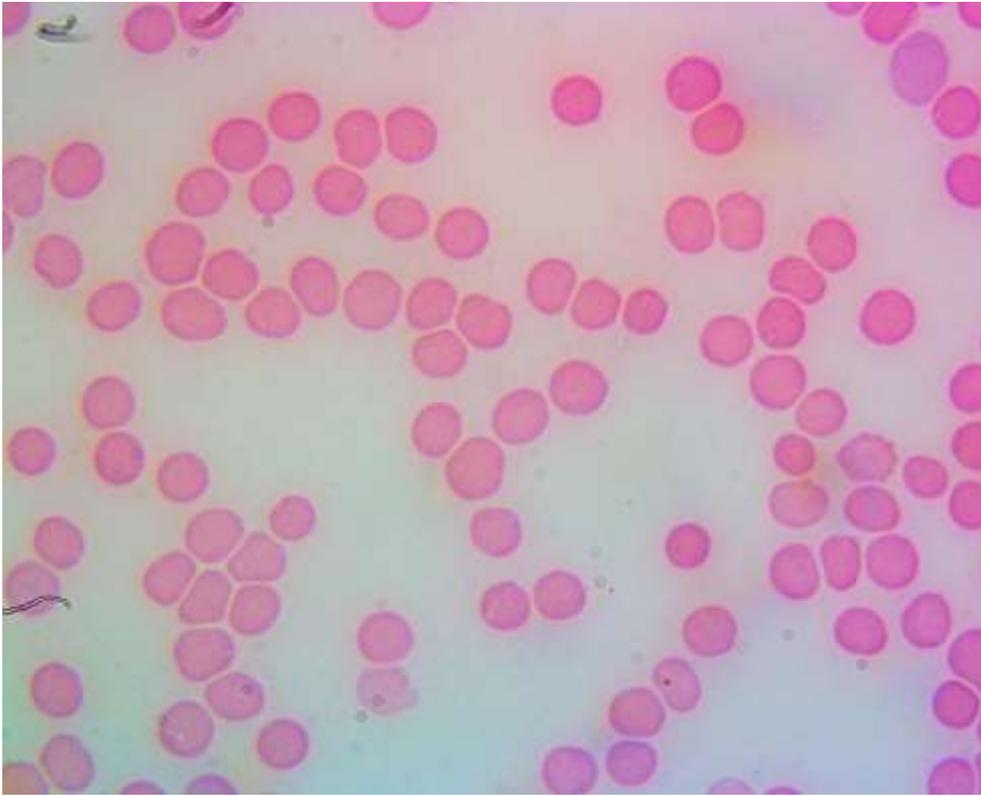
Catálogo de Imagens



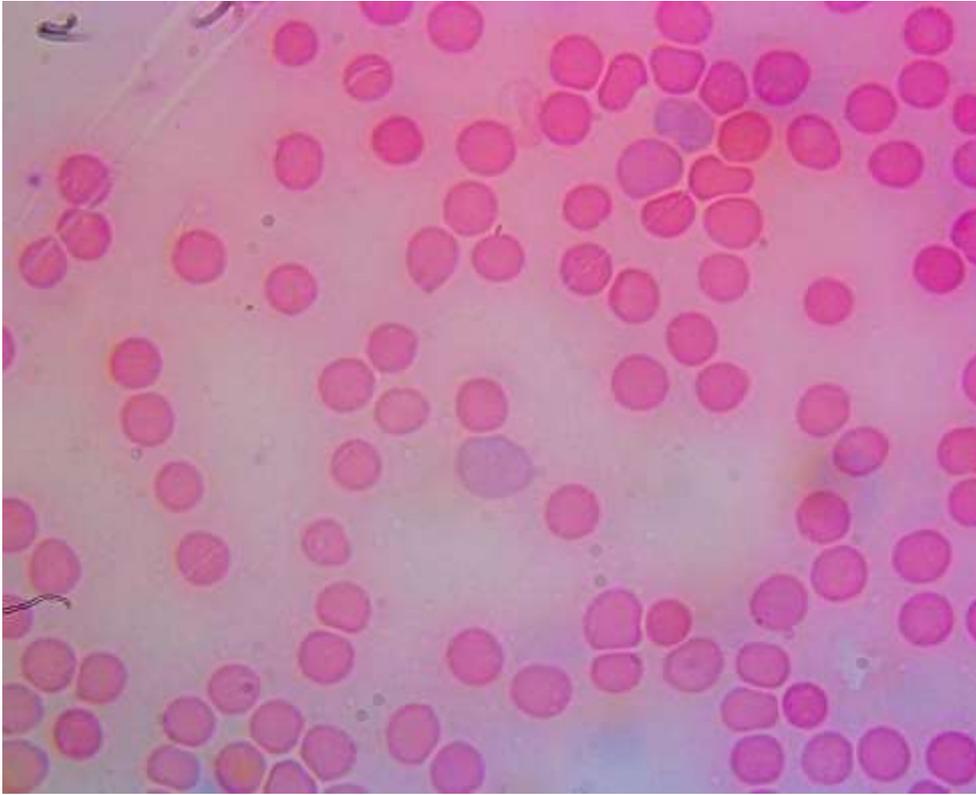
Catálogo de Imagens



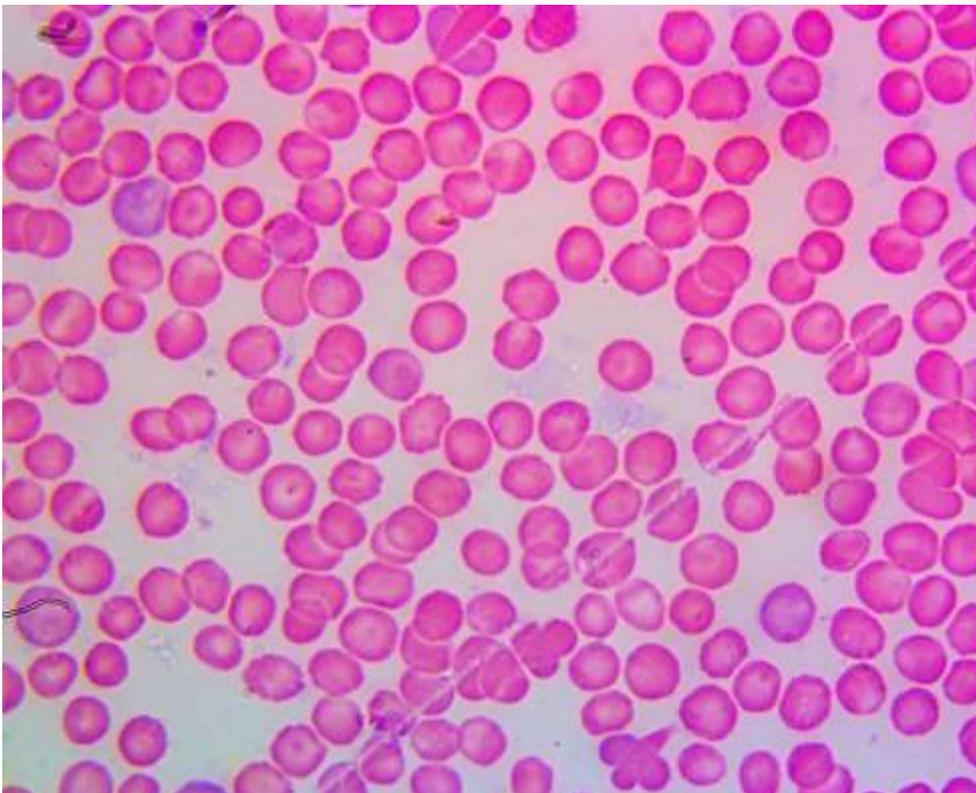
Catálogo de Imagens



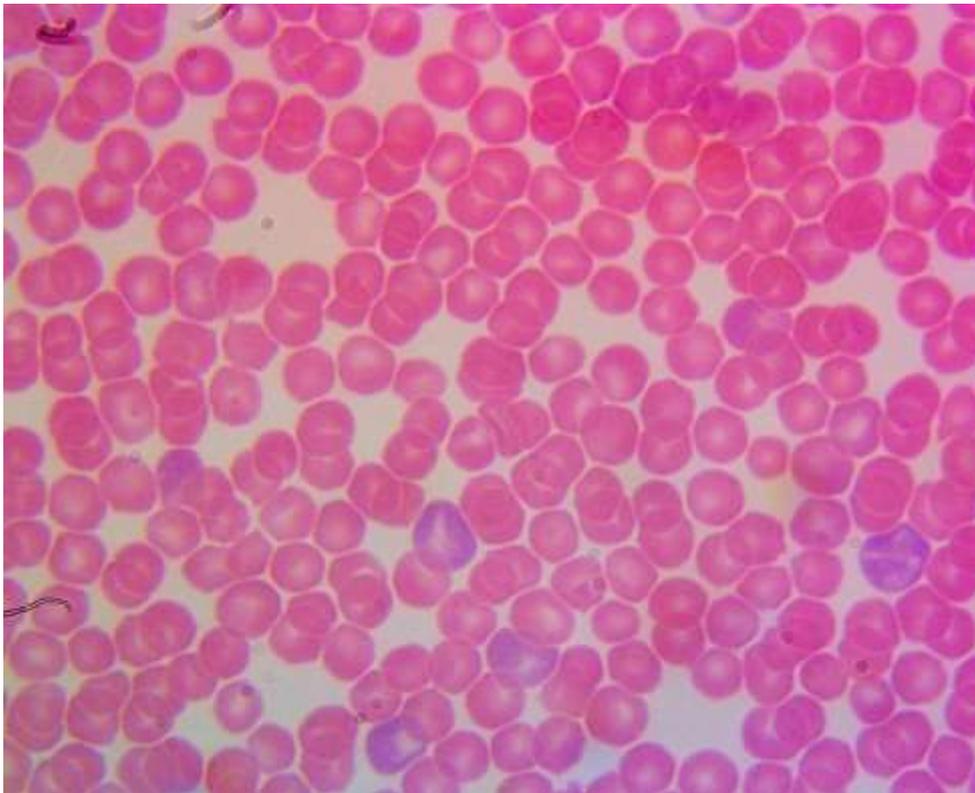
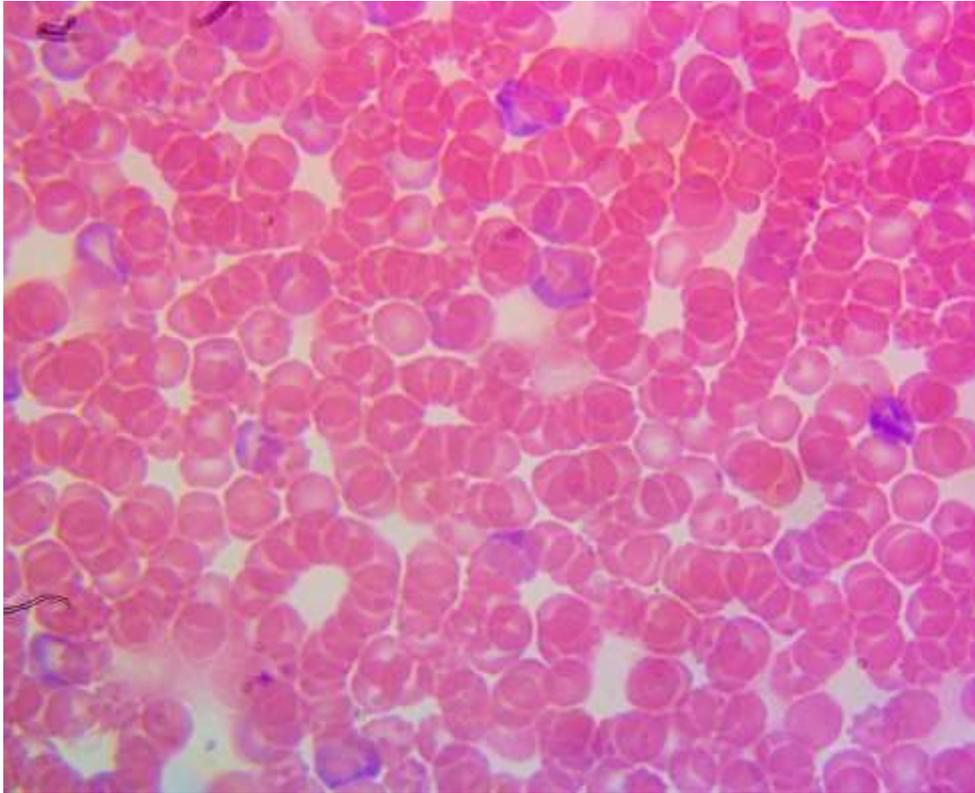
Catálogo de Imagens



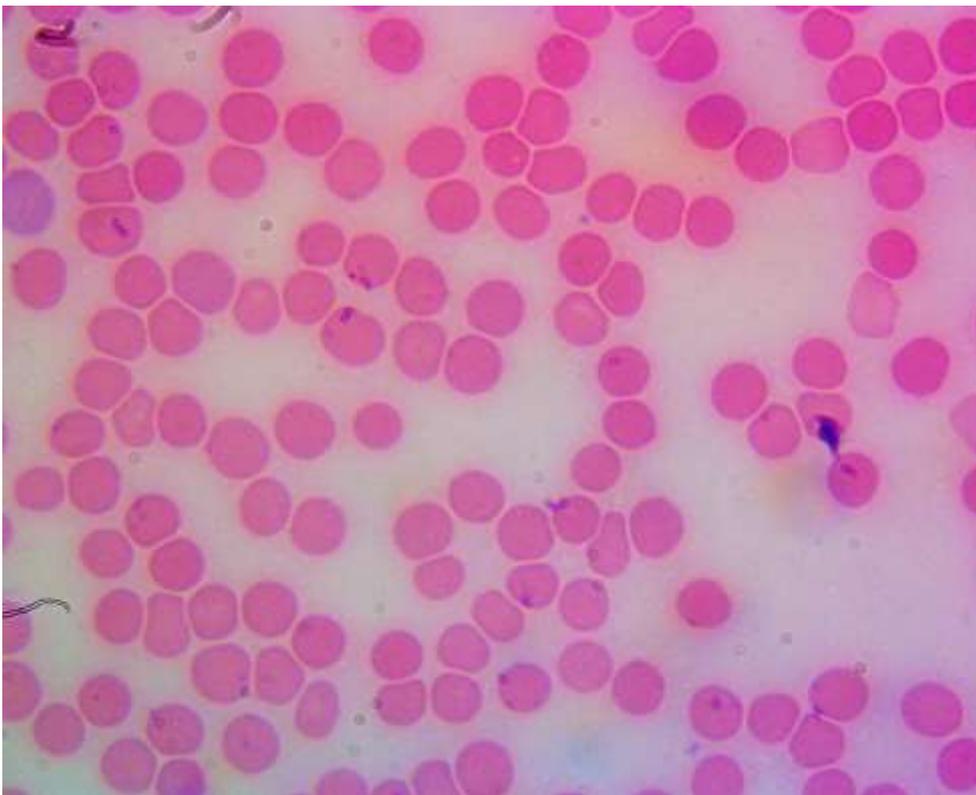
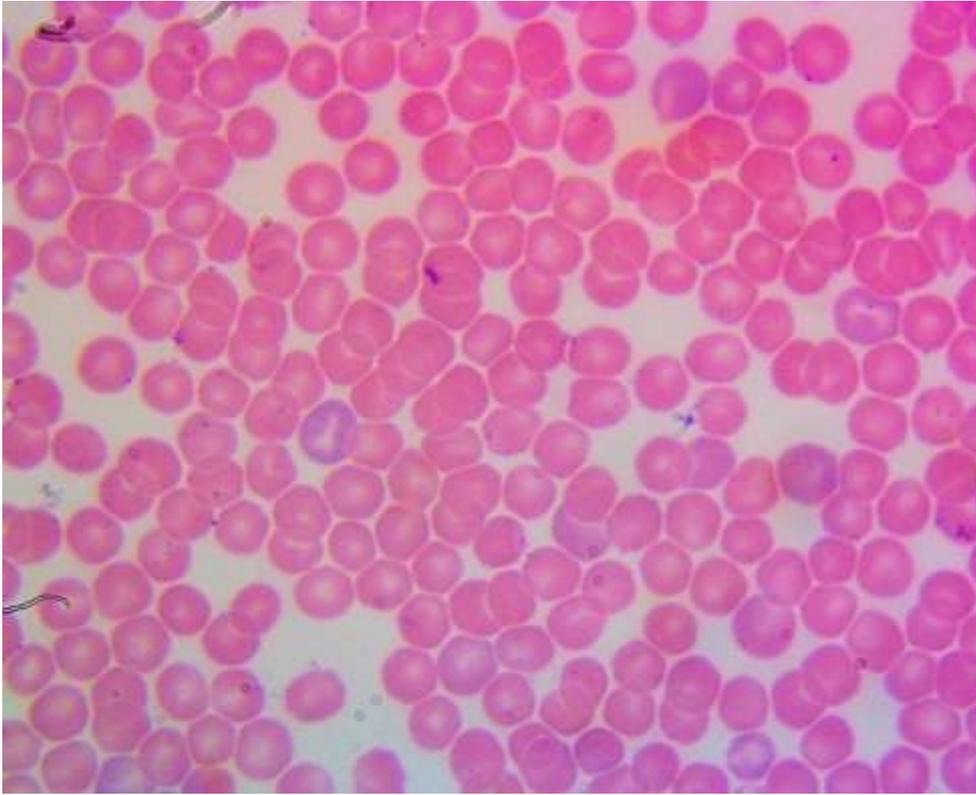
Catálogo de Imagens



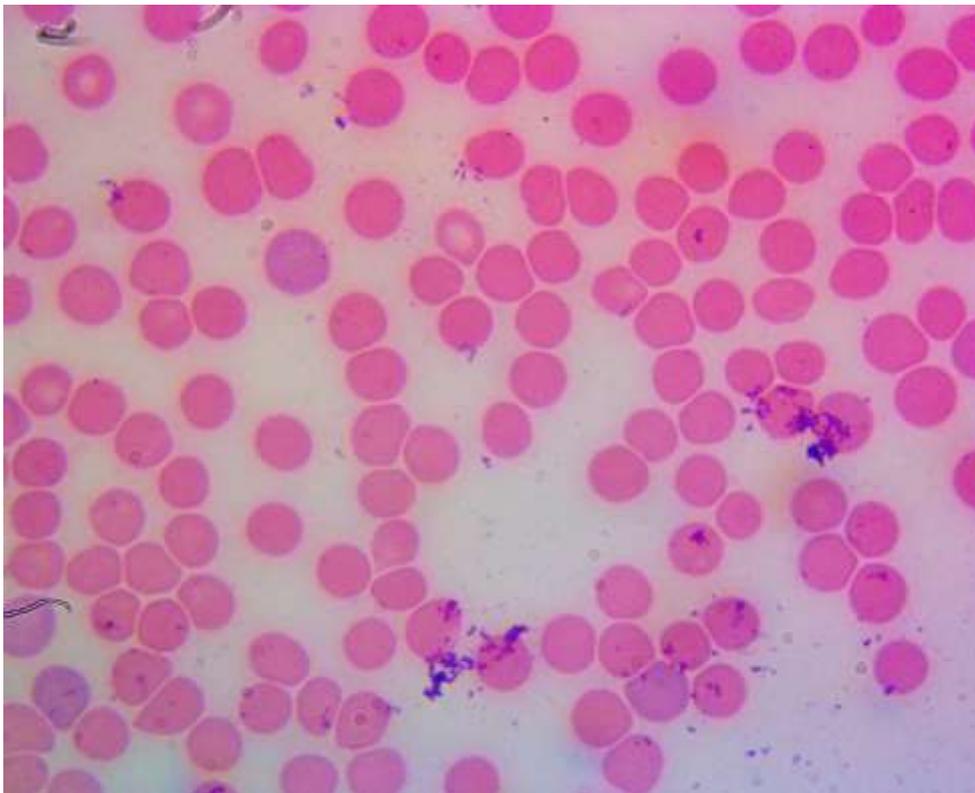
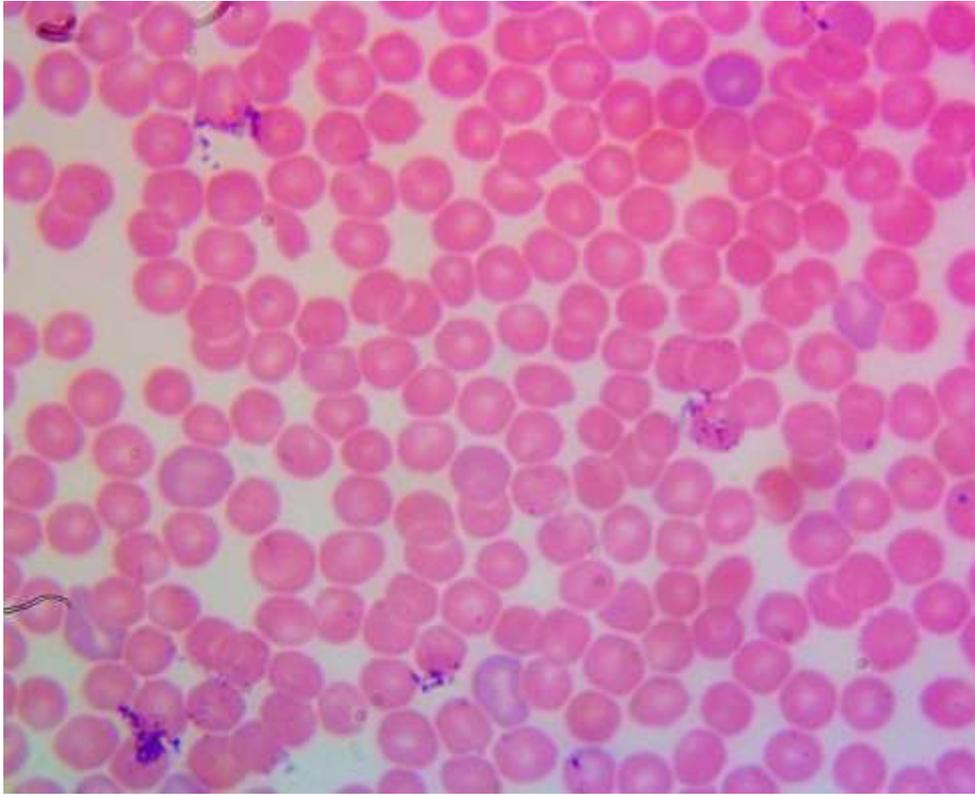
Catálogo de Imagens



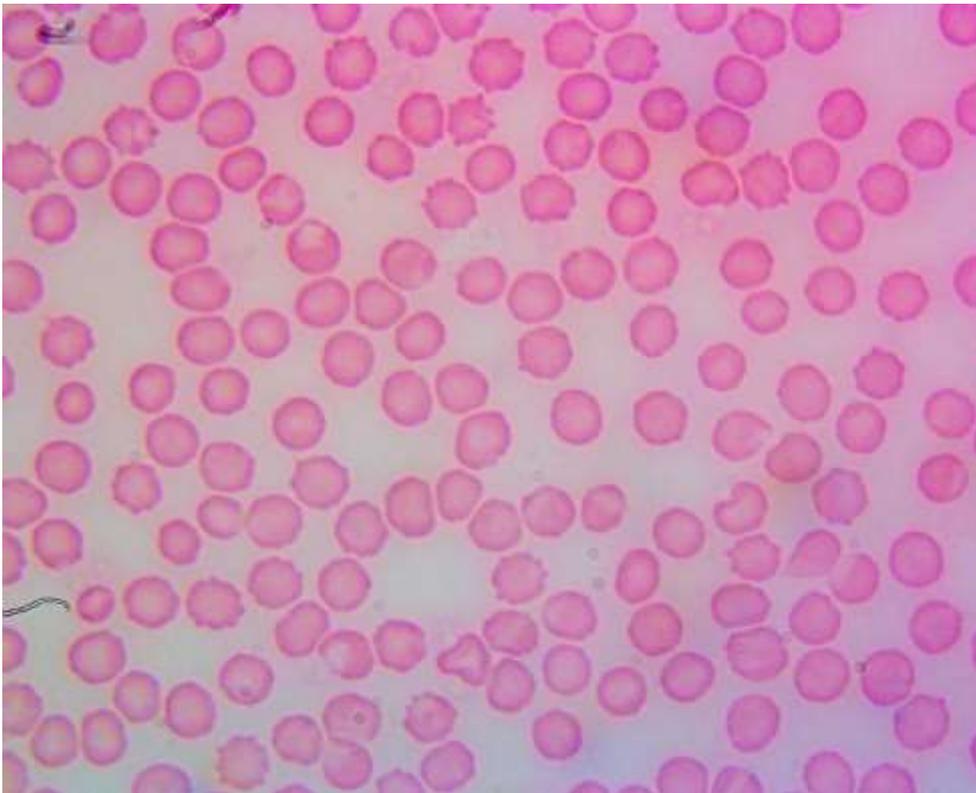
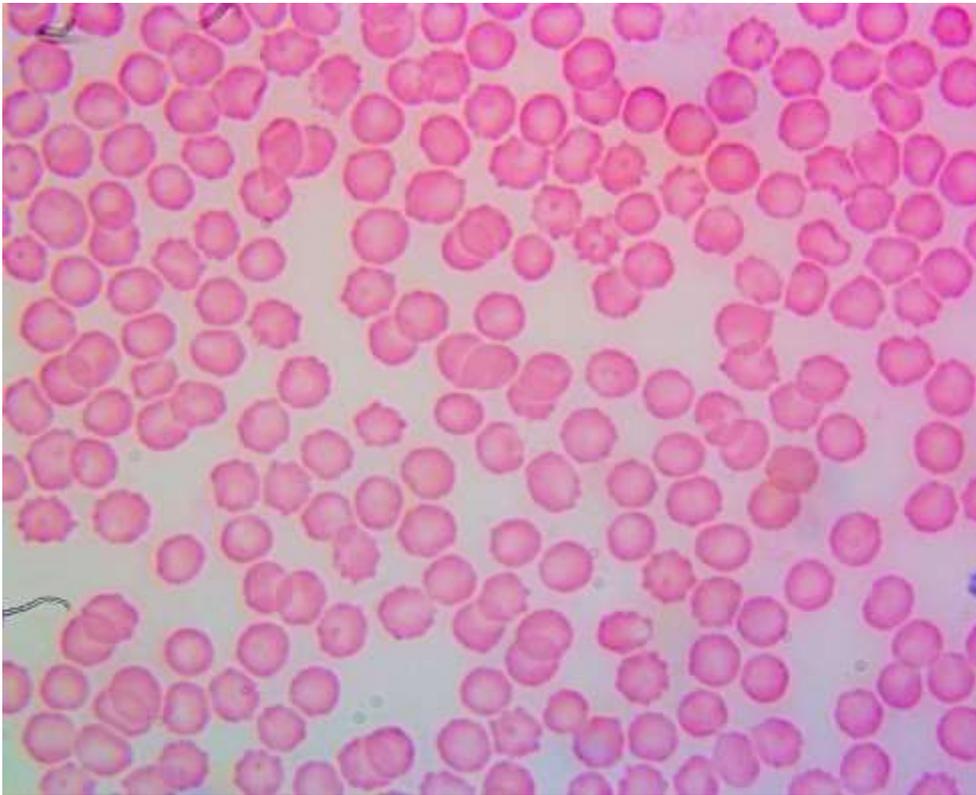
Catálogo de Imagens



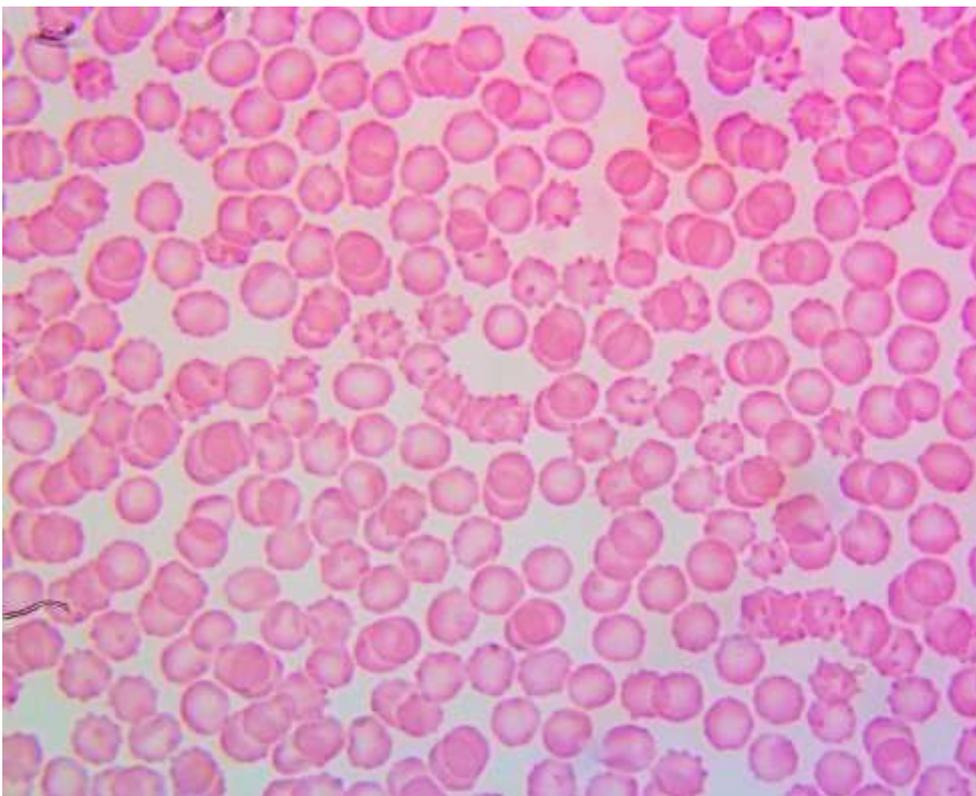
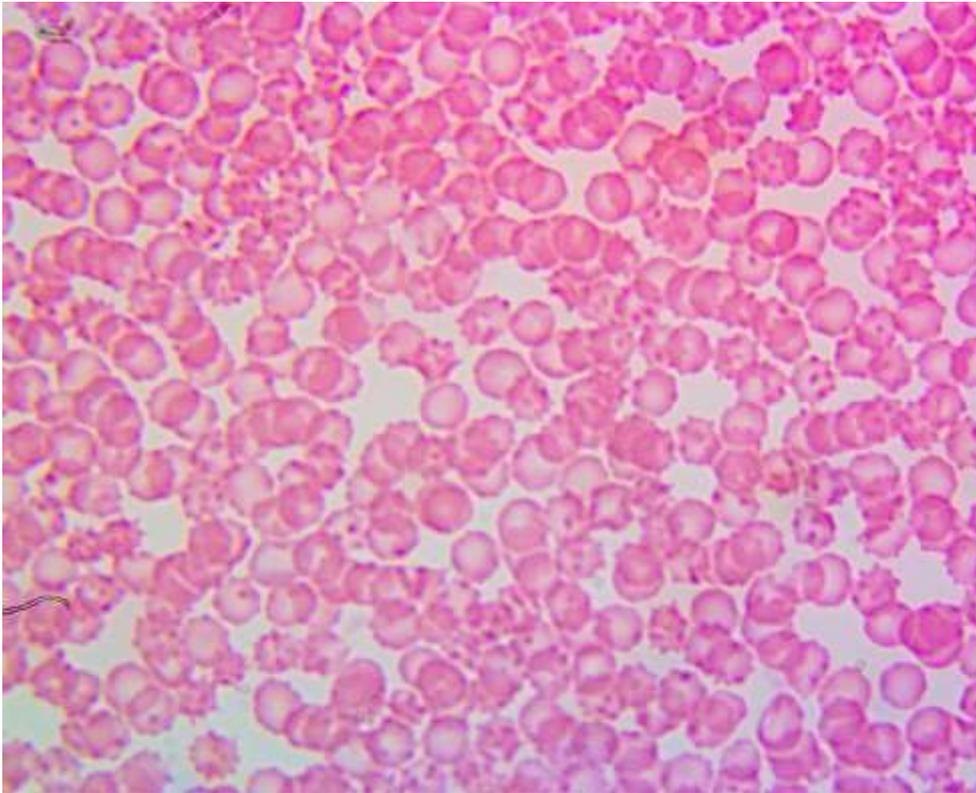
Catálogo de Imagens



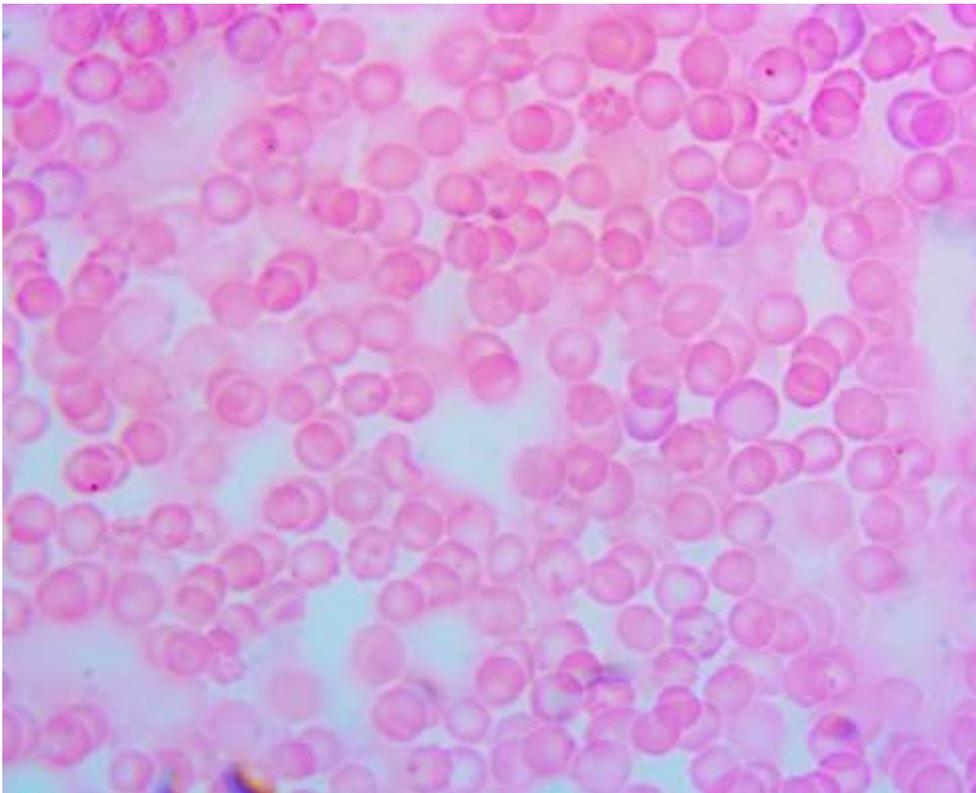
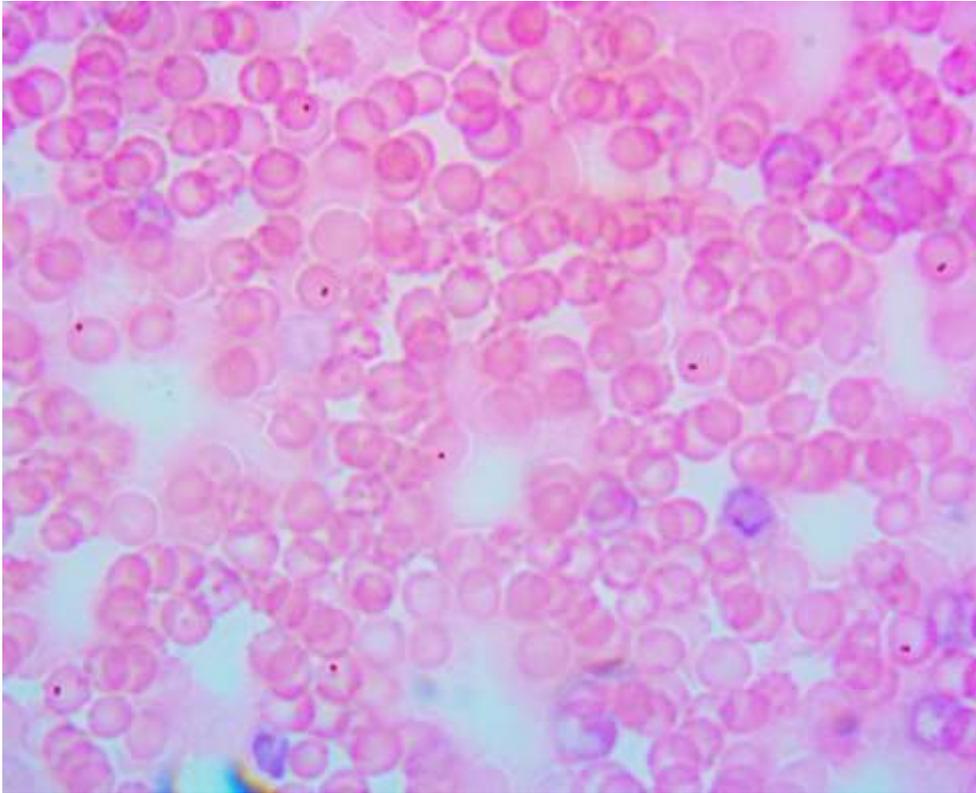
Catálogo de Imagens



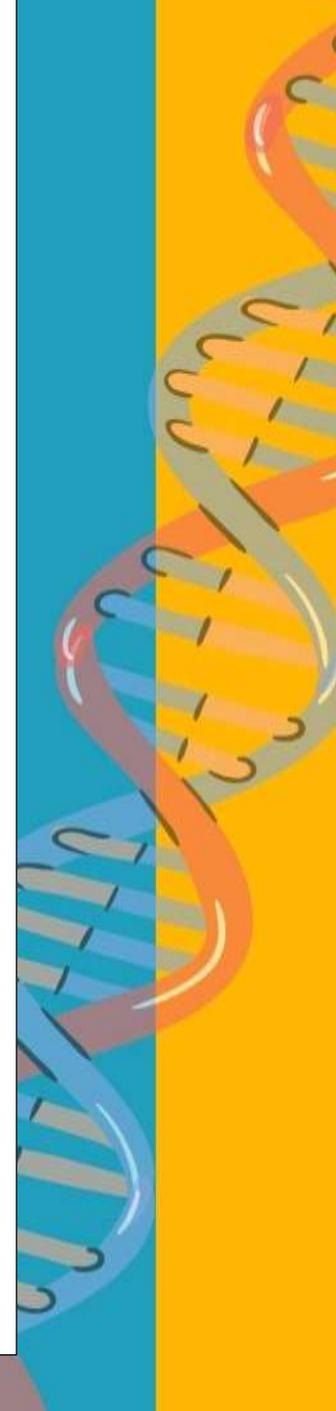
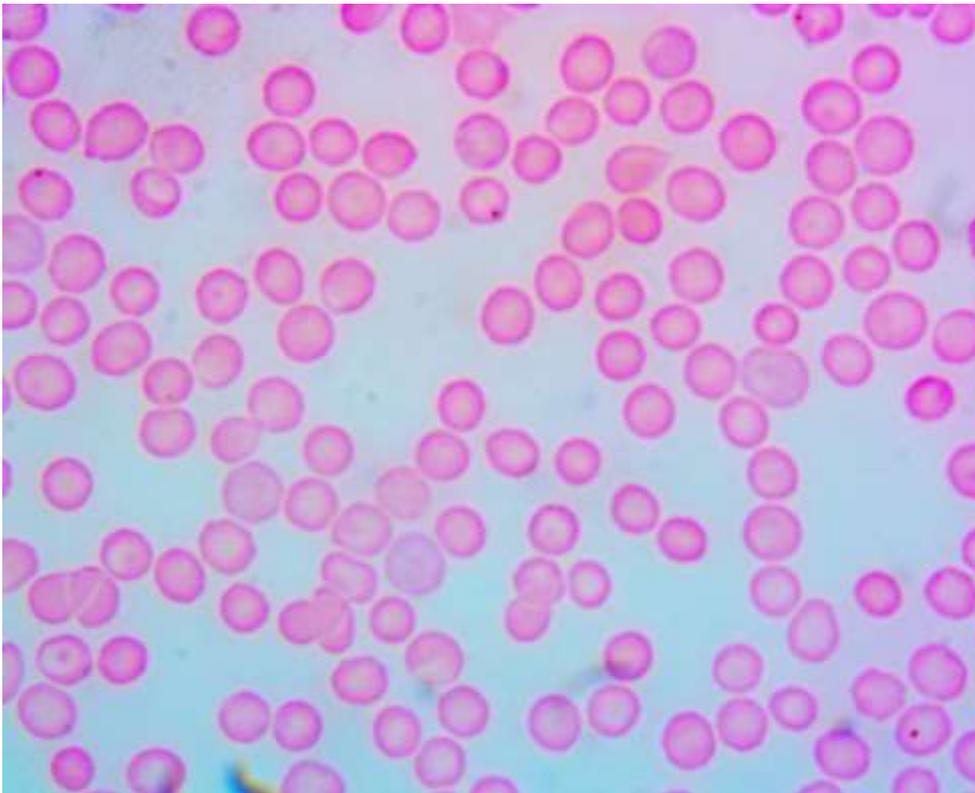
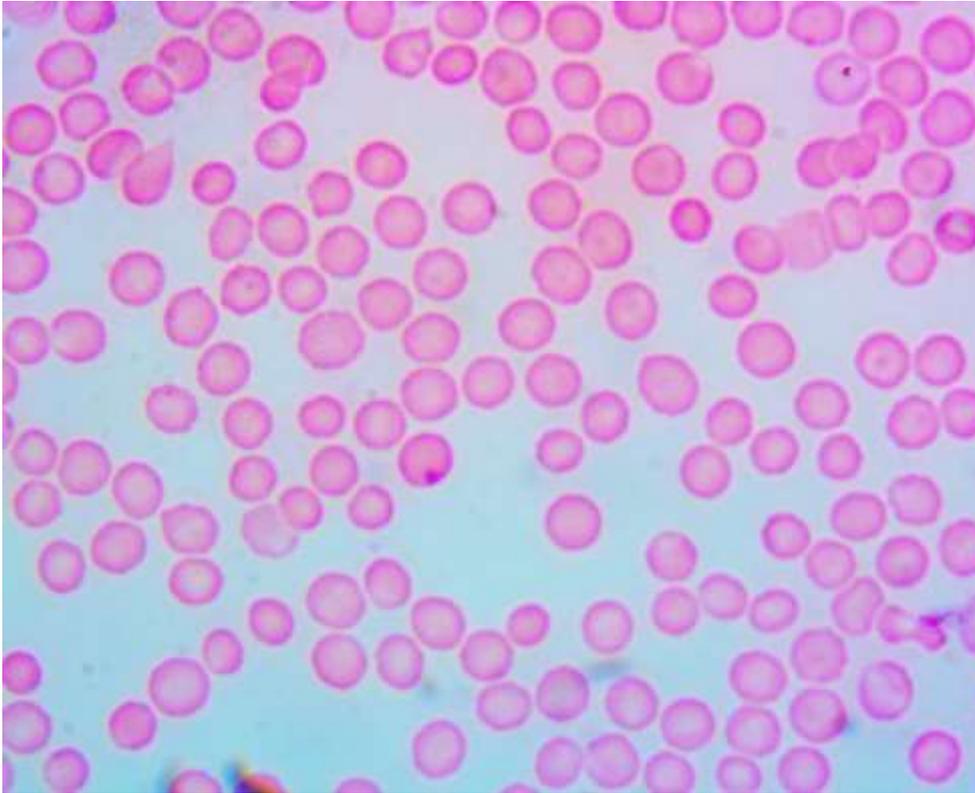
Catálogo de Imagens



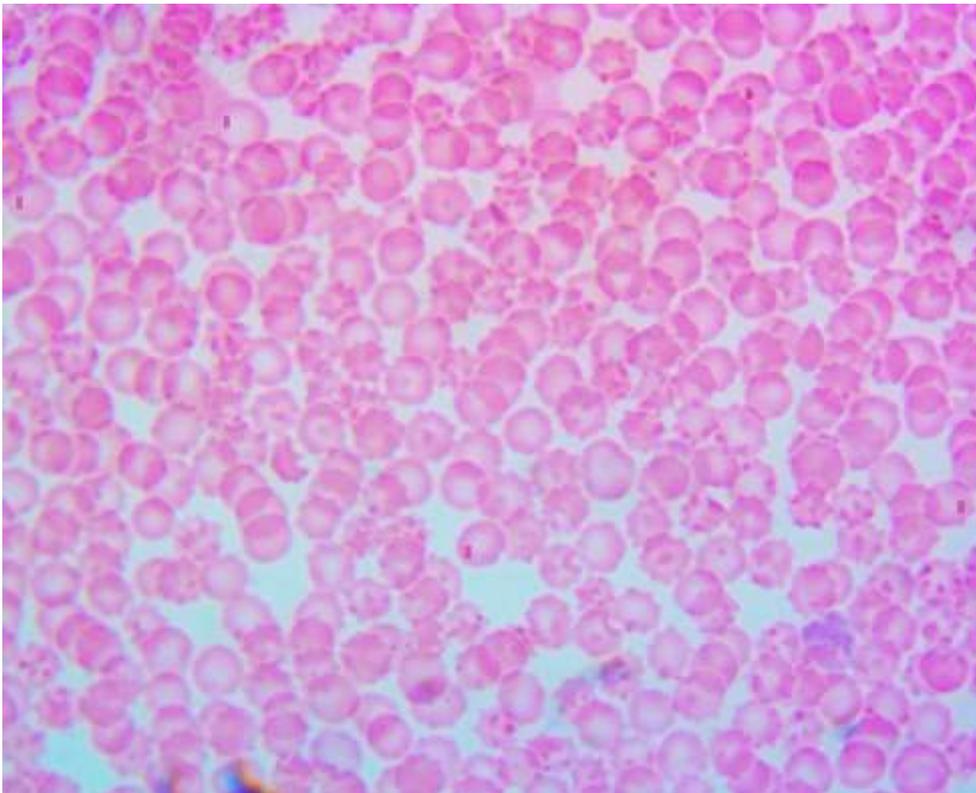
Catálogo de Imagens (com micronúcleos)



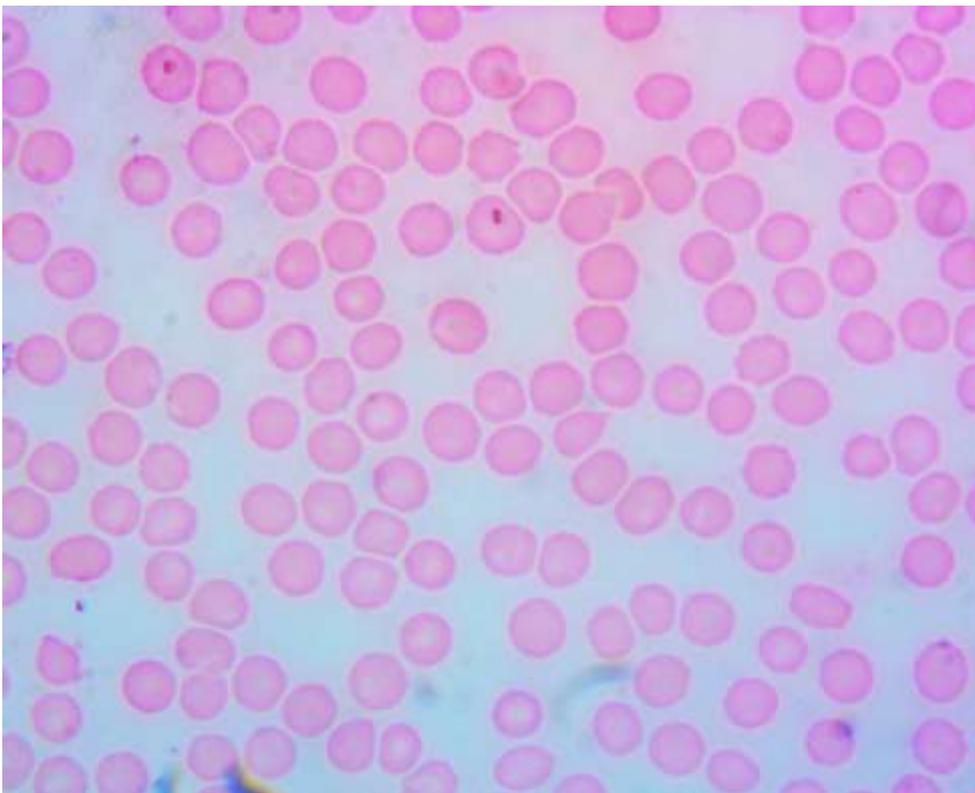
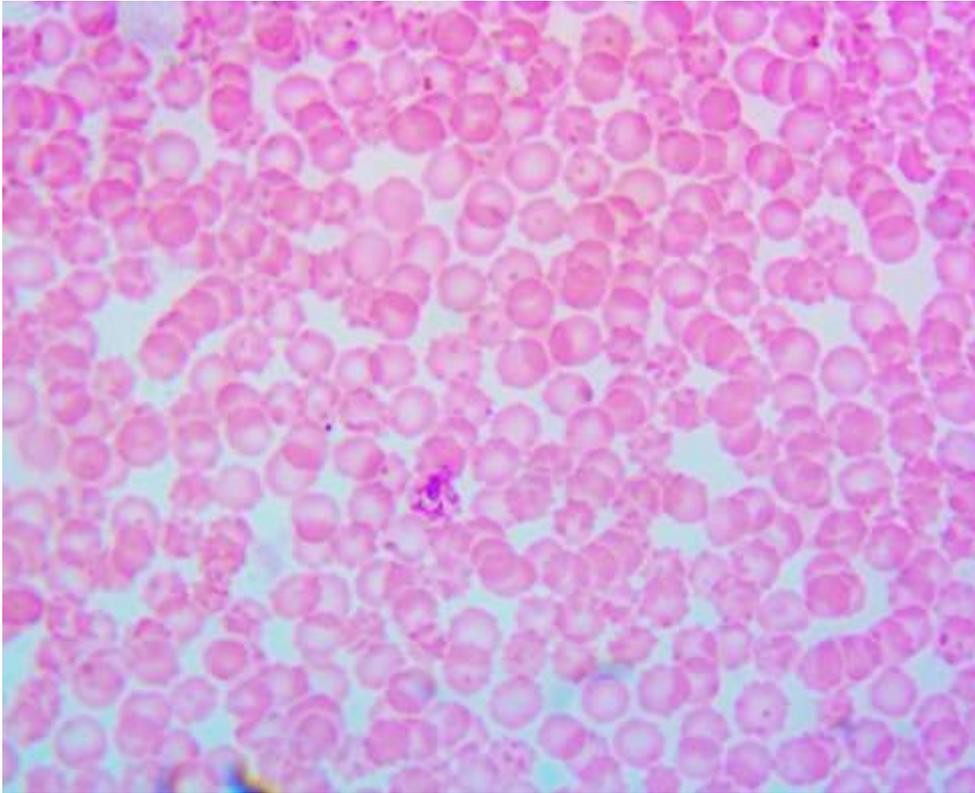
Catálogo de Imagens



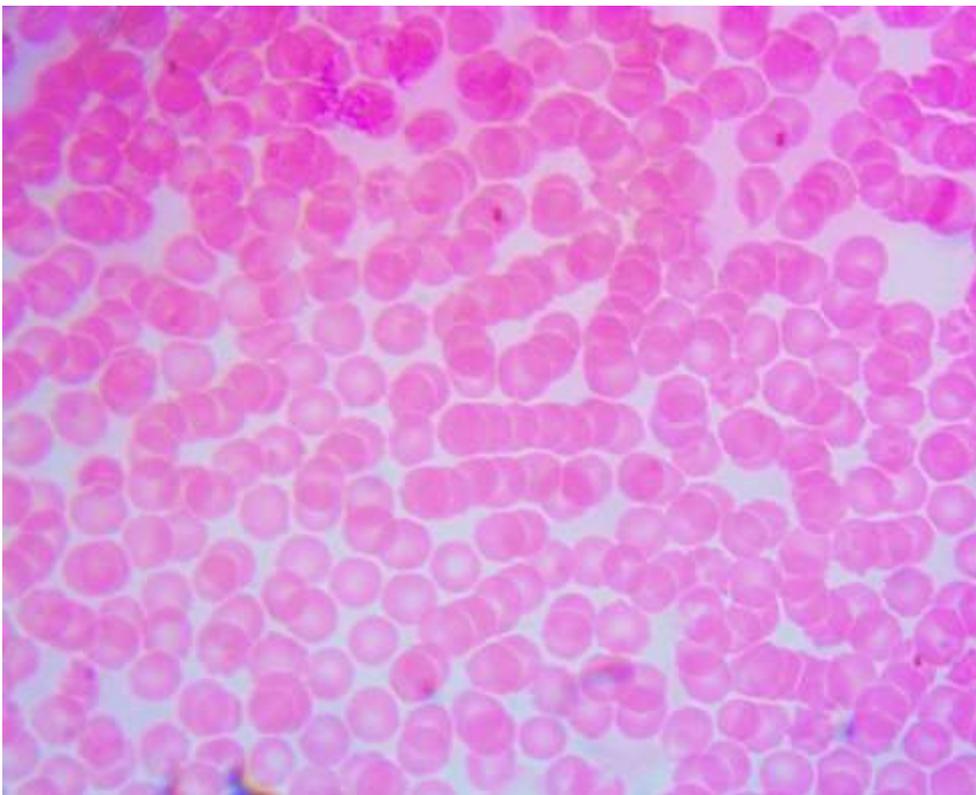
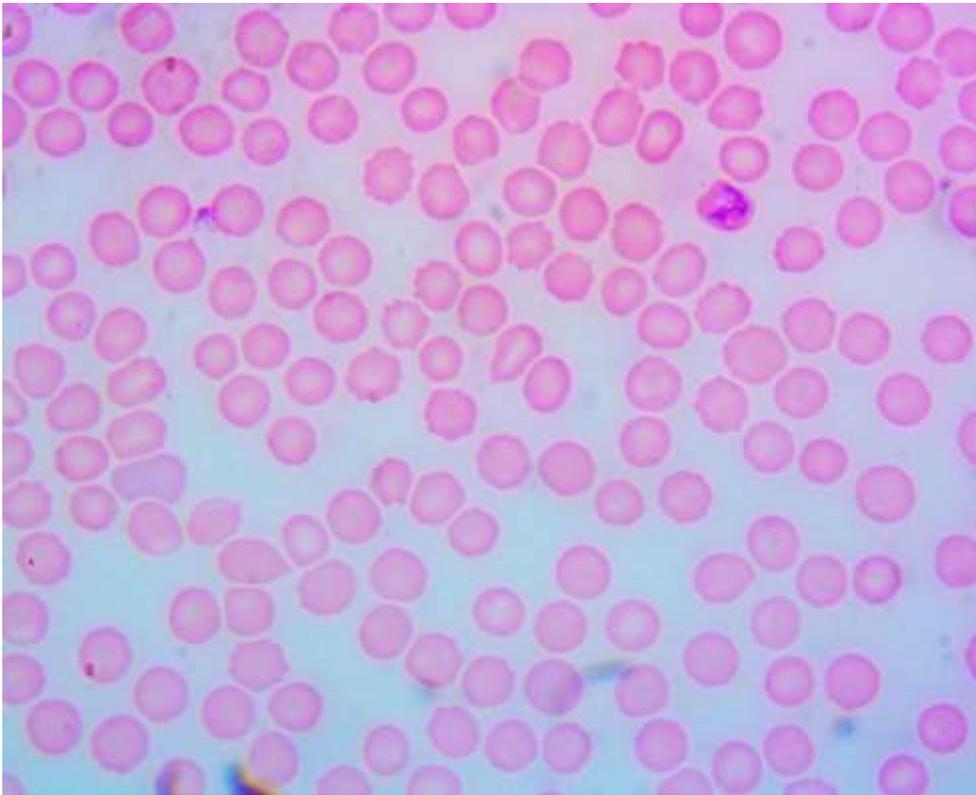
Catálogo de Imagens



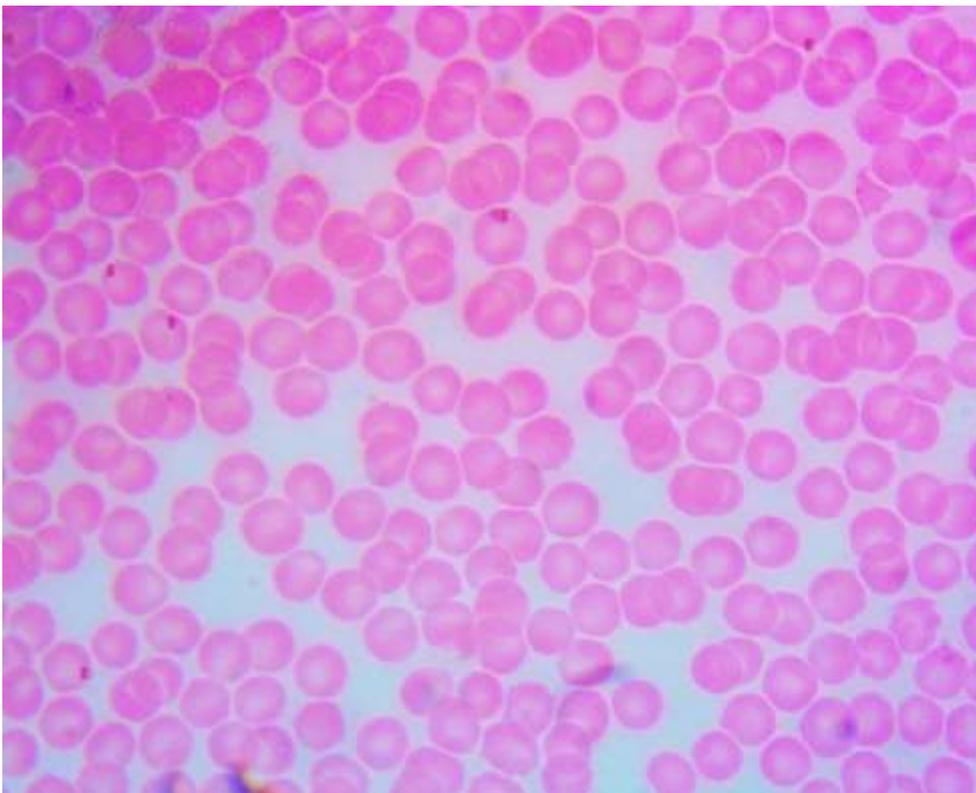
Catálogo de Imagens



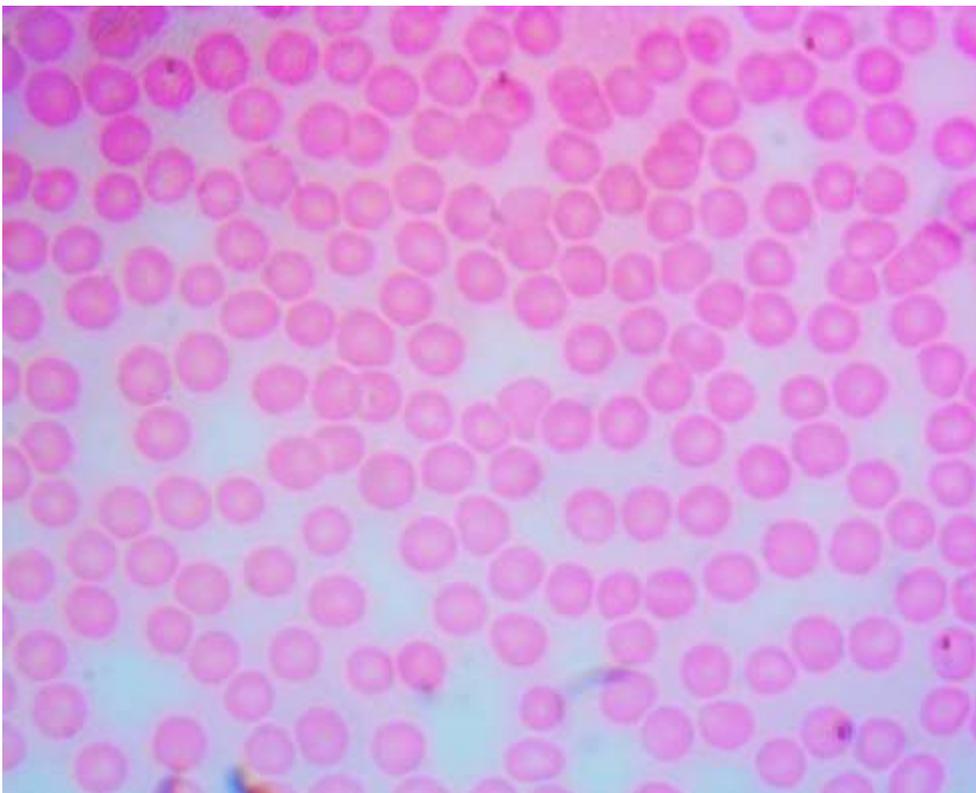
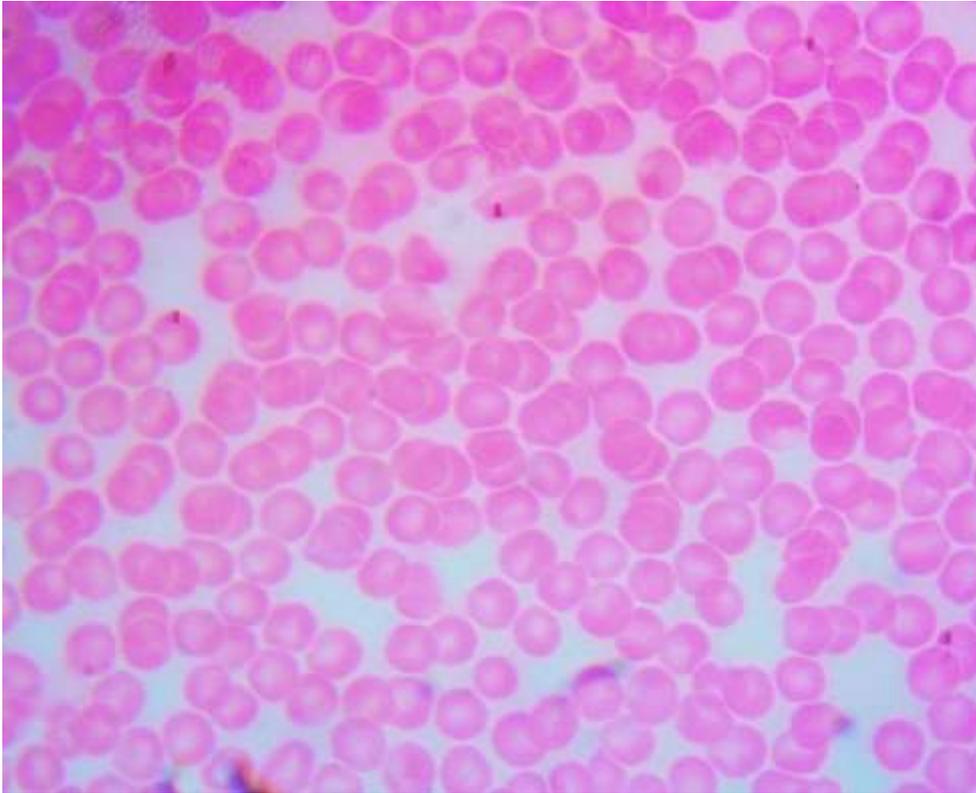
Catálogo de Imagens



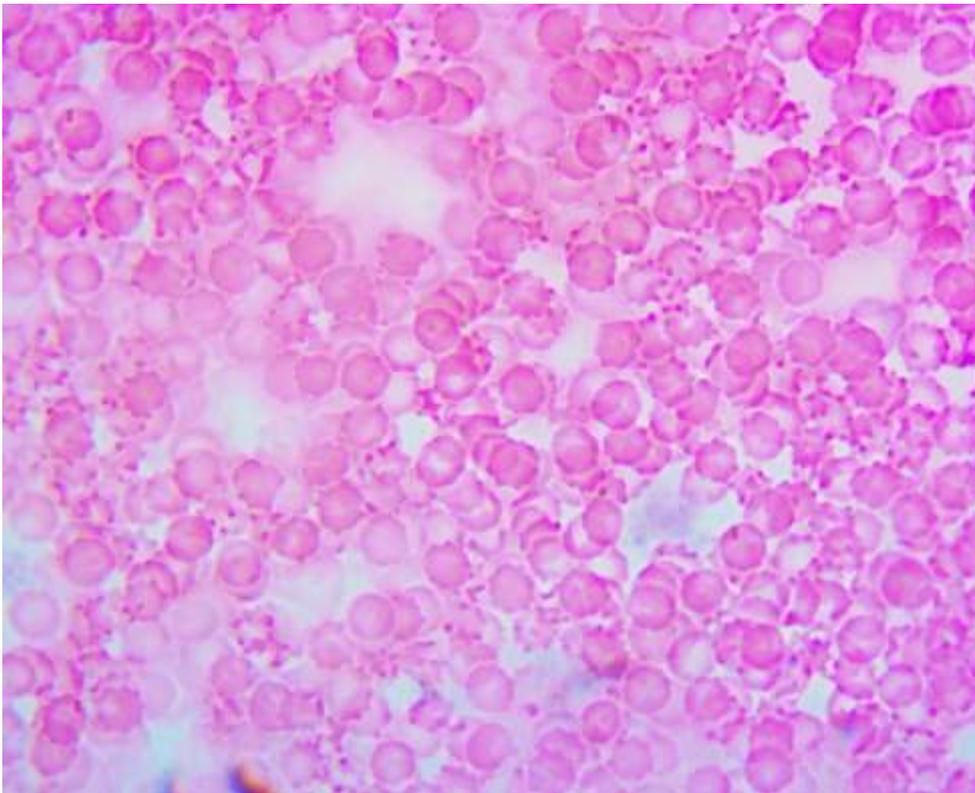
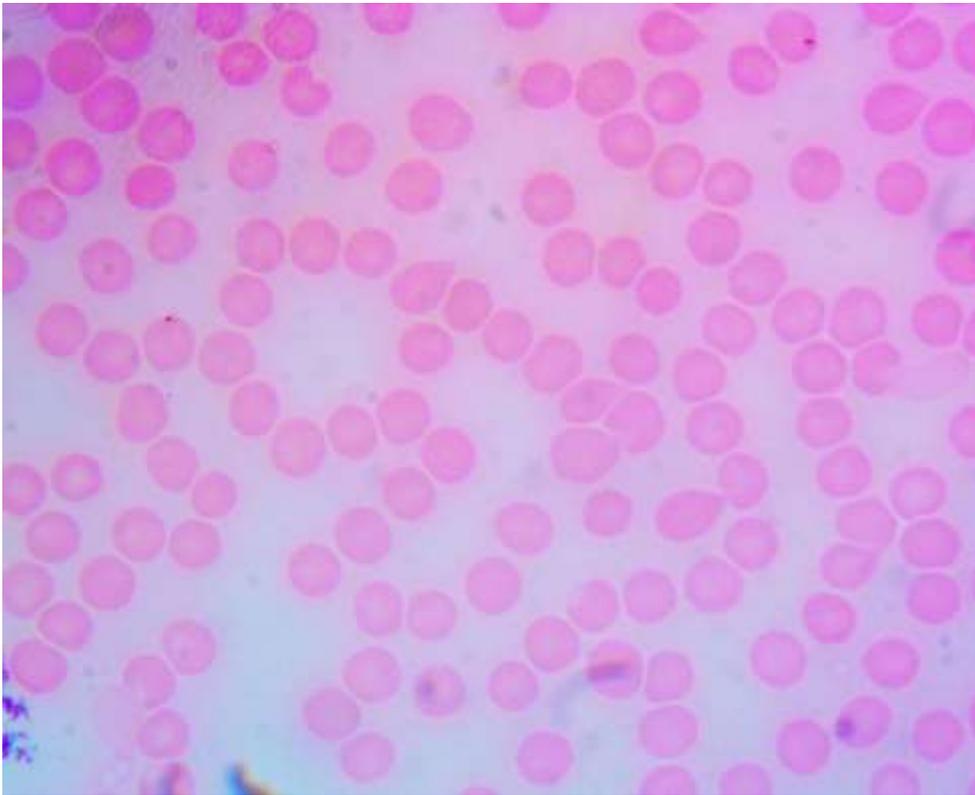
Catálogo de Imagens



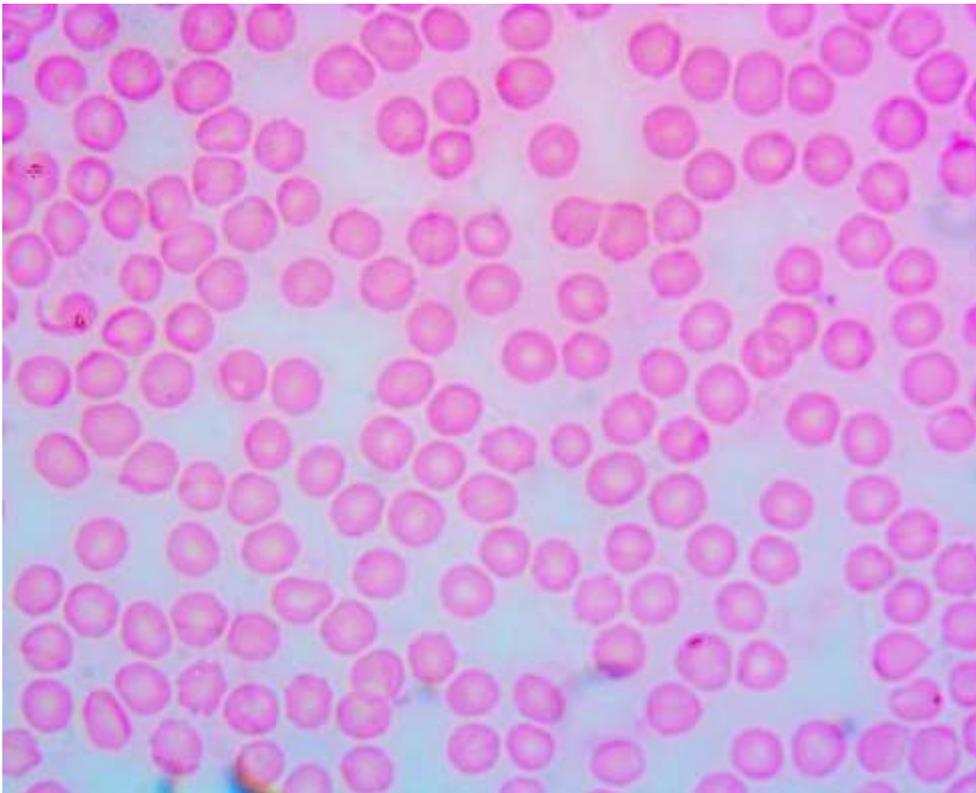
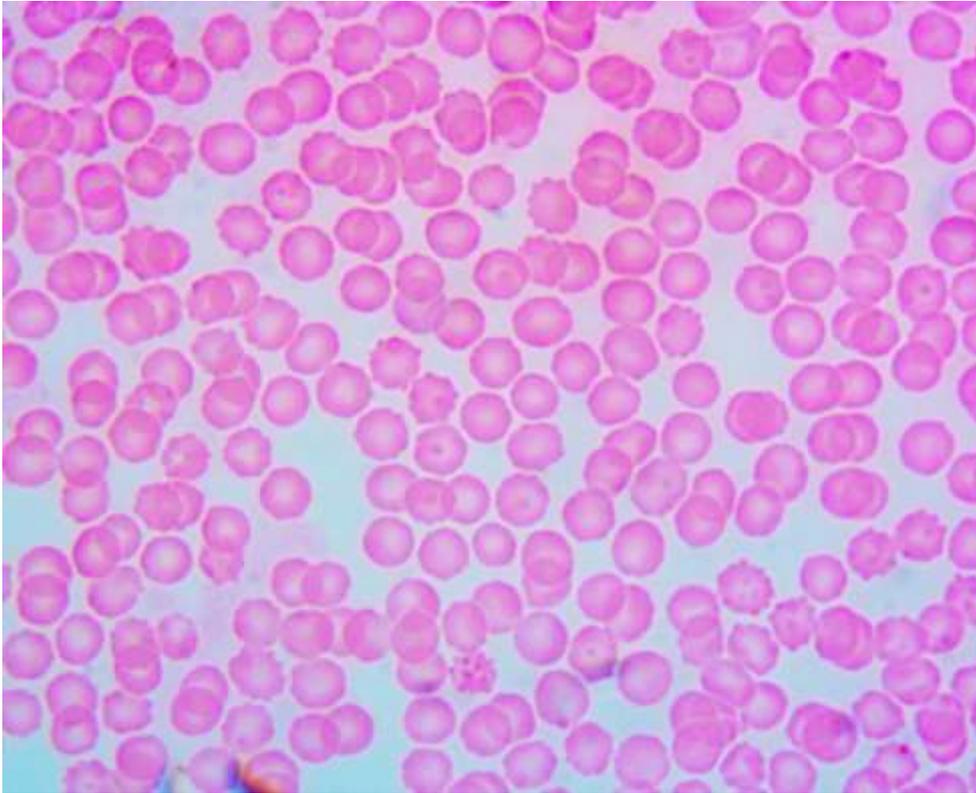
Catálogo de Imagens



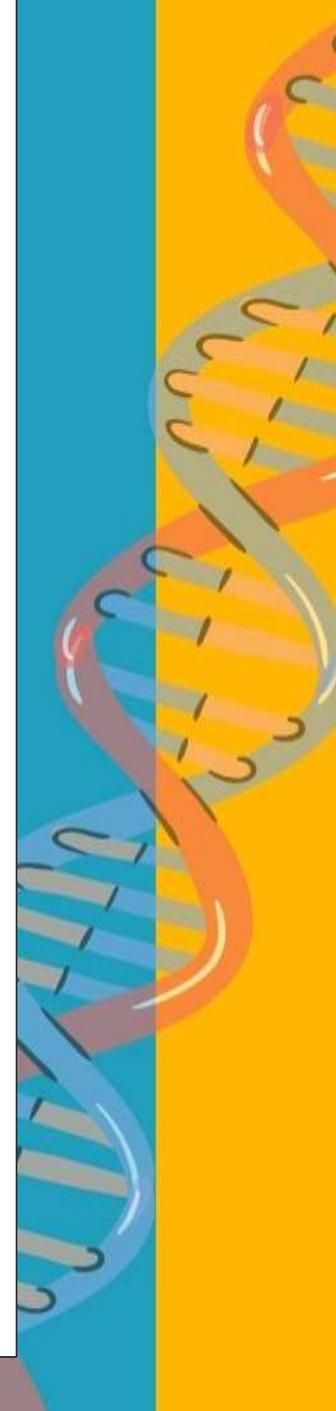
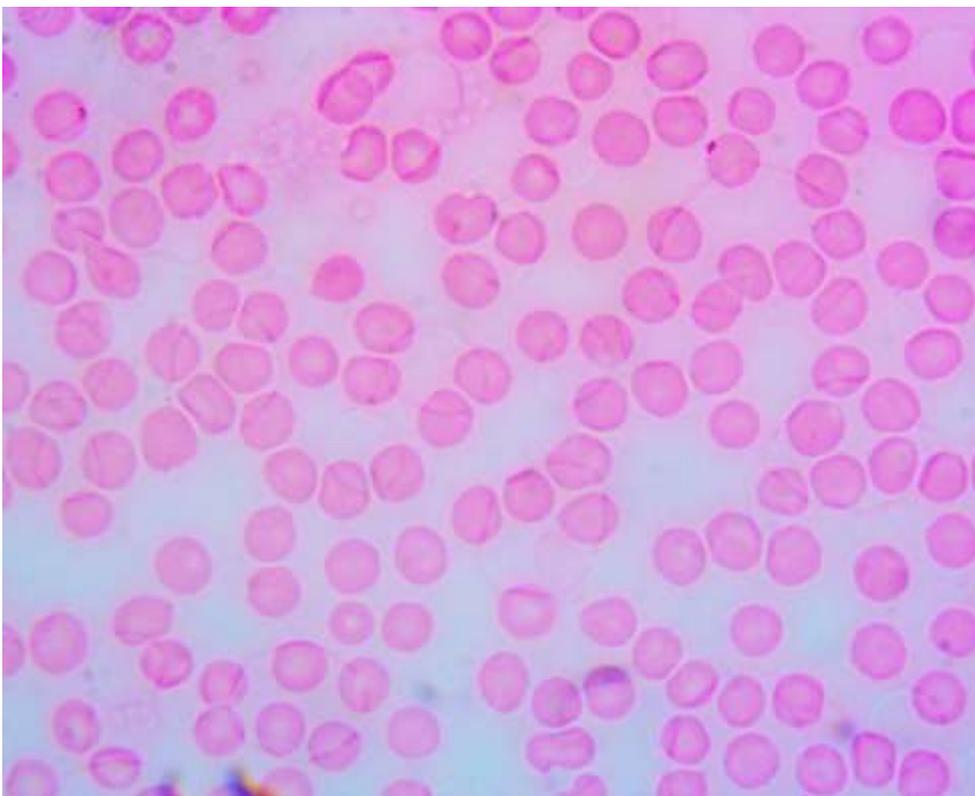
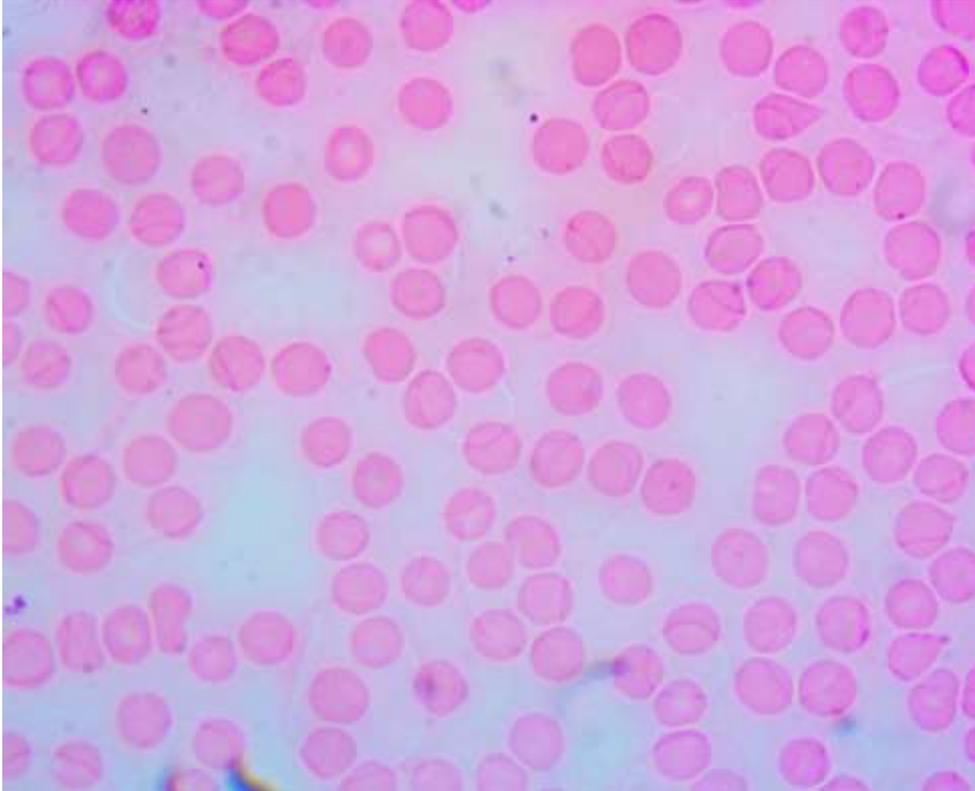
Catálogo de Imagens



Catálogo de Imagens



Catálogo de Imagens



Modelos de Questionários

Aqui propomos a aplicação de questionários, consideradas metodologias mais comuns envolvendo as pesquisas com sequência didática, para com isso verificar a eficácia do ensino e da aprendizagem. Assim, deixamos anexados dois modelos que poderão ser utilizados ou adaptados de acordo com os professores que se disponham a utilizá-los.



QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTO PRÉVIO.**Tópico I: (CR) Do conhecimento básico em citologia.**

Questão 1 (QR01): No ensino de citologia aprendemos que os seres vivos são formados por unidades básicas que podem ser classificadas segundo suas características estruturais. Defina essas unidades e quais suas diferenças.

Questão 2 (QR02): As células eucarióticas são classificadas em animal e vegetal. Você poderia identificar as diferenças básicas entre estes dois tipos de células?

Questão 3 (QR03): Nas células encontramos as moléculas responsáveis pela transmissão das características de cada espécie. Tente explicar a estrutura que envolve tais moléculas nas células eucarióticas.

Questão 4 (QR04): A Teoria Celular pode ser resumida, atualmente, em três pontos principais. Analise e marque a alternativa que não apresenta uma afirmação relacionada com essa teoria.

- a) Todos os seres vivos são formados por uma ou mais células.
- b) Todas as células são formadas por membrana, citoplasma e núcleo.
- c) As células são as unidades funcionais dos organismos vivos.
- d) Uma célula só pode originar-se de outra existente.

Questão 5 (QR05): Costuma-se dizer que as células são formadas por membrana, citoplasma e núcleo. Entretanto, não são todas as células que apresentam um núcleo definido e delimitado por membrana nuclear. Baseando-se nisso, o mais correto seria afirmar que todas as células possuem membrana, citoplasma e material genético.

As células que apresentam núcleo definido são chamadas de

- a) autotróficas.
- b) heterotróficas.
- c) eucarióticas.
- d) procarióticas.

Tópico II: (CR) Do conhecimento sobre divisão celular.

Questão 6 (QRN06): No ensino de genética aprendemos que os cromossomos abrigam as unidades responsáveis pela transmissão das características hereditárias. Quais são essas unidades?

Questão 7 (QR07): você pode explicar qual a importância do processo de divisão celular que conhecemos como MITOSE?

Questão 8 (QR08): As células que formam o corpo de um ser vivo são chamadas de células somáticas. Na espécie humana elas possuem 46 cromossomos organizados em pares, esses são denominados cromossomos homólogos. Você pode dizer qual processo de divisão celular forma novas células somáticas? E descrever e/ou desenhar as etapas da divisão celular?

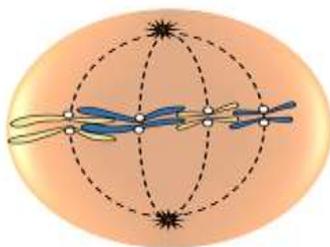
Questão 9 (QR09): O que caracteriza uma célula haploide e outra diploide? Exemplifique.

Questão 10 (QR010): A mitose é um processo de divisão celular que:

- a) leva à formação de duas células-filhas com o mesmo número de cromossomos que a célula-mãe.
- b) leva à formação de duas células-filhas com metade do número de cromossomos que a célula-mãe.
- c) leva à formação de quatro células-filhas com o mesmo número de cromossomos que a célula-mãe.
- d) leva à formação de quatro células-filhas com metade do número de cromossomos que a célula-mãe.

Questão 11 (QR011): Qual estágio da mitose está ilustrado abaixo?

- a) Prófase.
- b) Metáfase.
- c) Anáfase.
- d) Citocinese.



Questão 12 (QR012): A membrana plasmática é encontrada em todas as células e apresenta como função principal controlar a entrada e a saída de substâncias no interior dessa estrutura. Essa membrana é formada por uma bicamada fosfolipídica onde estão inseridas algumas proteínas. O modelo que descreve a estrutura da membrana plasmática recebe o nome de:

- a) modelo de permeabilidade seletiva.
- b) modelo de organização membranar.
- c) modelo fosfolipídico.
- d) modelo do mosaico fluido.

Tópico III: (CR) Do conhecimento sobre cromossomos.

Questão 13 (QR013): Em nós humano a quantidade de cromossomos é diferente de outros seres vivos. Você consegue explicar a quantidade haploide e diploide de cromossomos que temos?

Questão 14 (QR014): Na aula de Biologia, o professor fez a seguinte afirmação: "A produção de ribossomos depende, indiretamente, da atividade dos cromossomos." Em seguida, pediu a seus alunos que analisassem a afirmação e a explicassem. Foram obtidas cinco explicações diferentes, que se encontram a seguir citadas. Assinale a única afirmação correta:

- a) os cromossomos são constituídos essencialmente por RNA ribossômico e proteínas, material utilizado na produção de ribossomos.
- b) os cromossomos são constituídos essencialmente por RNA mensageiro e proteínas, material utilizado na produção de ribossomos.
- c) os cromossomos contêm DNA; este controla a síntese de ribonucleoproteínas que formarão o nucléolo e que, posteriormente, farão parte dos ribossomos.
- d) os cromossomos são constituídos essencialmente por RNA transportador e proteínas, material utilizado na produção de ribossomos.

Questão 15 (QR015): Quando queremos observar os cromossomos, qual a melhor fase da divisão celular para realizar essa tarefa?

- a) Prófase.
- b) Metáfase.
- c) Anáfase.
- d) Telófase.

Tópico IV: (CR) Da percepção do aluno.

Questão 16 (QR016): Como você se define o grau de conhecimento que você tem sobre o assunto abordado pela pesquisa?

- () Extremamente alto
- () Muito alto
- () mediano

- baixo
- muito baixo

Questão 17 (QR017): Em uma escala de 1 a 5, sendo 5 a mais alta. Você acha que precisa desenvolver melhor compreensão do assunto abordado pela pesquisa?

Questão 18 (QR018): Por favor estabeleça seu nível inicial de interesse sobre o tema abordado pela pesquisa.

- Extremamente alto
- Muito alto
- mediano
- baixo
- muito baixo

Questão 19 (QR019): Agora estabeleça o nível de expectativa em relação a sua participação na pesquisa.

- Extremamente alto
- Muito alto
- mediano
- baixo
- muito baixo

Questão 20 (QR020): Em uma escala de 1 a 5, sendo 5 a mais alta. O quanto você se sente com relação ao participar de trabalhos em grupos.

QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTO POSTERIOR.

Tópico I: (CR) Do conhecimento básico em citologia.

Questão 1 (QPR01): No contexto do ensino de Citologia, é amplamente reconhecido que os organismos vivos são compostos por unidades básicas distintas, que podem ser classificadas de acordo com suas características desenvolvidas. Nesse sentido, poderia esclarecer quais são essas unidades elementares da vida, e quais são as diferenças notáveis entre elas?

Questão 2 (QPR02): No estudo da Biologia Celular, é comum classificar as células eucarióticas em dois grandes grupos: células animais e células vegetais. Nesse contexto, seria possível identificar quais são as principais diferenças que caracterizam cada tipo celular?

Questão 3 (QPR03): Nas células encontramos as moléculas responsáveis pela transmissão das características de cada espécie. Tente explicar a estrutura que envolve tais moléculas nas células eucarióticas.

Questão 4 (QPR04): A teoria celular, um dos princípios fundamentais da Biologia, pode ser sintetizada em três pontos principais. Diante disso, qual das alternativas abaixo não apresenta uma afirmação condizente com essa teoria?

- a) Todos os seres vivos são formados por uma ou mais células.
- b) Todas as células são formadas por membrana, citoplasma e núcleo.
- c) As células são as unidades funcionais dos organismos vivos.
- d) Uma célula só pode originar-se de outra existente.

Questão 5 (QPR05): Costuma-se dizer que as células são formadas por membrana, citoplasma e núcleo. Entretanto, não são todas as células que apresentam um núcleo definido e delimitado por membrana nuclear. Baseando-se nisso, o mais correto seria afirmar que todas as células possuem membrana, citoplasma e material genético.

Dentre todos os tipos de células quais apresentam núcleo definido:

- a) procarióticas
- b) eucarióticas vegetais.
- c) eucarióticas animais.
- d) eucarióticas animais e vegetais.

Tópico II: (CR) Do conhecimento sobre divisão celular.

Questão 6 (QPRN06): No contexto do ensino de Genética, é ensinado que os cromossomos possuem unidades básicas responsáveis pela transmissão das características hereditárias de uma espécie. Nesse sentido, você poderia identificar qual é o nome dessas unidades?

Questão 7 (QPR07): Agora, após sua participação na pesquisa você pode explicar novamente qual a importância do processo de divisão celular que conhecemos como mitose de acordo com suas perspectivas?

Questão 8 (QPR08): As células que formam o corpo de um ser vivo são chamadas de células somáticas. Na espécie humana elas possuem 46 cromossomos organizados em pares, esses são denominados cromossomos homólogos. Você pode dizer qual processo de divisão celular forma novas células somáticas? E descrever e/ou desenhar as etapas da divisão celular por mitose?

Questão 9 (QPR09): O que caracteriza uma célula haploide e outra diploide? Exemplifique.

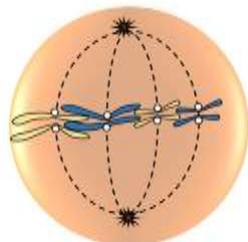
Questão 10 (QPR010): A mitose é um processo de divisão celular que:

- a) leva à formação de duas células-filhas com o mesmo número de cromossomos que a célula-mãe.
- b) leva à formação de duas células-filhas com metade do número de cromossomos que a célula-mãe.

- c) leva à formação de quatro células-filhas com o mesmo número de cromossomos que a célula-mãe.
 d) leva à formação de quatro células-filhas com metade do número de cromossomos que a célula-mãe.

Questão 11 (QPR011): Qual estágio da mitose está ilustrado abaixo?

- a) Prófase.
 b) Metáfase.
 c) Anáfase.
 d) Citocinese.



Questão 12 (QPR012): A membrana plasmática é encontrada em todas as células e apresenta como função principal controlar a entrada e a saída de substâncias no interior dessa estrutura. Essa membrana é formada por uma bicamada fosfolipídica onde estão inseridas algumas proteínas. O modelo que descreve a estrutura da membrana plasmática recebe o nome de:

- a) modelo de permeabilidade seletiva.
 b) modelo de organização da membrana.
 c) modelo fosfolipídico.
 d) modelo do mosaico fluido.

Questão 13 (QPR013): Quando queremos observar os cromossomos, qual a melhor fase da divisão celular para realizar essa tarefa?

- a) Prófase.
 b) Metáfase.
 c) Anáfase.
 d) Telófase.

Tópico III: (CR) Do conhecimento sobre micronúcleos.

Questão 14 (QPR014): Descreva o que são micronúcleos e qual é a sua importância em estudos de toxicologia genética?

Questão 15 (QPR015): Quais são as principais causas de formação de micronúcleos em células eucarióticas?

Questão 16 (QPR016): Qual é a relação entre a presença de micronúcleos em células eucarióticas e o risco de desenvolvimento de câncer?

Questão 17 (QPR017): Como a análise de micronúcleos pode ser usada para avaliar a genotoxicidade de compostos químicos em testes de mutagenicidade *in vitro* e *in vivo*?

Tópico IV: (CR) Da percepção do aluno.

Questão 18 (QPR018): Como você define o grau de conhecimento que você adquiriu após participar da pesquisa sobre o assunto abordado pela pesquisa?

- () Extremamente alto
 () Muito alto
 () mediano
 () baixo
 () muito baixo

Questão 19 (QPR019): Em uma escala de 1 a 5, sendo 5 a mais alta. Você acha que precisa desenvolver melhor compreensão do assunto abordado pela pesquisa?

Questão 20 (QPR020): Após a sua participação seu nível de interesse sobre o tema abordado pela pesquisa é.

- Extremamente alto
- Muito alto
- mediano
- baixo
- muito baixo

Questão 21 (QPR021): Estabeleça o nível de satisfação em relação a sua participação na pesquisa.

- Extremamente alto
- Muito alto
- mediano
- baixo
- muito baixo

Questão 22 (QPR022): Em uma escala de 1 a 5, sendo 5 a mais alta. O quanto você se sente com relação ao participar de trabalhos em grupos.

Questão 23 (QPR023): Em uma escala de 1 a 5, sendo 5 a mais alta. O quanto o professor (pesquisador) proporcionou uma experiência investigativa para os participantes.

Questão 24 (QPR024): Agora estabeleça um nível para seu interesse em participar de outras atividades de ensino com o formato apresentado por esta pesquisa.