

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENSINO**  
**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**TAINAH YASMIN DE PAULA BEQUER**

**A DEFASAGEM NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E O APRENDIZADO DE  
GENÉTICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2021**

**TAINAH YASMIN DE PAULA BEQUER**

**A DEFASAGEM NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E O APRENDIZADO DE  
GENÉTICA**

**THE LAG IN TEACHING CELLULAR BIOLOGY AND LEARNING GENETICS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas, do Departamento Acadêmico de Ensino, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Elizabete Satsuki Sekine

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Lia Maris Orth Ritter Antiqueira

**PONTA GROSSA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

## **A DEFASAGEM NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E O APRENDIZADO DE GENÉTICA**

**TAINAH YASMIN DE PAULA BEQUER**

Trabalho de Conclusão de Curso **APROVADO** como requisito parcial para a conclusão do curso de Licenciado em Ciências Biológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Prof.<sup>a</sup> Dra. Elizabete Satsuki Sekine  
ORIENTADORA

Prof.<sup>a</sup> Dra. Lia Maris Orth Ritter Antiqueira  
COORIENTADORA

Prof<sup>o</sup> Dr. Danislei Bertoni  
MEMBRO DO CURSO

Prof<sup>a</sup> Dra. Adriana Rute Cordeiro  
SEED/PR  
MEMBRO EXTERNO AO CURSO

Ponta Grossa, 18 de novembro de 2021

## RESUMO

A biologia no ensino médio é uma disciplina que trabalha com grande variedade de conteúdos e conceitos, muitos deles são abstratos e requerem um maior entendimento dos alunos para sua total compreensão, tal fato pode ser observado ao se ensinar biologia celular e genética. Estudar biologia pode acabar se tornando desanimador para os discentes, os quais muitas das vezes podem considerar a disciplina somente como memorização de conteúdo. Diante disso, o presente trabalho objetivou analisar se a defasagem no ensino de biologia celular pode comprometer o aprendizado de genética. Para isso, efetuou-se uma investigação junto a alunos e professores de quatro colégios da rede pública estadual da cidade de Ponta Grossa, Paraná. Com os professores realizou-se uma entrevista estruturada com perguntas relacionadas ao ensino de biologia celular e genética, a utilização de recursos diferenciados e a relação entre biologia celular e genética. Já com os alunos foi aplicado um questionário com questões abertas e fechadas abordando de forma mais específica os conteúdos trabalhados em biologia celular. Após a coleta, os dados foram analisados utilizando a metodologia de análise de conteúdo, sendo identificadas para a entrevista um total de 86 unidades de registros que foram agrupadas em 04 categorias, e para o questionário um total de 58 unidades de registros agrupadas em 03 categorias. Adicionalmente a este trabalho, elaborou-se um caderno didático visando colaborar com o ensino de biologia celular, o qual foi inspirado nos aspectos sequenciais proposto por Moreira (2011) para a construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS, já que muitos dos conceitos que são trabalhados servem de base para o aprendizado posterior em genética.

**Palavras-chave:** biologia; ensino; biologia celular; genética; caderno didático.

## ABSTRACT

Biology in high school is a discipline that works with a great variety of contents and concepts, many of them are abstract and require a greater understanding of students for their full understanding, this fact can be observed when teaching cell biology and genetics. Studying biology can turn out to be discouraging for students, who often may consider the subject only as content memorization. Therefore, this study aimed to analyze whether the lag in the teaching of cell biology can compromise the learning of genetics. For this, an investigation was carried out with students and teachers from four public schools in the city of Ponta Grossa, Paraná. A structured interview was carried out with the teachers, with questions related to the teaching of cell biology and genetics, the use of different resources and the relationship between cell biology and genetics. With the students, a questionnaire with open and closed questions was applied, addressing in a more specific way the contents worked on in cell biology. After collection, the data were analyzed using the content analysis methodology, being identified for the interview a total of 86 units of records that were grouped into 04 categories, and for the questionnaire a total of 58 units of records grouped into 03 categories. In addition to this work, a didactic notebook was prepared to collaborate with the teaching of cell biology, which was inspired by the sequential aspects proposed by Moreira (2011) for the construction of Potentially Significant Teaching Units - UEPS, since many of the concepts that are worked on serve as a basis for further learning in genetics.

**Keywords:** biology; teaching; cellular biology; genetics; didactic notebook.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsas a Iniciação à Docência
SEED	Secretária de Estado da Educação
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>08</b>
<b>2 REFERÊNCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1 A biologia e os documentos de orientação curricular.....	10
2.2 Ensino de biologia celular e ensino de genética.....	15
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
3.1 Delineamento da pesquisa .....	22
3.2 Coleta de dados .....	23
3.2.1 Comitê de ética .....	25
3.3 Análise de dados .....	25
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
4.1 Entrevista com as professoras .....	30
4.1.1 Recursos diferenciados utilizados no ensino de biologia celular e genética ...	30
4.1.2 A quantidade e a abstração dos conteúdos trabalhados em biologia celular .	34
4.1.3 Defasagem em biologia celular e aprendizado de genética.....	37
4.1.4 Outros fatores que podem influenciar o aprendizado de genética e biologia celular.....	43
4.2 Questionário com os alunos .....	47
4.2.1 Questões descritivas .....	47
4.2.1.1 Definição de biologia celular e de célula .....	47
4.2.1.2 Conteúdos estudados e a relação com genética .....	50
4.2.1.3 Funções das células e das organelas celulares.....	51
4.2.2 Questões objetivas .....	52
4.3 Material didático para o ensino de biologia celular .....	57
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE A - Questionário alunos .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO A - Parecer Comitê de Ética em Pesquisa – 4.128.907 .....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO B - Parecer Comitê de Ética em Pesquisa (emenda) – 4.317.052 .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO C - Imagens da capa e das páginas citadas no texto do trabalho .....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de biologia faz parte dos anos finais da educação básica, integram essa disciplina os estudos de diversas áreas como botânica, zoologia, evolução, genética, biologia celular, bioquímica, biotecnologia, ecologia, microbiologia, anatomia, fisiologia, histologia, entre outras áreas.

Por trabalhar com grande variedade de conceitos, os quais muitas das vezes são específicos para cada área, os alunos apresentam dificuldades em compreender e estabelecer ligações com os mesmos, e isso pode acabar criando lacunas no ensino e dificultar a aprendizagem de outros conteúdos trabalhados na disciplina.

Estudar biologia pode acabar se tornando desanimador para os discentes, ainda mais se o professor só recorre ao quadro de giz, o que pode funcionar em alguns casos, e não utiliza recursos diferenciados no decorrer de suas aulas visando auxiliar os alunos na compreensão do conteúdo. Dessa maneira, os alunos podem perceber a disciplina somente como memorização de conceitos para as provas e desconexa de sua realidade.

Essa situação pode ser observada no ensino de biologia celular e genética, pois ambas trabalham com um conjunto de conhecimentos muito particular e que podem se tornar abstrato para os alunos. Principalmente pelo uso de termos específicos de cada uma dessas áreas e por conta da quantidade de conteúdo que é estudado. Porém, essa é uma condição bastante comum para a maioria dos assuntos que são trabalhados na disciplina.

É importante ressaltar que não é só a maneira como o professor ministra suas aulas que pode influenciar no ensino, mas outros aspectos como a estrutura da instituição escolar, materiais para a utilização em sala, o tempo disponível que os professores possuem para pesquisar e planejar suas aulas, a ausência de conhecimentos prévios por parte dos alunos e o interesse dos mesmos em estarem em sala de aula para aprenderem, além de outros fatores.

A escolha deste tema para a realização do presente trabalho surgiu a partir de observações realizadas pela pesquisadora enquanto atuou como professora em iniciação à docência no decorrer do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID, durante o período 2018/2019. Pois percebeu-se que os alunos apresentavam dificuldades em relação aos conteúdos trabalhados na disciplina, especificamente quando estudavam biologia celular e genética.



A realização de estudos e pesquisas na área do ensino são de suma importância, pois contribuem para a identificação de fatores que impedem e de que maneira podem impedir o aprendizado efetivo dos alunos. Auxiliando na construção de práticas de ensino que visem superar as lacunas e dificuldades geradas no processo de aprendizagem, além de contribuir com o trabalho do professor em sala de aula.

Esta pesquisa busca responder o seguinte problema: a defasagem no ensino de biologia celular pode comprometer o aprendizado de genética? Tendo como objetivo geral analisar como a defasagem no ensino de biologia celular pode comprometer o aprendizado de genética. E como objetivos específicos, perquirir se há defasagem no aprendizado do conteúdo de biologia celular; investigar as possíveis consequências da defasagem no ensino de biologia celular para o ensino de genética; elaborar um material didático para auxiliar no ensino e aprendizado do conteúdo.

A pesquisa foi realizada em quatro colégios da rede pública estadual da cidade de Ponta Grossa, Paraná. Participaram deste estudo alunos do 3º ano do ensino médio e professores de Biologia. Os dados foram coletados através de entrevistas com os professores e de questionários com os alunos. A análise destes dados ocorreu por meio do método de análise de conteúdo.

## **2 REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A biologia e os documentos de orientação curricular**

A educação brasileira é regulamentada e orientada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9394/96, que além de estruturar o ensino também é uma referência para a organização e realização de um bom trabalho dentro das escolas. A LDB traz definições, conceitos, contextualizações e finalidades para cada nível de ensino, além de estabelecer a utilização da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que define direitos e objetivos de aprendizagem para cada nível de ensino dentro da educação básica (BRASIL, 1996).

Um importante documento que serve como pilar para a construção do currículo da escola, da organização dos conteúdos e da prática docente, são os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000). Neste documento as disciplinas estão agrupadas por áreas de conhecimento, juntamente com Biologia estão incluídas Química, Física e Matemática em ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.

Em relação à disciplina de Biologia, segundo os PCNEM, é importante proporcionar aos alunos um ensino contextualizado apresentando o seu histórico, os motivos para serem realizadas as pesquisas e de que forma ocorrem, mostrando, sempre que possível, que a construção da ciência não é de maneira linear.

Além disso, o aluno deve fazer uso dos conhecimentos de Biologia de forma que possa reconhecer os fenômenos atuantes em seu dia a dia e como estão interligados (BRASIL, 2000). Uma das maneiras desses aprendizados se concretizarem é por meio das habilidades e competências de cada disciplina que estão divididas em representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural.

Com o intuito de complementar os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, foram elaborados os PCNEM+, que têm como um de seus objetivos auxiliar na construção do trabalho escolar por meio de orientações de atividades e de ordenação dos currículos escolares para cada disciplina (BRASIL, 2002).

No PCNEM+ a disciplina de Biologia está incluída, assim como nos PCNEM, na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, tendo vista a

similaridade que ambas possuem na forma de investigação e do desenvolvimento tecnológico, possibilitando assim um ensino interdisciplinar entre essas disciplinas, bem como, com as demais disciplinas das outras áreas de conhecimento.

Em relação às competências e habilidades a serem desenvolvidas na disciplina de Biologia, o PCNEM+ faz uma correlação entre as competências gerais já estabelecidas no PCNEM e as competências específicas para a área de Biologia (BRASIL, 2002), ficando a critério das escolas a forma de como organizar e aplicar essas competências no decorrer dos anos.

O documento também agrupa em 6 principais temas estruturadores os assuntos de maior interesse na disciplina: interação entre os seres vivos, qualidade de vida das populações humanas, identidade dos seres vivos, diversidade da vida, transmissão da vida, ética e manipulação gênica e origem e evolução da vida (BRASIL, 2002, p. 41). Apresenta também para cada tema unidades temáticas e objetivos a serem alcançados pelos alunos, maneiras em que se pode inserir esses temas no currículo escolar e orientações de como o professor pode trabalhar com os temas.

A partir dos PCNs e dos PCNs+ foram elaboradas as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), que ampliam a discussão já iniciada nos documentos anteriores e têm como objetivo “contribuir para o diálogo entre professor e escola sobre a prática docente” (BRASIL, 2006, p. 05). As Orientações Curriculares abordam e discorrem sobre os objetivos, os conteúdos, as abordagens metodológicas e como realizar avaliações referentes a cada disciplina em particular. As quais são divididas por áreas de conhecimento, do mesmo modo que os PCNs. Além de trabalhar questões referentes a elaboração dos currículos escolares.

O documento em questão, assim como os outros dois citados anteriormente, não é de caráter obrigatório, mas sim um aliado do professor e da escola, que por meio da reflexão, busca melhorias no ensino, no aprendizado e na prática docente (BRASIL, 2006).

Referente ao ensino de Biologia, as Orientações Curriculares apresentam a importância de se trabalhar de modo interdisciplinar e contextualizado, devido ao fato de muitos temas trabalhados em aulas estarem ligados diretamente ao cotidiano do aluno, e de fazer com que o discente “[...] compreenda a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente

físico-químico” (BRASIL, 2006, p. 20). Além de estabelecer discussões sobre temas considerados polêmicos envolvendo a disciplina de Biologia, de forma que os educandos possam desenvolver um pensamento crítico e ético frente a essas questões.

O texto apresenta também orientações para os professores de como trabalhar com os conteúdos, com base no que já estava definido e sugerido nos PCNEM e PCNEM+, para a disciplina de biologia e as demais.

Em relação aos conhecimentos a serem estudados nas escolas, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento que estabelece os assuntos fundamentais a serem trabalhados (BRASIL, 2018). De maneira que, independentemente da região do Brasil em que a escola esteja situada, sendo pública ou privada, os alunos tenham acesso e desenvolvam os mesmos conteúdos no decorrer do ano letivo, a partir da elaboração dos currículos e das propostas pedagógicas das diferentes escolas.

A disciplina de Biologia está inserida, juntamente com as disciplinas de Química e Física, na área de conhecimento das Ciências da Natureza e suas tecnologias. A qual deve proporcionar aos alunos o aprofundamento dos assuntos estudados na etapa do ensino fundamental dentro das temáticas matéria e energia, vida, Terra e cosmos, de modo articulado entre as três disciplinas (BRASIL, 2018).

De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018, p. 553) são determinadas três competências específicas para essa área, sendo a primeira delas:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Nesta competência, propõe-se estudar os fenômenos naturais e os processos tecnológicos de acordo com a ligação que ambos possuem com matéria e energia, analisando quais são os perigos e a probabilidade do uso “de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos” (BRASIL, 2018, p. 554).

Diante disso, o documento aponta quais assuntos e conteúdos podem ser trabalhados como a questão da tecnologia para a obtenção de energia, do uso da radiação para tratamentos na área da saúde e no cotidiano da sociedade, de

ferramentas que auxiliem a sustentabilidade e a análise da importância dos ciclos biogeoquímicos e quais são os resultados da ação humana sobre eles. Sempre apresentando aos alunos quais são os riscos e os benefícios da tecnologia para a sociedade (BRASIL, 2018).

A segunda competência específica visa trabalhar com os alunos questões como o surgimento do universo, assim como a vida na Terra e o processo de evolução dos mais diversos grupos de seres vivos existentes, como pode ser observado:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. (BRASIL, 2018, p. 556)

A reflexão desses temas em sala de aula, possibilita ao aluno o entendimento da relação entre a humanidade e o planeta Terra e a importância da natureza e de seus recursos para as diferentes formas de organização dos seres vivos. Além de apresentar aos alunos os limites das pesquisas dentro do campo da ciência, assim como a grande capacidade que possui de descobrir, analisar e investigar. Reflexão essa que pode ser trabalhada também a partir da terceira competência:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, p. 558).

O conhecimento e a compreensão do método científico por parte dos alunos, instiga a curiosidade de pesquisar, analisar e questionar um conhecimento novo de maneira que possam compreender e identificar possíveis equívocos, e a partir disso divulgar os estudos realizados dentro da escola e fora dela também.

Cada uma das três competências apresentam habilidades, as quais devem ser trabalhadas pelo professor de maneira articulada, visando a assimilação dos conceitos por parte dos alunos e o desenvolvimento de competências (BRASIL, 2018). Elas auxiliam na elaboração das aulas e na maneira em que o professor irá trabalhar os conteúdos em sala de aula.

Além das competências específicas para cada área de conhecimento, “as aprendizagens essenciais definidas na BNCC devem concorrer para assegurar aos

estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais” (BRASIL, 2018, p. 08), que devem ser desenvolvidas em todas as etapas da educação básica de acordo com cada fase, garantindo a formação dos discentes em diferentes aspectos como cognitivo, social e cultural (BRASIL, 2018).

Em relação aos documentos legais estaduais, no Paraná os conteúdos de Biologia estão divididos em conteúdos estruturantes de acordo com as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do estado do Paraná, uma forma mais geral de abranger os temas que serão trabalhados e “que identificam e organizam os campos de estudo de uma disciplina escolar” (PARANÁ, 2008, p. 55). Sendo eles: organização dos seres vivos, mecanismos biológicos, biodiversidade e manipulação genética. Os conteúdos estruturantes não devem ser trabalhados de forma isolada, mas relacionado uns com os outros e com as outras áreas de conhecimentos permitindo reflexão entre elas.

Os conteúdos estruturantes também estão relacionados aos conteúdos básicos da disciplina, que são classificação dos seres vivos: critérios taxonômicos e filogenéticos, sistemas biológicos: anatomia, morfologia e fisiologia, mecanismos de desenvolvimento embriológico, mecanismos celulares biofísicos e bioquímicos, teorias evolutivas, transmissão das características hereditárias, dinâmica dos ecossistemas: relações entre os seres vivos e interdependência com o ambiente e organismo geneticamente modificados (PARANÁ, 2008, p. 74).

Um exemplo da ligação existente entre os conteúdos estruturantes é o ensino de Biologia Celular e Genética, o primeiro está articulado tanto com Organização dos seres vivos quanto com Mecanismos Biológicos. Já o ensino de genética, está relacionado tanto com o conteúdo estruturante Mecanismo Biológicos quanto com manipulação genética. Dessa maneira há a possibilidade de integração entre eles.

O Referencial Curricular do Paraná é outro documento importante para o trabalho e organização dos conteúdos, pois:

[...] estabelece os princípios orientadores da Educação Básica a serem considerados na elaboração do currículo pelas redes de ensino e suas escolas. Os mesmos visam à garantia dos direitos e objetivos de aprendizagem dos estudantes e são delineados a partir da trajetória do Paraná, sendo imprescindível afirmá-los no momento de reelaboração das propostas pedagógicas curriculares, pautadas no âmbito da gestão democrática. (PARANÁ, 2018, p. 10)

É importante ressaltar que a parte do Referencial destinada ao ensino médio ainda está em processo de construção, somente está disponível o documento para

as etapas anteriores, educação infantil e ensino fundamental I e II. De igual modo a parte da BNCC destinada ao novo ensino médio, a qual também se encontra em construção.

## **2.2 Ensino de biologia celular e ensino de genética**

É de grande significância para a formação dos alunos o estudo da disciplina de biologia, tendo visto que muitos assuntos abordados são encontrados no cotidiano da sociedade diariamente.

Fato este que, de acordo com Santos (2007), ao referenciar sobre a contextualização no ensino de ciências, destaca que nem sempre os alunos conseguem criar relações com o que é aprendido em sala de aula e com o que ocorre fora dela.

Por isso a importância de um ensino contextualizado, embora muitos professores possam pensar que contextualizar o conteúdo é só relacionar com fenômenos do dia a dia, sem relacionar, por exemplo, com as circunstâncias sociais em que o tema estudado está incluído. Vale lembrar que, ainda que o professor contextualize o conteúdo, isso não é sinônimo de aprendizagem.

Em relação ao ensino de biologia celular nas escolas, o mesmo ainda apresenta muitos problemas, segundo Tanajura (2017) as dificuldades relacionadas ao conteúdo são agravadas por problemas gerais do ambiente escolar, pelo grande número de conteúdos a serem estudados, pela quantidade de aulas semanais de biologia, que não são suficientes para contemplar todos os assuntos, gerando uma aprendizagem “superficial, descontextualizada e mecânica” (TANAJURA, 2017, p. 57).

Outras dificuldades encontradas no ensino da disciplina são a não aplicação de atividades práticas, que também está relacionada a quantidade de aulas e a falta de tempo do professor em elaborar e aplicar essas atividades. Bem como as dificuldades de elaborar algo que realmente auxilie o aluno a compreender melhor a biologia celular (TANAJURA, 2017).

Além da desmotivação dos estudantes em aprender e participar de atividades referentes a biologia celular por conta da defasagem conceitual e da ausência de conhecimentos prévios, acarretando em dificuldades para entender o assunto e

outros conceitos relacionados a esse tema e em fazer ligações entre os conceitos estudados na área da biologia celular e de outras áreas dentro da disciplina de biologia. Já que diferentes áreas dialogam entre si por abordarem os mesmos conceitos, ainda que de formas diferentes, além de serem os conhecimentos prévios uma possibilidade de verificar o quanto os alunos compreendem determinados conteúdos (BANDEIRA, 2011; INVENÇÃO, 2019; TANAJURA, 2017).

O que também pode prejudicar o ensino é a formação que os docentes recebem durante a universidade, que na maioria das vezes é ineficiente tanto no que diz respeito a prática pedagógica, quanto a formação em Biologia (TANAJURA, 2017), podendo criar grandes lacunas a respeito dos assuntos a serem estudados.

É nesse sentido que França e Sovierzoski (2018) vão sugerir em seu trabalho acerca do conhecimento de estudantes sobre a célula animal a necessidade de “repensar a formação de professores, principalmente nas disciplinas que abordam a célula no ensino superior” (FRANÇA; SOVIERZOSKI, 2018, p. 03). Para que essa ausência de saberes por parte dos docentes seja preenchida e reflita positivamente no ensino nas escolas.

Outro ponto que pode ser considerado é a época em que o professor se formou, pois há possibilidade de determinados assuntos não terem tantos estudos ou não estarem incluídos na grade na época, sendo necessária a atualização do docente para trabalhar com estes conceitos que não foram contemplados em sua época de graduação. Vale lembrar mais uma vez que é um conjunto de fatores que podem prejudicar o ensino, e não somente a maneira que determinado professor leciona.

A falta de informação acaba gerando insegurança nos docentes quando precisam trabalhar com certos conteúdos e pode acarretar em um baixo nível de ensino, de acordo com Teodoro (2017, p. 99):

É preciso que os docentes possuam possibilidades de formação e atualização permanente, diversificada e de qualidade, onde possam investigar coletivamente os problemas de ensino e aprendizagem encontrados durante o exercício da prática docente, de maneira a buscar soluções traduzindo-se em mudanças efetivas na sala de aula, visando um ensino de qualidade.

Nesse sentido, ressalta-se novamente que o professor necessita constantemente de formação para aprimorar cada vez mais sua prática docente, tanto por meio de cursos ofertados, se ofertados, através da rede de ensino em que



trabalha, quanto por conta própria, dentro da disponibilidade de tempo em que possui. É importante também conhecer pesquisas na sua área de atuação, bem como nos assuntos em que se sente inseguro.

Além de exercer a “reflexão crítica sobre a sua prática docente”, através das experiências que vai adquirindo com o passar do tempo em sala de aula (FREIRE, 1996, p. 18), buscando sempre identificar o que pode ser melhorado e substituir o que não deu certo em suas aulas.

Ainda referente a formação dos professores de Biologia, Vigario e Cicillini (2019, p.70) identificaram em sua pesquisa acerca do ensino de Biologia Celular, que “as concepções de estudantes e docentes se apresentavam muito próximas e similares”, outra vez apontando possíveis falhas na formação, e que podem comprometer no processo de ensino aprendizagem.

As autoras também identificaram dificuldades em compreender conceitos relacionados a diversidade celular, onde os alunos não demonstraram saber da existência dessas diferenças, a respeito da estrutura e do que compunha uma célula, acerca da classificação celular e da distinção entre célula animal de célula vegetal (VIGARIO; CICILLINI, 2019). Além de relatos referentes a complexidade dos conteúdos e a quantidade de nomes técnicos.

Outros fatores que podem atrapalhar diretamente o aprendizado, no que se refere a disciplina de Biologia, segundo krasilchik (2004) é a falta de interação dos professores juntamente com os alunos e as informações visuais durante as aulas, pois é importante que o aluno visualize o que está sendo estudado no decorrer das aulas para facilitar sua aprendizagem, podendo ser por meio de imagens, ilustrações, fotos, vídeos e filmes.

Uma das maneiras de contornar esse problema, a partir das reflexões de Duré, Andrade e Abílio (2018), seria a utilização de microscópios, lupas, modelos tridimensionais e vídeos didáticos, pois o aluno teria uma referência do que seria, por exemplo, uma célula realmente ao invés de tentar criar em sua cabeça um modelo do qual o professor está tentando passar. Além de serem possíveis “[...] estratégias de ensino que motivem ao estudante a compreensão do assunto de forma significativa” (MAIA *et al*, 2017, p. 160).

Em relação ao uso de modelos tridimensionais, Souza e Messenger (2017) apresentam um modelo celular que pode ser utilizado em sala de aula, assim como pode ser utilizado pelos alunos que apresentam “necessidades educacionais, em

especial, alunos cegos ou com baixa visão” (SOUZA; MESSENDER, 2017, p. 04). Promovendo a inclusão e ampliando “a qualidade do ensino e da aprendizagem” (SOUZA; MESSENDER, 2017, p. 10).

A utilização de jogos didáticos e de outros recursos diferenciados também podem auxiliar no aprendizado dos alunos e reduzindo as dificuldades quando o assunto é biologia celular, assim como apresentado e discutido por Sousa, Oliveira e Vieira (2021), Nicola e Paniz (2016), Guimarães *et al* (2016) e por Fontes, Lima e Santos (2019, p. 06), os quais ainda concluem a respeito da importância de “[...] uma abordagem didática que venha facilitar o conteúdo ministrado de forma adequada usando diversas estratégias e recursos [...]”.

Um outro exemplo, mediante o entendimento de Berezuk e Inada (2010), seria o uso dos laboratórios para auxiliar as aulas, pois são fundamentais para um bom aprendizado, tendo visto que os alunos podem visualizar estruturas a olho nu e outras com a utilização do microscópio. Mas, a realidade em muitas escolas é outra, principalmente no que diz respeito as escolas públicas, onde não se tem uma boa infraestrutura para esses laboratórios e há falta de materiais para a realização das aulas.

No que diz respeito às escolas privadas, os autores constataram que há recursos para serem investidos nesses espaços, principalmente para a compra de materiais e equipamentos, e para manter a organização do local (BEREZUK; INADA, 2010).

Os autores ainda afirmam que a ausência de laboratórios não pode ser utilizada como desculpa para não realizar aulas práticas, os professores devem realizar “adaptações nas suas aulas práticas a partir do material existente”, podem utilizar materiais alternativos que estejam ao alcance tanto dos alunos como do próprio professor (BEREZUK; INADA, 2010, p. 210). Além disso, podem realizar saídas a campo com os alunos, segundo a condição e realidade que cada escola dispõe. Os espaços dentro das escolas também podem, e devem, ser utilizados para esses fins.

Sobre a utilização dos laboratórios, Nascimento (2016) faz lembrar que, as aulas práticas realizadas nesses espaços não asseguram o aprendizado, isso depende também da metodologia que o professor irá utilizar. Segundo pesquisa realizada pelo referido autor, em relação ao conteúdo de biologia celular, as aulas da disciplina são na maioria das vezes expositivas e sem a utilização de aulas práticas.

Também há dificuldade em relacionar entre si os conteúdos trabalhados nas aulas, como já comentado, transformando o ensino em uma “visão limitada da célula e fragmentada dos organismos” (NASCIMENTO, 2016, p. 42).

Ainda segundo o autor, a maioria dos alunos só decora os conteúdos para a prova, enquanto que outros “compreendem a estrutura celular, porém não a percebem como viva e dinâmica” (NASCIMENTO, 2016, p. 44). Por isso é importante práticas que visem contribuir com o ensino de Biologia Celular e com a formação dos professores da disciplina, sejam observando as estruturas celulares, como em microscopia, ou mais voltadas para a experimentação, como a extração de DNA, já que trazem inúmeros benefícios para a formação dos discentes (CARMO; SCHIMIN, 2013; INTERAMINENSE, 2019; MATTA *et al*, 2020; OLIVEIRA; ANDRADE; ARAÚJO, 2019)

Em relação ao ensino de Genética, o mesmo apresenta situações de ensino muito próximas e parecidas aos assuntos relacionados a Biologia Celular, como os encontrados por Araujo e Gusmão (2017, p. 09) que dizem respeito a formação dos professores que não apresenta qualidade, a “descontextualização e defasagem” dos livros didáticos e a ausência de conhecimento prévio por parte dos alunos.

Além dessas dificuldades já citadas anteriormente, os autores também discutem acerca de profissionais docentes que não são formados na área que estão atuando e termos errados e ultrapassados que são passados aos alunos pelos professores, conceitos esses que estão contidos em livro didáticos (ARAUJO; GUSMÃO, 2017).

É possível observar em trabalho realizado por Souza (2017) a presença de conceitos confusos e a ausência de conhecimentos prévios por parte dos alunos no ensino de genética. O qual também observou através das respostas dos alunos participantes que muitos não compreendem o real “significado dos conceitos, fenômeno típico de uma aprendizagem mecânica” (SOUZA, 2017, p. 55).

Ainda em relação a conceitos trabalhados em genética, Justina e Rippel (2003) identificaram algumas respostas equivocadas em relação a informação e a transferência do material genético em seu trabalho. Já Paiva e Martins (2005) perceberam que muitos discentes ainda possuem dificuldades e se mostram incertos com a quantidade de conceitos trabalhados.

Resultados parecidos a estes também foram encontrados por Temp e Bartholomei-Santos (2018) em pesquisa realizada com professores do ensino

médio. Outros relatos dos docentes participantes mostraram que a utilização de metodologias diferenciadas e a busca por recursos que facilitem a aprendizagem de genética torna-se necessária.

Muitos alunos conseguem estabelecer um vínculo com os assuntos trabalhados em genética, como foi identificado por Barni (2010, p. 106 e 108) onde os discentes afirmaram que genética é importante para “se conhecer melhor, conhecer o outro e entender o meio em que vivemos”, atribuindo sentido e importância para os assuntos estudados na disciplina. Porém, alguns alunos consideram estudar genética só se tiver alguma importância para eles, como por exemplo as provas de vestibulares ou cursos da área. Isso não se aplica só a genética, e sim de modo geral no que diz respeito ao ensino de outros assuntos e disciplinas.

Ainda segundo pesquisa realizada pela autora, os alunos consideram necessária a presença do professor e a utilização de uma boa metodologia para explicar os conceitos. Além de relatos, através dos alunos, de que os professores tem dificuldade com o assunto e que “não explicavam a matéria e ficavam dependentes da leitura do livro didático” (BARNI, 2010, p. 110).

Barni (2010, p. 111 e 112) também identificou em sua pesquisa os conteúdos que os alunos consideram mais significativos, como “sistema ABO, doenças genéticas, herança ligada ao sexo, leis de Mendel, mutações, evolução, hereditariedade” e os assuntos que os alunos apresentavam maiores dificuldades, como os cálculos que apresentavam probabilidades, fazendo uso da linguagem matemática em genética, a “biologia molecular e as Leis de Mendel, fragmentação dos assuntos, às poucas aulas disponibilizadas para o aprofundamento dos temas”.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira *et al* (2015) que concluem que é necessário repensar a maneira de ensinar os conteúdos relacionados a genética, buscando novas metodologias e materiais que visem auxiliar tanto o professor quanto os alunos. Como a utilização de mais atividades práticas e cartilhas destinadas aos professores para ajudar na preparação de suas aulas (FERREIRA *et al*, 2015).

Além da utilização de materiais lúdicos de carácter educacional por parte dos professores, como discutido por Pereira-Ferreira *et al* (2017), pois possuem potencial para facilitar a aprendizagem e o ensino de genética, bem como dos demais conteúdos, em sala de aula.

Outra possível saída para superar os problemas e dificuldades que são encontradas no decorrer do ensino de biologia, seja na área da biologia celular ou da genética como discutidos anteriormente, e facilitar a aprendizagem, é a contextualização dos conteúdos que são trabalhados na disciplina, aproximando-o do cotidiano do aluno e de suas vivências, de forma que se relacione com aquilo que ele conhece e auxilie na assimilação dos conceitos.

Uma possibilidade também é o uso da intradisciplinariedade e da interdisciplinaridade ao longo das aulas, apresentando aos alunos como os conteúdos de uma mesma disciplina estão conectados e que quando somados contribuem para uma melhor compreensão do que está sendo estudado. De igual modo, trabalhando com a interdisciplinaridade, evidenciando como a biologia está na química ou na física, não separando as áreas, mas visualizando como ambas interagem entre si e trabalham com os mesmos temas.

### 3 METODOLOGIA

Dentro dos parâmetros da ciência no tocante a execução de um trabalho científico, é necessário a utilização de um método considerado científico. Severino (2013, p. 89) ao conceituar o método científico aponta como sendo “um conjunto de procedimentos lógicos e de técnicas operacionais que permitem o acesso às relações causais constantes entre os fenômenos”. Destaca também que é a soma de um conjunto de atividades, como a observação e a formulação de hipóteses, que levarão a conclusão de um trabalho confiável alcançando os objetivos de pesquisa, o qual permite a identificação de possíveis erros durante a realização das atividades e conseqüentemente a correção do erro repetindo as etapas que constituem o método.

#### 3.1 Delineamento da pesquisa

A pesquisa desenvolvida é de caráter qualitativo, que segundo Minayo *et al* (2002, p. 21-22) tem como objeto de investigação:

[...] um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das reações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

A pesquisa qualitativa trabalha com a subjetividade e com a individualidade do pesquisado, não visando somente a quantificação dos resultados, a análise realizada sobre os dados coletados é grandemente aprofundada e detalhada, todo o processo que é percorrido para se chegar ao resultado é importante, além de servirem para a compreensão dos mesmos, tal como no ambiente onde vai ser realizada a amostragem.

Do ponto de vista de sua natureza, pode ser classificada como sendo aplicada, de acordo com Gil (2018) pesquisas nessa área buscam produzir conhecimentos novos sobre determinado assunto e que seja de interesse para a área de pesquisa, visando a aplicação dos resultados obtidos. Neste trabalho a partir dos resultados alcançados elaborou-se um caderno didático para auxiliar no ensino de biologia celular.

Ainda segundo o autor, do ponto de vista dos seus objetivos esta pesquisa pode ser considerada como exploratória, pois visa identificar a fundo as possíveis causas do problema pesquisado ou elaborar suposições sobre o mesmo (GIL, 2018).

### **3.2 Coleta de dados**

É importante considerarmos desde este ponto todos os atrasos e as modificações que este trabalho sofreu em decorrência da pandemia de Covid-19. Visto que, para todo o planejamento construído, o cenário considerado foi o presencial, porém, com a disseminação do então novo vírus, medidas de contenção e de isolamento foram necessárias.

Com isso, diversos locais públicos e privados paralisaram suas atividades e passaram a trabalhar de forma remota, inclui-se aqui instituições de todos os níveis de ensino de nosso país. Diante desta situação, optou-se por aguardar o início da coleta de dados, porém com o aumento dos casos dia após dia e com a continuação do ensino remoto, optou-se por iniciar a coleta de dados remotamente para que o desenvolvimento desta pesquisa não sofresse maiores atrasos.

Sendo assim, esta pesquisa foi realizada em quatro colégios da rede pública estadual da cidade de Ponta Grossa, Paraná, Colégio Estadual Regente Feijó, Colégio Estadual Professora Elzira Correia de Sá, Colégio Estadual Polivalente e Instituto de Educação Estadual Professor Cesar Prieto Martinez. Anteriormente, considerando o cenário presencial, o local de pesquisa seria somente dois colégios, mas com os atrasos uma das professoras participantes não ficou com nenhuma turma de 3º ano em 2021, o que seria necessário para a segunda parte da pesquisa, e não houve mais respostas de um dos professores e nem interesse em participar, por isso um dos colégios que já haviam aceitado precisou ser substituído. Tentou-se contato com os demais professores dos mesmos colégios que tinham turmas de 3º anos, porém não houveram respostas. Com isso se fez necessário incluir um terceiro e quarto colégio, para que a coleta de dados não fosse prejudicada.

A população participante foram alunos de três turmas do 3º ano do ensino médio de cada colégio, matriculados no turno da manhã, com 18 anos completos ou não, e com seus respectivos professores de biologia. No Instituto de Educação

somente uma turma respondeu o questionário, não foi realizada entrevista com a professora. Os docentes que no momento do estudo estavam por algum motivo afastados da escola ou de licença não participaram da pesquisa. Foram convidados a participarem aproximadamente 230 alunos e 3 professores de biologia.

Os dados foram coletados por meio de entrevistas estruturadas com os professores, e com os alunos foi realizado um questionário com perguntas abertas e fechadas, seguindo uma ordem de perguntas preestabelecidas para cada grupo de pesquisados. A entrevista com os professores foi realizada de forma online utilizando a plataforma *Google Meet*, por isso o convite feito para os docentes participarem da pesquisa foi através do e-mail.

O questionário para os alunos foi elaborado e aplicado através da ferramenta *Google Forms*. O convite para participar da pesquisa foi através de um texto apresentando o acadêmico, o curso, a universidade, os objetivos da pesquisa e explicando o porquê, como seria realizada e os fatores positivos para ensino. O texto e o questionário foram enviados para os alunos pela professora da turma na plataforma *Google Classroom*, local onde são postadas as atividades remotas da rede pública estadual.

Os mesmos parâmetros que foram definidos para a entrevista e para o questionário presencial também foram adotados online, somente o modo foi alterado, de presencial para online. O tempo de entrevista continuou o mesmo, aproximadamente 25 minutos, porém não se pode ter um tempo exato para o questionário, visto que não dá para ter um controle do tempo de respostas dos alunos, somente uma previsão considerando as perguntas, que seria de aproximadamente 10 minutos.

Para a entrevista com os professores, realizada individualmente, foi marcada data e horário de acordo com a disponibilidade de tempo dos docentes participantes, as perguntas feitas foram as seguintes:

- Como normalmente você trabalha com seus alunos Biologia celular em sala de aula? Utiliza algum recurso diferenciado?
- Do seu ponto de vista, quais são os conteúdos trabalhados em Biologia Celular que os alunos mais apresentam dificuldades?
- Com base em sua experiência em sala de aula, é possível dizer que a defasagem no ensino de Biologia Celular, posteriormente, vai comprometer o aprendizado de Genética?



- De que maneira essa defasagem pode comprometer o aprender genética?

Para o questionário com os alunos, as perguntas foram referentes ao conteúdo trabalhado em biologia celular, abordando desde o entendimento do que é o estudo de Biologia Celular até a definições de conceitos específicos da área (apêndice A). O questionário ficou aberto por 30 dias desde a data de envio na plataforma, os alunos tiveram um mês para responderem e não um momento em específico, como considerado no projeto de pesquisa, devido as atuais circunstâncias.

É importante ressaltar que nenhum dado pessoal dos participantes foi e será divulgado ou identificado na pesquisa, garantindo assim total confidencialidade no estudo. Além de que, os pesquisados tiveram a orientação e a oportunidade de que podiam sair a qualquer momento da pesquisa sem nenhuma penalização.

### 3.2.1 Comitê de ética

Após a banca de qualificação e avaliação, o projeto referente a este trabalho de conclusão de curso foi encaminhado no início do ano letivo de 2020 ao comitê de ética para análise, o qual foi aprovado no dia 01 de julho de 2020 (parecer número 4.128.907), anexo A. Para que a pesquisa pudesse iniciar de forma online foi submetida uma emenda explicando como seria o processo, a qual foi aprovada no dia 29 de outubro de 2020 (parecer número 4.371.052), anexo B. Após essa data iniciou-se a coleta de dados.

### 3.3 Análise de dados

Para a análise dos dados, em específico as questões descritivas e a entrevista, baseou-se a análise de conteúdo, que segundo Bardin (1977, p. 42) pode ser entendida como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Dentro deste conjunto de técnicas, foi utilizada uma em específico, a análise categorial, que se divide em três momentos: Pré-análise, Exploração do material e Tratamento dos resultados e Interpretação. O primeiro momento, a Pré-análise, é a organização de maneira geral dos dados colhidos, estabelecendo o *corpus* da pesquisa, ou seja, os materiais que serão analisados. Para isso é necessário passar por algumas etapas como a leitura flutuante, que é o primeiro contato com o material, criando as primeiras impressões sobre o mesmo. Neste momento também são estabelecidos os objetivos, o que será analisado, e as hipóteses, os possíveis questionamentos iniciais que serão verificados no decorrer da análise (BARDIN, 1977).

É preciso também, ainda no mesmo momento, a elaboração dos índices e dos indicadores. Os índices podem ser palavras, frases, conceitos, entre outros, que serão analisados e os indicadores referem-se à maneira como serão analisados e organizados no texto. Ambos servem para auxiliar na análise dos dados e também para o momento de categorização (BARDIN, 1977).

Ainda referente a escolhas dos matérias a serem analisados, Bardin (1977) define algumas regras: Regra da Exaustividade, onde deve-se analisar todos os dados que estejam em mãos não excluindo nenhum, Regra da Representatividade, amostras que representem o ambiente de onde foram tiradas, no caso de muitos dados coletados, Regra da Homogeneidade, os dados colhidos devem corresponder ao mesmo tema, a mesma técnica e a indivíduos semelhantes, e Regra de pertinência, onde os materiais devem estar relacionados a pesquisa a ser realizada.

O segundo momento do método é a Exploração do Material, que compreende a codificação, a enumeração a partir de regras definidas e a categorização. A codificação segundo Bardin (1977, p. 103), pode ser entendida como:

Tratar o material é codificá-lo. A codificação corresponde a uma transformação – efectuada segundo regras precisas – dos dados brutos dos textos, transformações estas que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo, ou da sua expressão, susceptível de esclarecer o analista acerca das características do texto, que podem servir de índices [...].

Ou seja, esse processo permite conhecer as propriedades do texto a partir de cortes que serão analisados, os quais podem ser agrupados em categorias maiores e, assim sucessivamente, auxiliando o pesquisador em sua análise.

Para isso é necessário o recorte em unidades de registro, que podem ser palavras, conceitos, frases, ideias contidas no texto, objetos, entre outros. Esses recortes devem ser realizados de acordo com “às características do material e face aos objectivos da análise” (BARDIN, 1977, p. 104) de modo que mais tarde possam ser agregados em categorias. Para o recorte e análise das unidades de registro, pode se fazer o uso também de unidade de contexto. Essas unidades contribuem para um melhor entendimento de algumas unidades de registro que necessitam da utilização de contexto para serem compreendidas mais a fundo, como análise de falas políticas (BARDIN, 1977).

Ainda nesse momento, faz se o uso de regras de enumeração, que é o “modo de contagem” das unidades de registro. As regras de enumeração podem ser por presença ou ausência de elementos, pela frequência em que estes aparecem no texto, frequência ponderada, intensidade, direção, ordem e co-ocorrência (BARDIN, 1977), pode ser utilizada mais de uma regra por análise.

A categorização é a última parte deste segundo momento, que pode ser entendida como o agrupamento de elementos semelhantes, por meio de uma “investigação do que cada um deles tem em comum com outro”, em uma mesma categoria a qual recebe um título que expressa uma ideia geral sobre as partes contidas nela. A partir da formação das categoriais iniciais pode-se reagrupar as mesmas em outras categorias mais abrangentes até que se formem as categoriais finais (BARDIN, 1977, p. 117 e 118).

O último momento do método consiste no tratamento dos resultados e interpretação, os quais são examinados de modo que se tenha resultados confiáveis e relevantes, estes podem ser organizados em tabelas, gráficos e figuras de maneira que apresentem uma síntese do que foi obtido. A partir da obtenção de resultados confiáveis pode-se realizar deduções e possíveis explicações com base nos objetivos já definidos, além da possibilidade de descobrir outros elementos contidos no texto analisado (BARDIN, 1977).

Para as questões objetivas foram verificadas as respostas corretas, incorretas e as que estavam sem respostas, quantificando o total de cada uma e realizando algumas inferências. Os dados colhidos foram agrupados em uma tabela para facilitar a visualização, e ao final foi realizada a discussão junto da literatura.

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados foram coletados em dois momentos diferentes, primeiro foram realizadas as entrevistas com as professoras de biologia, e depois foi encaminhado o questionário para os alunos. Para ambas as análises foram obedecidos os três momentos da análise de conteúdo que foram explanados anteriormente.

A diferença se deu na escolha dos índices, para a entrevista os índices foram toda e qualquer citação relacionada a defasagem no ensino de biologia celular, a relação entre genética e biologia celular e como a defasagem em biologia celular pode comprometer o aprendizado de genética. Além de considerar também menções de outras frases e ideias que se relacionavam, direta ou indiretamente, com os objetivos deste trabalho.

Já para o questionário com os alunos, os índices foram a menção e a definição de conceitos que se relacionam com a área de estudo da biologia celular, ao entendimento do que é uma célula e ao conhecimento das organelas e suas funções. Os indicadores para organizar os índices foram a frequência de ocorrência e de citação, tanto ao longo da entrevista quanto do questionário.

As unidades de registros foram categorizadas, ou agrupadas, de acordo com as suas semelhanças. O título que cada categoria recebeu expressa a ideia principal das unidades de registros que nelas estão agrupadas.

Após a análise das entrevistas foram identificadas ao todo 86 unidades de registros, as quais estão agrupadas em quatro categorias. Esse agrupamento pode ser observado na tabela 1, a qual apresenta alguns exemplos de unidades de registros e o seu total em cada categoria:

**Tabela 1 – Categorias formadas a partir das entrevistas com as professoras a respeito do ensino de biologia celular e genética**

<b>Categorias</b>	<b>Exemplos de unidades de registro</b>	<b>Total de citação/menção</b>
Recursos diferenciados utilizados no ensino de biologia celular e genética.	“[...] bom a gente trabalha com os modelos né”, “visita virtual”, “quebra cabeça”, “[...] gosto de trabalhar no laboratório”, “[...] maquete comestível”, “[...] eu gosto muito de usar vídeos”.	19
A quantidade e a abstração dos conteúdos trabalhados em biologia celular.	“Acho que compreender os conceitos né”, “É difícil imaginar ali as organelas”, “É um conteúdo que eu acho assim que é muito difícil”, “difícil interpretação”, “[...] um conteúdo que é bem abstrato”.	22
Defasagem em biologia celular e aprendizado de genética.	“[...] o conteúdo já é difícil né, se ele não compreender os conceitos de citologia [...]”, “Bom a defasagem já ocorre lá no primeiro ano né”, “citologia e genética como se fossem coisas distintas”, “com certeza reflete depois em genética”.	28
Outros fatores que podem influenciar o aprendizado de genética e biologia celular.	“Eu acho eles muito imaturos ainda pra estudar célula”, “não tem o hábito de estudar sozinho em casa”, “[...] até por causa da questão de tempo”, “[...] na parte de fazer os cálculos né”, “[...] ausência de formas de ensino como o laboratório”.	17

**Fonte: autoria própria, de acordo com Bardin (1977)**

Dá análise dos questionários dos alunos foram identificadas ao todo 58 unidades de registros agrupadas em três categorias, as quais constam na tabela 2 com exemplos e o total de citação em cada uma. As categorias de cada tabela foram discutidas dentro das devidas seções, individualmente.

**Tabela 2 – Categorias formadas a partir dos questionários dos alunos sobre biologia celular**

<b>Categorias</b>	<b>Exemplos de unidades de registro</b>	<b>Total de citação/menção</b>
Definição de biologia celular e de célula.	“É o estudo das células”, “quem estuda as estruturas da célula”, “é um estudo focado em células”, “unidade básica da vida”, “uma coisa bem pequena que só dá pra ser vista por microscópio”, forma estrutural de todos os seres vivos”.	27
Conteúdos estudados e a relação com genética.	“Células”, “respiração celular, cadeias alimentares, genética”, “genética”, “estrutura de uma célula vegetal”, “Dna, rna, citoplasma”, “[...] tipos de células, tamanhos delas, composições e etc”, “divisão celular, tipos de células e a genética”.	15
Funções das células e das organelas celulares.	“Mitocôndrias-respiração”, “núcleo armazena o material genético”, lisossomos: fazem digestão”, “cada uma tem a sua função”, “cada tecido tem sua célula especializada”,	16

Fonte: autoria própria, de acordo com Bardin (1977)

Para a discussão, os resultados foram separados em duas seções, uma somente para a entrevista com as docentes e outra para discutir os dados do questionário, tanto as questões descritivas quanto as objetivas.

#### **4.1 Entrevista com as professoras**

##### **4.1.1 Recursos diferenciados utilizados no ensino de biologia celular e genética**

Nesta categoria foram agrupadas as unidades de registros que fazem menção as práticas e aos materiais didáticos utilizados em sala de aula para auxiliar na compreensão dos conteúdos de biologia celular e genética. Essas práticas surgiram

quando questionado as professoras como elas trabalhavam normalmente com os alunos biologia celular e se utilizavam algum recurso diferenciado.

Percebeu-se analisando as falas das entrevistadas que há uso de diferentes práticas e recursos em suas atividades docentes. Foram mencionados pelas professoras desde o uso de modelos de células até visualização de células em 3D em sites na internet, como pode ser observado em algumas respostas abaixo. Será utilizado professora 1, 2 e 3 para preservar a identidade, a escolha da numeração foi aleatória:

**Professora 1:** *“Eu prefiro trabalhar mais material didático em sala de aula”.*

*“[...] gosto de trabalhar no laboratório com eles né a parte de microscopia”.*

**Professora 2:** *“Eu prefiro fazer aula prática no laboratório de microscopia né sempre que possível”.*

*“[...] peço pra eles montarem uma maquete comestível”.*

**Professora 3:** *“procuro usar o modelo de célula que a gente tem disponível na maioria das escolas”.*

*“[...] faço a utilização de recurso visual né, como os slides lá as imagens, vídeos.”*

Os recursos e as práticas mais citadas foram o uso de laboratório para trabalhar a parte de microscopia e a utilização de modelos didáticos de células que são confeccionadas pelas próprias docentes em conjunto dos alunos ou são utilizados os modelos existentes nas instituições de ensino em que lecionam. Embora tenham citado o uso do laboratório, não foi mencionado nenhuma prática em específico, somente a parte de microscopia, sem detalhar como é usado o laboratório.

Em relação aos recursos utilizados para o ensino de genética, não houve uma pergunta específica para o assunto como para biologia celular, mas estiveram presentes inúmeras vezes na fala da professora 1. Mostrando que muito possivelmente a docente gosta de inserir estratégias diferenciadas em suas aulas.

Ainda que as demais entrevistadas não tenham mencionado o uso de práticas e recursos diferenciados em suas aulas focados no ensino de genética, não quer dizer que elas não utilizem. Algumas das falas da professora 1, onde há a menção dessas atividades, podem ser vistas a seguir:

**Professora 1:** *“Eu gosto muito de trabalhar fazendo a prática né de extração de DNA.”*

*“Eu faço a árvore genealógica deles pelo site né.”*

*“Eu monto um cariótipo do corpo humano.”*

*“Trabalho as características, são eles mesmos como cobaias.”*

Embora a professora tenha citado a prática de extração de DNA, a qual pode ser utilizada em biologia celular também, ela somente mencionou quando começou a falar dos conteúdos de genética. A prática em questão pode ser utilizada em diversos momentos na disciplina, tanto em genética quanto em biologia celular, pois ambas trabalham com o conceito de DNA.

Outro ponto interessante é a presença da internet nas aulas de biologia, algumas atividades citadas como a árvore genealógica e a visualização da célula em 3D requerem uma conexão de rede e acesso a computadores. O que provavelmente deve estar presente no colégio onde a professora trabalha, porém infelizmente ainda não é algo que alcança todas as escolas.

Foi possível perceber através da fala da professora 3, mencionada acima, que os recursos visuais como imagens e vídeos também são utilizados. Recursos que são simples e de fácil acesso, pois normalmente já são utilizados em sala de aula e não requerem gasto para confecção nem da professora e nem dos alunos, por exemplo.

Essa questão foi abordada pela professora 1, quando ressaltou que para confeccionar alguns materiais didáticos, como a célula comestível, prefere fazer algo que não envolva dinheiro, pois dentro do ambiente escolar os alunos possuem condições financeiras diferentes e podem ficar desconfortáveis frente a necessidade de adquirir algo para realizar a aula.

**Professora 1:** *“[...] , mas daí já entra muita coisa, envolve muitas coisas, muitas vezes dinheiro pra comprar né.”*

*“Fazer muitas coisas que envolva dinheiro né, tenho medo que os mais os que não têm condições as vezes não conseguem levar e acaba se sentindo constrangido né.”*

Essa mesma prática foi mencionada pela professora 2, a qual disse que para fazer a montagem da célula ela mesma compra todas as coisas, como balas e doces que irão representar as organelas citoplasmáticas, assim evita pedir aos alunos pois é algo que pode ter um custo alto:

**Professora 2:** *“[...] , eu compro todas as balinhas de goma tudo que da pra representar [...] as coisas, daí peço pra eles montarem uma maquete comestível.”*



Tal ação é algo muito recorrente no cotidiano do professor, muitas das vezes a escola não pode contribuir porque também não recebe verba o suficiente para adquirir alguns materiais como cartolina, tinta, pincel, entre outros. E o professor se prontifica a comprar ou auxiliar de alguma maneira para que os alunos possam realizar tal atividade.

Há muitas outras práticas, atividades diferenciadas e materiais didáticos que não requerem grande investimento por parte do professor ou dos alunos, e que podem ser utilizados. O importante é que estes recursos estejam inseridos no decorrer das aulas de biologia, pois contribuem com o aprendizado dos alunos e os deixam mais “motivados e interessados” em participarem das aulas, como demonstrado através do trabalho de Nicola e Paniz (2016, p. 375).

Conclusões semelhantes também foram apresentadas por Oliveira, Andrade e Araújo (2019) que destacam a importância da prática de microscopia, que foi uma das práticas citadas pelas entrevistadas, evidenciando que é algo simples de ser realizado e auxilia na compreensão da estrutura das células, já que as ilustrações que os livros didáticos apresentam muitas das vezes são de difícil assimilação (OLIVEIRA; ANDRADE; ARAÚJO, 2019).

Além do mais, os alunos podem se deparar com outras dificuldades relacionadas ao estudo do conteúdo, mas elas podem ser reduzidas através da utilização destes recursos. A confecção destes materiais é relevante para o ensino de biologia celular, bem como para com os demais conteúdos abordados na disciplina (GUIMARÃES *et al*, 2016).

Ainda em relação a práticas no laboratório durante as aulas de biologia, Carmo e Schimin (2013, p.16) ressaltam que atividades como a de extração de DNA de frutas, além de contribuírem com o ensino, transformam os discentes em “sujeitos de sua própria aprendizagem”. Pois contribuem para o “[...] desenvolvimento das capacidades, das habilidades, dos interesses dos alunos e também no envolvimento dos educandos em investigações científicas [...]” (CARMO; SCHIMIN, 2013, p. 15).

É evidente a importância do uso de recursos diferenciados, materiais didáticos e práticas como as de laboratório, e o auxílio que estes trazem para o professor e, principalmente, para os alunos. Desta forma ambos podem superar e prevenir as possíveis dificuldades de aprendizado geradas no estudo da disciplina, por isso os docentes devem procurar conhecer meios diferentes de inseri-los dentro de seus planejamentos e de suas aulas.

E uma forma de conhecer novas formas de trabalhar o conteúdo ou como usar outros recursos e materiais didáticos é justamente a conversa com outros docentes, compartilhando suas vivências em sala de aula e mostrando aquilo que deu certo ou não. Bem como a formação continuada do professor e participação em programas como o Residência Pedagógica e o PIBID, pois ela possibilita a troca de novas aprendizagens e práticas a partir da interação dos alunos de graduação com o professor, e vice-versa.

Como mostra Nascimento (2016), ressaltando a importância desses diálogos entre professores, pois deste modo além de trazer aprendizado também “traz novo ânimo aos docentes, que, muitas vezes sentem-se desestimulados por conta das limitações encontradas em sua ação pedagógica” (NASCIMENTO, 2016, p. 52-53).

#### 4.1.2 A quantidade e a abstração dos conteúdos trabalhados em biologia celular

Nesta categoria estão agrupadas as unidades de registros que fazem menção a grande quantidade de conteúdos e conceitos que são trabalhados em biologia celular, e de como estes conceitos são abstratos para os alunos compreenderem. Muitas destas menções surgiram quando questionado as docentes quais eram os conteúdos trabalhados em biologia celular que os alunos mais apresentavam dificuldades.

**Professora 1:** *“De citologia? Acho que compreender os conceitos né.”*

*“[...] eu levo um bimestre pra fazer eles terem toda a compreensão.”*

**Professora 2:** *“[...] é um conteúdo que eu acho assim que é muito difícil, porque pra quem é formado é muito fácil você falar da célula né [...]”*

*“[...] eu acho que é um conteúdo que é bem abstrato pra eles assim de difícil interpretação.”*

*“Então não é só dificuldades do conteúdo, é dificuldade também dessa parte de ter muita pouca aula pra você trabalhar tanto conteúdo.”*

**Professora 3:** *“Mas eu percebo assim que eles se batem bastante, por ser abstrato, é muito difícil eles conseguirem assimilar.”*

*“[...] eles sabem o que é uma célula, eles até entendem o que é uma célula, mas existe uma dificuldade de assimilar que é isso que forma o nosso organismo.”*

Porém não foi somente nesta pergunta, diversas vezes as entrevistadas voltavam ao ponto da abstração e da quantidade de conteúdos ou justificavam tal dificuldade como tendo esses fatores como influência, não só em biologia celular,

mas na disciplina de biologia em si, até mesmo em genética. Essas menções estavam presentes na fala da professora 1 e 2, como pode ser observado abaixo:

**Professora 1:** *“Muito conteúdo, é demais, é bem trabalhoso essa parte, a gente vai muito tempo trabalhando genética.”*

**Professora 2:** *“[...] anatomia e fisiologia humana que é no segundo ano junto com classificação dos seres vivos que é humanamente impossível trabalhar tudo né. [...] é muito conteúdo pra duas aulas por semana então acaba ficando assim [...] um monte de conteúdo pra eles pegarem o mínimo de cada um pra conseguirem ter.”*

De modo geral, através da entrevista com as docentes foi possível perceber que o conteúdo é abstrato para os alunos, os quais apresentam dificuldade em assimilar e perceber que as células estão presente em seu organismo formando e atuando em todo corpo. E além disso há a questão da quantidade de conteúdo, as professoras precisam vencer todo o conteúdo programado para o ano e ao mesmo tempo se ater as dificuldades dos alunos pensando em como transformar um conceito abstrato em concreto.

A professora 3 em sua fala até faz referência ao uso de recursos no decorrer das aulas, pois é uma forma de tentar auxiliar os discentes em seus estudos em biologia celular fazendo com que o conteúdo seja menos abstrato. E em relação a quantidade de conceitos e assuntos estudados, a professora 2 revela que quando pergunta aos seus alunos no início do ano se eles gostam da disciplina eles dizem que não, porque é difícil e possui muitos nomes. Essas falas podem ser observadas a seguir:

**Professora 3:** *“Então eu percebo isso neles, [...] acaba ficando um conteúdo muito abstrato se a gente não usar nenhum tipo de recurso.”*

**Professora 2:** *“[...] eu sempre pergunto também no começo do ano, eles não gostam da disciplina, mas não gostam nesse sentido que eles acham assim que ela se torna muito difícil porque ela tem muito nome, muita coisa assim, então é complicado.”*

Percebe-se então que muitas das vezes a visão que os alunos têm da disciplina é um pouco negativa, pois associam a biologia como sendo o estudo de nomes e conceitos abstratos em grande quantidade. E infelizmente é isso que pode acabar ocorrendo se não pensarmos em como superar essas dificuldades, como trabalhar e conseqüentemente como auxiliar os alunos.

Essa superação deve começar cedo, em especial para o estudo de biologia celular, nos anos anteriores em ciências ainda, pois como mencionado pela

professora 3 “desde o 7 ano quando a gente começa a falar de célula eles têm uma dificuldade muito grande de entender”. E se essa dificuldade de entender persiste até o ensino médio onde o conteúdo é aprofundado, não haverá aprendizagem total dos conceitos, pois falta a base.

Na literatura muitos autores chegaram a resultados semelhantes em suas pesquisas, tais como Tanajura (2017) e Vigarío e Cicillini (2019), tanto no que diz respeito a percepção e ao entendimento dos conteúdos trabalhados em biologia celular por parte dos alunos, quanto em relação a quantidade de conteúdos trabalhados na disciplina, ao número de aulas e aos conteúdos serem abstratos, tanto na visão dos discentes quanto na dos docentes.

Vigarío e Cicillini (2019, p. 71) ainda concluem que é necessário pensar em meios diferentes de capacitação da ação docente visando “otimizar a qualidade do ensino e da aprendizagem de conteúdos da área da Biologia, principalmente no que se refere à Biologia Celular”. E uma possível forma de otimizar os conteúdos é realizando a contextualização dos conceitos estudados em biologia celular com o cotidiano do aluno, com aquilo que ele vivência quando sai da escola, por exemplo, como discorrem Duré, Andrade e Abílio (2018).

Além disso, apresentar sempre que possível aos alunos possíveis relações entre a disciplina de biologia com as demais disciplinas que compõem a grade curricular. Mostrando como os assuntos podem ser vistos sob os olhares da química ou da física, por exemplo no que diz respeito ao DNA, sua estrutura, ligações, entre outros pontos, já que é um tema que pode se tornar abstrato para os alunos. Essa relação interdisciplinar e intradisciplinar é apresentada e discutida por Krasilchik (2004), e pode ser um bom caminho para a ligação e articulação de conceitos trabalhados em biologia e que os alunos não conseguem correlacionar ou visualizá-los unidos.

Em seu livro a autora apresenta a importância dessas relações, mostrando como elas contribuem com o aprendizado dos alunos e como a sua ausência pode causar impactos não tão positivos para o ensino de biologia:

Por sua vez, a falta de integração intradisciplinar é fonte de grandes dificuldades no aprendizado de biologia. O conteúdo é apresentado dividido em compartimentos estanques, sem propiciar aos alunos oportunidades de sintetizar e dar coerência ao conjunto, o que seria possível se lhes fossem mostradas as ligações entre fatos, fenômenos, conceitos e processos aprendidos. (KRASILCHIK, 2004, p. 50).

Muitas das vezes o professor foca somente em trabalhar os conceitos que os alunos devem aprender porque estes estão no currículo e devem ser estudados, e não na real importância daquele assunto na vida de quem aprende. Por isso os alunos têm a visão de que o conteúdo de biologia é só da biologia e o de química é somente da área da química, sendo que não é bem assim, pois a construção de saberes ocorre de forma integrada.

Em trabalho realizado por Mosela, Martins e Klein (2015, p. 60) em relação aos conceitos trabalhados em biologia celular, foi identificado que “[...] a principal dificuldade se relacionava com o ensino-aprendizagem” desses temas. Não havendo como foco principal a “[...] dificuldade que tiveram em incorporar um conteúdo anterior semelhante, criando um revés na futura assimilação de conhecimento” (MOSELA; MARTINS; KLEIN, 2015, p. 60), e com isso esses conceitos acabam se tornando cada vez mais abstratos no entendimento dos alunos.

Nascimento (2016) em discussão a respeito do ensino de citologia no ensino fundamental, identifica que este tema é trabalhado com os alunos de 7º e 8º anos no início do ano, segundo a autora “[...] por ser base da Biologia, é fundamental que a Citologia seja abordada ao longo de todo ano letivo, sendo relacionado aos demais conteúdos e ressignificado, afim de resultar na aprendizagem significativa” (NASCIMENTO, 2016, p. 38).

Por isso é importante que os conteúdos relacionados a célula, por exemplo, sejam trabalhados desde o ensino fundamental. Para que os alunos cheguem ao ensino médio com uma bagagem de conhecimento eficaz e que possam usar como saberes prévios. Desse modo, também contribui para maior assimilação do novo conteúdo, e conseqüentemente o torna menos abstrato.

#### 4.1.3 Defasagem em biologia celular e aprendizado de genética

Nesta categoria estão agrupadas as unidades de registros que relacionam a biologia celular a genética. Apontando como uma área pode influenciar no aprendizado da outra e de que forma isso ocorre do ponto de vista das entrevistadas.

As unidades de registros que compõem esta categoria emergiram das respostas das docentes quando foi questionado se é possível dizer que a

defasagem no ensino de biologia celular, posteriormente, pode comprometer o aprendizado de genética e de que maneira essa defasagem pode comprometer o aprender genética.

De modo geral, percebeu-se a partir da entrevista que há influência do aprendizado de biologia celular na genética. Ou seja, se o aluno apresenta defasagem em alguns conteúdos de biologia celular, ou até mesmo se ele esquece o que aprendeu, isso de alguma maneira poderá comprometer o seu aprendizado. Algumas das falas indicando a existência da defasagem e se há influência no aprendizado podem ser vistas a seguir, as explicações entre parênteses são inserções da pesquisadora para auxiliar no entendimento do contexto:

**Professora 1:** *“Ah ele com certeza, [...] se ele não compreende os conceitos de citologia ele não vai por exemplo compreender o processo mitose meiose”*

*“Bom a defasagem já ocorre lá no primeiro ano né.”*

*“Ai já vem os conteúdos, que se você imaginar citologia, histologia e genética, pra idade deles e ainda não ter esse hábito (de estudar), isso vai dar uma defasagem muito grande lá no final.”*

**Professora 2:** *“É então sim e não, né. Porque eu não sei o que que acontece com esses alunos assim, [...] você pergunta pra eles né, pessoal vamos falar sobre isso vocês viram lá no primeiro ano, dai eles falam assim como se eles nunca tivessem visto aquilo que você trabalhou. Mas viram.”*

*“Eu acho que pode ser que tenha falta (defasagem), mas se você pegar não só para a genética, se você pegar conteúdos ali por exemplo no segundo ano [...] eles já se perdem e foi um ano antes.”*

**Professora 3:** *“Eu acredito que sim (tem defasagem).”*

*“E com certeza reflete depois na genética, com certeza. Até por isso a gente retoma ali no início do terceiro ano todo o processo de célula e divisão celular né.”*

Observa-se a partir das falas das professoras que a defasagem existe, embora essa afirmação esteja nas entrelinhas nas respostas de algumas entrevistadas, a professora 1 afirma que há e que ela já ocorre lá no primeiro ano. Então de alguma maneira a forma de ensinar e trabalhar com esses conteúdos precisa ser repensada, pois se é notória a existência da defasagem, ela precisa ser trabalhada para que o aluno não tenha atrasos significativos.

Além disso, percebeu-se que ela se relaciona com o ensino de genética, principalmente com a parte conceitual que serve de base para todo o resto dos conteúdos. Segundo a professora 1, pode comprometer o entendimento sobre mitose e meiose, conceitos de divisão celular que são estudados ainda no primeiro

ano, mas que aparecem em vários momentos no terceiro ano na parte de genética, e que dependem do conhecimento de célula, já que ambas são formas da célula se dividir.

São necessários também esses conceitos para o estudo de outros temas dentro da biologia, como em histologia, zoologia, embriologia e a própria evolução, que também é estudada no 3º ano, e se relaciona, por exemplo, no que diz respeito a compreensão do crossing over e da variabilidade genética dos organismos, e a relação com o meio em que estão.

De acordo com a fala da professora 3, no início do terceiro ano o conceito de célula e de divisões celulares são retomados para iniciar os estudos em genética, justamente para que se *“não houver uma base, pra gente colocar uma base ali, pra gente conseguir começar pelo menos com a genética”*. Ou seja, os conceitos básicos envolvendo biologia celular são necessários para compreender a genética, pois todos os processos que serão estudados dependem do conceito de célula, DNA, RNA, proteína, gene, divisão celular e outros.

Isso demonstra a relevância do conhecimento prévio, já que ele serve de base posteriormente. Essa relação pode ser vista na fala da professora 3 a seguir, e que demonstra novamente a importância dos conceitos básicos de célula:

**Professora 3:** *“Eu acho que não é nem direto na lei, eu acho que até mais simples do que isso, as vezes entender o que que é um gene né, quando a gente fala de DNA, quando a gente fala de código genético, [...] o que que é um alelo, o que que é uma característica que tá naquele gene, e aí a partir disso né não entende todo o resto.”*

Muitas das vezes a dificuldade não é nas Leis de Mendel que fazem parte do currículo de genética e são apresentadas logo no início dos estudos aos alunos, como citado pela professora, é na parte conceitual como já discutido acima. Ainda nesse sentido de entender o básico dos conceitos que envolvem a citologia, a professora 1 afirma que são somente 10% dos alunos que realmente compreendem biologia celular e são esses 10% que aprendem genética depois:

**Professora 1:** *“O aluno até por exemplo lá nos primeiros anos, o aluno até entende assim que existe uma célula, consegue até diferenciar uma célula eucariótica de procariótica, até ai ele consegue, mais do que isso é só mesmo 10% que vai ter um conteúdo de que realmente aprendeu, mais do que isso não, e é esses 10% que vão lá na frente saber genética, o restante só vai levar levando.”*

Mais uma vez é possível perceber através da fala da docente que se há um aprendizado profundo e significativo, isso contribui posteriormente para a assimilação dos conceitos de genética. Enquanto que se o aluno tem uma aprendizagem muito superficial ou se há pouca compreensão do assunto, ele não vai ter um aprendizado de qualidade. Pois ele precisa ter conhecimento dos conceitos estudados anteriormente, para conseguir estabelecer ligação com os novos que serão apresentados, para conseqüentemente entender o conteúdo.

Outra questão importante a ser considerada e que foi mencionada na entrevista, é que os alunos muitas das vezes acabam esquecendo os conteúdos que foram estudados. E quando se deparam com os novos conceitos não conseguem compreender, porque não lembram do que foi visto nos anos anteriores, e isso também está relacionado a quantidade de conteúdos na disciplina, como discutido na seção anterior.

O esquecimento dos alunos relacionado ao não entendimento dos conceitos de genética e a defasagem em biologia celular, foi citado pela professora 2, a qual ressalta que não é só em genética que isso ocorre, mas em outros conteúdos como classificação dos seres vivos em unicelular, pluricelular, procarionte e eucarionte, no segundo ano:

**Professora 2:** *“[...] se fosse pra pensar né, que citologia é no primeiro ano e genética é no terceiro, mas daí citologia é no primeiro e essas comparações aí de segundo ano aparecem de novo, aí eles também as vezes esquecem.”*

A professora 2 também menciona que a formação dos professores pode estar relacionada com o não aprendizado dos conteúdos em biologia celular, pois as vezes o próprio professor da turma tem defasagem nos conceitos que ele está ensinando, por conta de lacunas que ficaram abertas na época da graduação e da forma que ele aprendeu:

**Professora 2:** *“[...] porque também não culpo só os professores, [...] a gente sempre aprendeu assim era aula teórica de manhã, prática de tarde, teórica de manhã. Então não tinha muito essa contextualização de tentar pensar como que a gente podia ensinar.”*

*“[...] a gente fala do microscópio eletrônico, mas nunca vi né, eu só vi em fotos e tal, a aula que a gente tinha era só ver eletromicrografia e só.”*

*“[...] nesse sentido eu acho que dá essa defasagem da gente também, que pode ser que comprometa um pouco o ensino [...]”*



A formação do professor também deve ser considerada no processo de ensino, pois se ele tem defasagem em certos conteúdos, terá dificuldade em trabalhar com os alunos. Porém é importante ressaltar que o professor não termina nunca seus estudos, pois ele sempre deve buscar atualizações em sua área tanto no que diz respeito ao conteúdo, quanto a formas de ensinar.

O fato das disciplinas e dos conceitos serem apresentados aos alunos de modo fragmentado foi mencionado pela professora 2 e 3, que acreditam que isso também contribui para a defasagem dos conteúdos e para a não ligação entre biológica celular e genética, pois os alunos muitas das vezes não conseguem explicar os conceitos de genética em nível celular:

**Professora 2:** “[...] acho que eles não ligam essas disciplinas, eles acham que é tudo separadinho também. Citologia e genética como se fossem coisas distintas.”

**Professora 3:** “Não consegue compreender e assimilar o todo, parece que eles vão sempre aprendendo assim separadinho, eles não conseguem juntar tudo.”

“[...] ele pode até saber fazer um cruzamento, esse é o problema no meu ponto de vista assim, ele pode até ser treinado ali pra fazer um cruzamento, mas se você pedir pra explicar o que que é aquilo a nível celular ele não vai saber.”

É possível perceber através das falas das professoras que os alunos não conseguem correlacionar biologia celular a genética, sendo que são áreas que estão totalmente ligadas. Além disso percebe-se também a presença de uma aprendizagem mecânica onde o aluno é “treinado” pra fazer cruzamentos, ele sabe que precisa cruzar os alelos para saber se algum descendente será afetado por alguma doença, por exemplo, mas não consegue compreender o mecanismo biológico entre esses cruzamentos a nível celular.

Falta aos discentes a assimilação de que a genética do terceiro ano está dentro da célula que é estudada lá no primeiro ano, e é isso que talvez não esteja claro na cabeça dos alunos, não dá pra separar a genética da biologia celular, elas estão ligadas. Por isso que para entender os conceitos de genética é preciso ter o mínimo de conhecimento de célula e seu funcionamento.

Um exemplo que mostra essa correlação entre áreas é o DNA, o DNA que é relacionado a diversas mutações em genética é o mesmo DNA que se duplica e é transcrito lá na biologia celular. Os alelos de um gene que são utilizados para a realização dos cruzamentos dentro da 1ª e 2ª Lei de Mendel, são os mesmos genes

que carregam informações para a síntese de proteínas. E essas proteínas que são sintetizadas através das informações contidas nos genes, são aquelas estudadas lá no terceiro ano relacionadas a expressão de diferentes características.

De uma forma ou outra a genética cruza com a biologia celular, e é interessante que o professor tenha isso em mente para que sempre que possível ele relembre esses conceitos em suas explicações. Tentando fechar as lacunas que possam ter ficado abertas quando trabalhado com os conteúdos de biologia celular, pois posteriormente essa bagagem de saberes precisará ser aberta.

Em relação a defasagem e a dificuldade dos professores em trabalhar com os conteúdos, principalmente com aqueles relacionados ao ensino de genética como o DNA, Teodoro (2017) identifica questões semelhantes em sua pesquisa. Mostrando que as dificuldades vão desde formas de ensino presentes na graduação, tanto da parte específica do currículo de biologia quanto de práticas de ensino, até ao conhecimento de certos assuntos que na época da formação dos docentes eram novos e não compunham a grade do curso (TEODORO, 2017).

A autora ainda conclui sobre a importância da atualização profissional do professor, para que ele possa ter “subsídios necessários para avaliar, repensar e modificar sua prática docente, no sentido de favorecer o melhor ensino e aprendizagem para os seus alunos” (TEODORO, 2017, p. 98).

Sobre a defasagem em biologia celular e o aprendizado em genética, Temp e Bartholomei-Santos (2018) perceberam através da fala de professores que os conteúdos estudados nos anos anteriores são necessários para que o aluno compreenda os conceitos de genética. E alguns dos conteúdos identificados são da área da biologia celular, tais quais “DNA”, “RNA” e “síntese de proteínas” (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2018, p. 86), além de conteúdos da área da matemática também.

Franzolin (2012) em sua tese encontra resultados semelhantes para os conceitos básicos necessários para a aprendizagem em genética, evidenciando mais uma vez divisão celular, síntese de proteína, estrutura do DNA, código genético, noções de célula, entre outros. Ou seja, conceitos que fazem parte do ensino de biologia celular no primeiro ano e que servem de base para o aprendizado em genética. Invenção (2019) também identifica essa relação entre conhecimentos prévios e aprendizagem de genética, destacando as áreas da biologia celular, bioquímica, matemática e interpretação de texto como importantes neste processo.

Percebe-se como o aprendizado de genética se relaciona com os conhecimentos já estudados, de modo que para o aluno ter um total aprendizado do conteúdo, ele precisará acessar de alguma forma esses saberes anteriores. Considerando a área da biologia celular como sendo um desses conhecimentos básicos para o aprendizado de genética, se o aluno apresenta alguma defasagem conceitual, ele possivelmente terá dificuldade em compreender o conteúdo de genética.

Uma vez que esses conceitos serão necessários para estabelecer uma ponte para a passagem desses novos conhecimentos, se eles não estiverem presentes, não têm como serem assimilados. Neste sentido, destaca-se a importância de trabalhar com a biologia celular de modo eficaz, visando impedir ao máximo uma possível defasagem conceitual.

#### 4.1.4 Outros fatores que podem influenciar o aprendizado de genética e biologia celular

Nesta categoria estão agrupadas as unidades de registros que fazem menção a outros fatores que podem influenciar no aprendizado de genética e biologia celular. Essas citações emergiram no decorrer de toda a entrevista, pois não houve nenhuma pergunta específica para tal categoria.

Através da fala das professoras foi possível perceber que esses fatores vão desde a idade dos alunos até a utilização de laboratórios, como pode ser observado a seguir:

**Professora 1:** *“Primeiro que nossos alunos eu acho assim que eles tão indo muito imaturo pro primeiro ano, eles são muito criancinhas né lá no primeiro ano.”*

*“É muitas das vezes não tem acompanhamento dos pais porque o pai trabalha o dia todo, eles ficam sozinhos, não tem o hábito de estudar sozinho em casa.”*

**Professora 2:** *“[...] são duas aulas por semana só né de biologia.”*

*“[...] até por causa da questão de tempo.”*

**Professora 3:** *“Ausências de forma de ensino como o laboratório.”*

*“[...] um microscópio disponível né. Então fica até inviável né dependendo do tamanho da turma, então isso dificulta o aprendizado.”*

É possível perceber através da fala da professora 1 que a idade pode ser considerada um fator de influência para o aprendizado, pois segundo ela os alunos são imaturos ainda quando chegam ao ensino médio, pois acabaram de deixar o ensino fundamental II que possui uma organização diferente. E ao se deparar com a grande quantidade de conceitos e conteúdos considerados abstratos logo nesse momento de transição, pode ser que reflita de alguma maneira no processo de assimilação, até mesmo pela forma de estruturação das disciplinas no ensino médio ser diferente do ensino fundamental ou pela questão do aprofundamento e detalhamento desses conteúdos.

Outro fator ainda citado pela mesma professora é a ausência de acompanhamento dos pais, algo que infelizmente ainda é muito recorrente em toda a educação básica. A presença dos pais é de suma importância para o desenvolvimento escolar do aluno, além do envolvimento com a escola, pois juntos fortalecem a comunidade escolar, o que reflete em melhorias para vários setores dentro das instituições de ensino.

Além disso, o acompanhamento dos pais pode colaborar com o estudo fora da escola, já que segundo a professora 1 eles não possuem esse hábito, o que seria interessante para a assimilação dos conteúdos. Mas ainda há outros pontos que merecem reflexão dentro do hábito de estudar, que é a ausência de um local adequado para o estudo, recursos como internet, computadores e até mesmo livros, pois nem sempre o livro didático é suficiente para suprir os questionamentos e dúvidas dos discentes.

A quantidade de aulas semanais disponíveis para trabalhar com os conteúdos foi mencionada pela professora 2, duas aulas para uma disciplina com grande carga de conteúdo, é, de certa forma, insuficiente. Ainda mais se consideramos a dificuldade que os alunos possuem em relação a disciplina, os conteúdos precisam ser explorados e as dúvidas precisam ser sanadas, e para isso seriam necessárias mais de duas aulas semanais.

Ao mesmo tempo em que o professor precisa pensar no aprendizado dos alunos e em como tornar os assuntos mais concretos e de fácil entendimento, há toda uma grade curricular que precisa ser “vencida” durante o ano. De nada adianta terminar o livro didático no final do ano letivo se esses conceitos não fazem parte da vida do aluno.

A falta de microscópios para trabalhar nas aulas de biologia celular e o uso do laboratório foram mencionados pela professora 3, segunda ela não há microscópios disponíveis para todos os alunos, e a maioria das escolas dispõem somente de um ou dois equipamentos. O que dificulta a realização da aula, pois geralmente as turmas são grandes com mais de 30 alunos, e fica difícil de se trabalhar com todos os discentes quando não se tem um local preparado e equipado para tal feito.

**Professora 3:** *“Mas se você for pegar a escola que tem microscópio eu até hoje das que eu trabalhei umas duas ou três tinham microscópio, e um microscópio disponível né. Então fica até inviável né dependendo do tamanho da turma, então isso dificulta o aprendizado.”*

A ausência de equipamentos, não só o microscópio, é algo que faz parte da maioria das escolas públicas, o que está relacionado com os investimentos que elas recebem. Seria excelente se todas as instituições possuíssem um local próprio para o laboratório com microscópios e demais materiais, pois contribuiriam com o aprendizado dos alunos, já que pode ser considerado um recurso diferenciado de ensino.

Essa questão é discutida em trabalho realizado por Berezuk e Inada (2010) que discorrem sobre as condições dos laboratórios em escolas públicas e privadas, destacando a falta de investimentos presente nas instituições públicas, o que acarreta no não uso por parte do professor. Os autores também ressaltam como eles são importantes para o aprendizado dos alunos e que há maneiras diferentes de se trabalhar com aulas práticas quando o laboratório está ausente.

Não esquecendo de um ponto importante que é “trabalhar as aulas práticas vinculadas ao conteúdo desenvolvido na sala de aula e na medida do possível, ligada ao contexto social do aluno” (BEREZUK; INADA, 2010, p. 214), para que o conteúdo faça sentido e parte de sua realidade. Além disso, a experimentação traz muitos benefícios para o aprendizado e a vida do discente tais quais “habilidades em turma, incentivar o pensamento crítico [...] aguçar a curiosidade científica [...] a autonomia, a autoconfiança o trabalho em equipe entre outras habilidades” (INTERAMINENSE, 2019, p. 351).

Em relação a quantidade de aulas semanais previstas para a disciplina de biologia e os possíveis impactos para o ensino dos conteúdos, foi identificado por Tanajura (2017) que a pouca quantidade de aulas disponíveis semanalmente faz com que haja “[...] comprometimento da qualidade do trabalho pedagógico para que

se consiga abordar (“cumprir”) todos aqueles conteúdos no tempo disponibilizado para tal” (TANAJURA, 2017, p. 57).

Em consequência da quantidade de aulas, muitas das vezes um conteúdo que precisa ser trabalhado com calma ao longo de um mês, é lecionado em quinze dias, tudo para que o aluno veja toda a grade curricular, o que nem sempre é sinônimo de aprendizagem, já que o ensino pode estar sendo comprometido. Por isso se faz necessária a busca por formas diferenciadas de lecionar os conteúdos, como novas metodologias, por exemplo, que possam contribuir para uma melhor organização destes conteúdos considerando a pouca quantidade de aulas disponíveis semanalmente. Como a inserção de temas no ensino da disciplina, de modo que eles possam abranger conteúdos e conceitos diferentes em um único tema de trabalho.

O hábito de estudar em casa pode auxiliar na compreensão dos conteúdos, embora muitas das vezes os alunos associem o estudo em casa a realização das tarefas para casa que são solicitadas pelos professores. Ainda que o hábito de estudar não se resume somente a resolução desses exercícios, eles possuem potencial para tal finalidade, até por ser uma prática que faz parte da rotina escolar dos alunos.

Por isso é importante que haja um planejamento e organização dessas atividades, de modo que os discentes utilizem essas atividades realmente para estudar e aplicar os conhecimentos aprendidos. E não só para cumprir e ganhar nota, pois não é esse o propósito das tarefas para casa, senão colaborar com o aprendizado dos alunos (CUNHA *et al*, 2018). Cunha *et al* (2018) ainda destacam o papel da família neste processo, ressaltando a importância da interação e da participação dos pais.

O que também é discutido por Moreno (2011, p.111), que verifica como o envolvimento dos pais contribui para esse processo, concluindo que “aposta séria por parte dos professores e pais neste tipo de envolvimento poderá elevar o empenho e desempenho dos alunos para o estudo”, não só para a área da matemática, como é apresentado pela autora, mas para as demais disciplinas, como a biologia.

É evidente que os familiares trabalham, por exemplo, e precisam se ausentar de casa por um ou dois períodos, mas é necessário que haja interesse e

participação tanto no que diz respeito ao estudo e a realização das atividades, quanto a presença dos pais e responsáveis na escola.

## **4.2 Questionário com os alunos**

O questionário encaminhado aos alunos do terceiro ano possuía ao todo 10 questões, sendo 05 descritivas e 05 objetivas. Foram convidados 230 alunos a participarem da pesquisa, porém somente 23 estudantes aceitaram participar e enviaram suas respostas, ainda que o convite tenha sido reforçado mais de uma vez, correspondendo a 10% do total de alunos previstos.

As respostas foram analisadas mesmo com a pequena participação, pois considerando este momento de pandemia e o ensino remoto, nem todos possuem acesso à internet ou a equipamentos tecnológicos. O que possivelmente impediu a participação de alguns estudantes, além da própria decisão em aceitar ou não fazer parte da pesquisa.

Outra questão importante a ser considerada é a respeito de algumas respostas colhidas, as quais indicavam que foram retiradas de sites da internet, o que foi confirmado após buscas em páginas de pesquisas, além de aparecerem algumas respostas iguais. Sendo assim, a análise precisou ser alterada e foram consideradas somente as respostas que não apresentavam correspondências exatamente iguais nas buscas realizadas ou que mencionavam conceitos mais gerais e que não há como dizer se foram retirados da internet ou não.

Esta seção está dividida em duas partes, primeiramente serão apresentadas as categorias formadas a partir das respostas descritivas, e em seguida serão apresentadas as respostas que compõem as questões objetivas, ambas com algumas inferências. A discussão geral em conjunto da literatura foi realizada ao final, contemplando as questões descritivas e objetivas.

### **4.2.1 Questões descritivas**

#### **4.2.1.1 Definição de biologia celular e de célula**

Nesta categoria estão agrupadas as unidades de registro que fazem menção da definição do que seria o estudo na área da biologia celular e a definição de célula

segundo o entendimento e conhecimento dos alunos participantes. Em relação ao entendimento do que seria o estudo na área da biologia celular mais da metade dos participantes mencionaram que seria o estudo das células.

Algumas destas citações podem ser vistas a seguir, utilizou-se aluno e a escolha de um número de 01 a 23 para preservar a identidade dos participantes:

**Aluno 01:** *“É o estudo das células.”*

**Aluno 02:** *“Estudo das células, que são as estruturas Básicas dos organismos.”*

**Aluno 03:** *“área que estuda as celulas que compõem a maior parte dos organismos vivos.”*

**Aluno 05:** *“Estudo de células.”*

**Aluno 13:** *“É o estudo que se volta para as células, as unidades que funcionam nos seres vivos.”*

**Aluno 14:** *“É um estudo focado em células.”*

**Aluno 18:** *“É estudo das células.”*

De modo geral, é possível perceber por meio das respostas dos alunos que eles compreendem que a biologia celular tem como objetivo o estudo das células, ainda que, de certa forma, sejam definições mais amplas. Foram poucas as respostas que mencionaram o estudo da função das células, da sua estrutura e das organelas celulares, mas ainda assim estiveram presentes, como pode ser visualizado a seguir:

**Aluno 08:** *“Estuda as celulas do seres vivos , sua constituicao , forma , e suas carcteristicas.”*

**Aluno 06:** *“E o quem estuda as estruturas da célula.”*

**Aluno 19:** *“estuda a estrutura e a função da célula.”*

**Aluno 21:** *“Estudo das celulas e suas funções no organismo.”*

É importante que os alunos tenham em mente que a biologia celular estuda diferentes aspectos relacionados a célula, que vão desde o entendimento do que é uma célula e da sua importância para os seres vivos, até as diferentes funções que elas realizam e modo de organização. Essa compreensão também pode auxiliar no entendimento dos conteúdos que fazem parte do ensino de biologia celular.

Na questão que tratava da definição de célula, percebeu-se que algumas respostas estavam muito semelhantes da definição de biologia celular enquanto campo de estudo. Segundo a compreensão dos alunos, a célula é a unidade que forma todos os seres vivos e que só pode ser vista através de um microscópio:



**Aluno 05:** *“Unidade básica da vida.”*

**Aluno 10:** *“Como um conjunto de organelas que são responsáveis por toda a formação e funções do nosso corpo, com diferentes tipos e funções.”*

**Aluno 11:** *“Uma unidade estrutural e funcional do organismo.”*

**Aluno 14:** *“Células são essenciais na vida do ser humano, cada uma delas possui uma função em nosso organismo.”*

**Aluno 16:** *“uma coisa bem pequena que so da pra ser vista por microscopio.”*

**Aluno 19:** *“Pequenas estruturas funcional do organismo.”*

Além disso, muitas respostas mencionavam *“estrutura funcional do organismo”* como definição de célula, que é um conceito bem difundido em relação a sua definição. Também foi possível perceber a compreensão de que há organelas celulares, como pode ser observado na resposta do aluno 10, indicando o conhecimento de que essas estruturas realizam funções importantes para a célula e para o organismo como um todo. Ainda é perceptível a noção de que as células não são iguais e não desempenham as mesmas funções.

Essa mesma percepção de organelas pode ser observada na resposta do aluno 12 ainda que indiretamente, pois ele menciona em sua definição de célula *“estruturas que tem informações genéticas [...]”*, o que possivelmente faz referência ao armazenamento do material genético no núcleo celular, uma das organelas citoplasmáticas que são estudadas em biologia celular no primeiro ano do ensino médio, embora não seja uma definição propriamente dita de célula.

Houve um único aluno participante que não soube como definir uma célula e um segundo aluno que a definiu como sendo algo de difícil entendimento, ambos os casos podem estar atrelado ao fato de que o conteúdo é considerado abstrato por muitos alunos e professores ou ao esquecimento, no caso do aluno que não soube como definir. Essas respostas podem ser visualizadas a seguir:

**Aluno 09:** *“não sei.”*

**Aluno 06:** *“Um negócio edificio de estudar.”*

A partir da análise das respostas dos alunos participantes pode-se perceber que eles compreendem, basicamente, que a biologia celular tem como principal foco o estudo relacionado a célula, a qual é essencial na construção e funcionamento dos organismos vivos.

#### 4.2.1.2 Conteúdos estudados e a relação com genética

Nesta categoria estão agrupadas as unidades de registro que mencionam os conteúdos estudados referente a biologia celular e também unidades de registro que relacionam esses conteúdos com a genética, de acordo com os discentes participantes da pesquisa.

De modo geral, as respostas demonstram grande variedade de conteúdo trabalhado, desde caracterização e conceito de célula até divisão celular. Algumas destas respostas podem ser vistas a seguir:

**Aluno 04:** *“Célula animal, célula vegetal.”*

**Aluno 05:** *“estrutura de uma célula vegetal.”*

**Aluno 09:** *“Processo de endocitose e exocitose; os tipos de células.”*

**Aluno 15:** *“suas características, seu interior e exterior.”*

**Aluno 18:** *“membrana plasmática, citoplasma, ribossomo e retículo endoplasmático.”*

Os conteúdos citados fazem parte do currículo que é trabalhado no primeiro ano, mostrando que os alunos lembram o que foi estudado nos anos anteriores, ainda que algumas respostas tenham sido bem gerais, não especificando um conteúdo, por exemplo. Foi perceptível a frequência de citação de célula vegetal e animal e de tipo de células, o que pode demonstrar conhecimento acerca da diferença de células e dos tipos existentes.

Além de que, alguns discentes citaram genética como conteúdo estudado e conceitos que ambas trabalham, como demonstram alguns exemplos a seguir:

**Aluno 02:** *“Respiração Celular, Cadeias Alimentares Genética.”*

**Aluno 03:** *“Divisão celular, tipos de células e a genética.”*

**Aluno 05:** *“GENÉTICA !! O resto não lembro ...”*

**Aluno 07:** *“Dna, rna, [...]”*

**Aluno 15:** *“Extração de DNA.”*

Percebe-se então que para alguns alunos o conteúdo estudado em biologia celular se assemelha ou utiliza dos conteúdos trabalhados em genética. É notável também a citação de extração de DNA, fazendo referência a possivelmente uma prática de laboratório, a qual foi mencionada pelo aluno 15.

Outro ponto importante é que o aluno 05 menciona que estudou genética, mas não lembra do restante do conteúdo trabalhado. O aluno 11 cita alguns conteúdos como *“membrana plasmática e ribossomos”*, mas diz que não lembra do restante também, já os alunos 14 e 18 dizem não lembrar de nenhum conteúdo trabalhado. O aluno 02 menciona *“Cadeias Alimentares”* em sua resposta, embora o tema não seja característico de biologia celular.

De acordo com a maioria das respostas obtidas, os alunos lembram dos conteúdos estudados, e uma parcela pequena dos alunos disseram não lembrar de nada ou lembravam somente de alguns.

#### 4.2.1.3 Funções das células e das organelas celulares

Nesta categoria estão agrupadas as unidades de registros que demonstram o conhecimento sobre as diferentes funções desempenhada pelas células e sobre as funções realizadas pelas organelas celulares, a partir das respostas dos entrevistados.

Considerando as funções desempenhadas pelas organelas, constatou-se que a maioria dos alunos têm conhecimento sobre o assunto, ainda que alguns estudantes apresentaram respostas um tanto equivocadas:

**Aluno 01:** *“Ribossomos - fazem a síntese proteica.”*

**Aluno 03:** *“Núcleo: responsável por armazenar o material genético das células.”*

**Aluno 06:** *“Citoplasma cuida dos raios.”*

**Aluno 08:** *“Mitocôndria-respiração.”*

**Aluno 11:** *“nucleo armazena o material genético.”*

**Aluno 13:** *“Mitocôndrias , responsáveis pela produção de energia de nossas células .”*

**Aluno 20:** *“Cloroplasto produz a fotossíntese das plantas.”*

Grande parte dos alunos citaram a mitocôndria como organela e a sua função como sendo a de respiração, poucos alunos complementaram suas respostas com respiração celular ou com produção de energia. O aluno 06 cita como organela o citoplasma, o qual não é considerado necessariamente uma organela, e que ele *“cuida dos raios”*, a qual é uma resposta equivocada. Possivelmente ele

tenha confundido com o citoesqueleto, podendo ser os “raios” os filamentos citoplasmáticos, já que os nomes se assemelham.

A resposta do aluno 20 demonstra que ele compreende que a fotossíntese está relacionada ao cloroplasto e que ocorre nas plantas, ainda que a resposta esteja equivocada, pois a fotossíntese não é um produto, e sim um processo. Em relação as funções desempenhadas pelas células, todas as respostas recebidas mencionavam que as células não desempenham a mesma função e que esta pode variar dependendo do tipo de célula e de sua localização:

**Aluno 03:** *“Não, porque cada célula desempenha uma função específica em cada organismo.”*

**Aluno 05:** *“Não, pois todas elas tem funções diferentes.”*

**Aluno 06:** *“Não cada uma tem a sua função.”*

**Aluno 09:** *“não tem as mesma funções,o porque ru não lembro.”*

**Aluno 14:** *“Não, elas possuem funções diferentes, porém não me recordo quais funções são.”*

**Aluno 18:** *“Não, pois cada uma precisa servir ao seu propósito.”*

Notou-se então que os alunos compreendem que as células possuem diferenças no que diz respeito as funções realizadas, há diferenças também no que diz respeito a forma e ao tamanho. O aluno 09 e o aluno 14 mencionam que não lembram exatamente o porquê ou quais funções são, mas demonstraram entendimento, já que as células podem desempenhar muitas funções.

#### 4.2.2 Questões objetivas

As questões objetivas, um total de 05, também abordavam questões referentes ao conteúdo de biologia celular, porém envolviam conceitos mais específicos. Para responder estas questões haviam duas opções que poderiam ser marcadas, sim ou não, se o aluno concordava com aquela informação ou não. Pode-se considerar que, de modo geral, a maioria dos alunos demonstrou conhecimento do tema, considerando os acertos das questões.

As perguntas com maiores acertos tinham como objetivo saber se o material genético está armazenado no núcleo celular e se todos os seres vivos, com exceção dos vírus, são formados por células. Ao total 18 alunos responderam que sim para

ambas as questões, 02 responderam que não para a primeira e 03 para a segunda, além de alguns alunos que não responderam.

A questão com mais respostas incorretas foi a respeito da síntese de proteínas, indagando se a mitocôndria é a organela responsável. Um total de 13 alunos marcaram que sim, ela é responsável, e 08 alunos responderam que não.

Em comparação a uma das questões descritivas, a qual foi solicitado citar uma organela e a sua função, percebe-se que há divergência nas respostas, pois a maioria dos alunos citaram a mitocôndria e a sua função como sendo a de respiração ou obtenção de energia. E quando questionado se ela sintetiza proteínas, grande parte dos alunos marcaram que sim, sendo que esta é a função do ribossomo. O que pode estar relacionado a falta de atenção e a confusão de definições e conceitos.

Nas duas questões que envolviam conhecimento a respeito de célula vegetal os alunos se saíram bem, tendo a maior parte acertado as questões. Quando questionado a respeito das diferenças entre a célula vegetal e a animal, 16 alunos acertaram e 04 marcaram a resposta incorreta. Já na questão que indagava se a célula vegetal possui membrana plasmática e parede celular, houveram 06 respostas incorretas e 13 corretas.

É importante ressaltar que em todas as questões houveram alunos que não responderam, a pergunta com mais respostas em branco foi sobre a existência de membrana plasmática e parede celular na célula vegetal, com um total de 04 alunos que deixaram de responder. Houve participação considerável dos alunos que aceitaram fazer parte da pesquisa.

As respostas das questões objetivas podem ser observadas a seguir na tabela 03, a qual apresenta o total de respostas corretas, incorretas e as questões sem respostas para cada pergunta:

**Tabela 3 – Respostas das questões objetivas do questionário dos alunos**

<b>Pergunta</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Sem resposta</b>
O material genético está armazenado no núcleo celular?	18	02	03
Todos os seres vivos são formados por uma ou mais células (com exceção dos vírus)?	18	03	03
A mitocôndria é responsável por sintetizar proteínas?	13	08	02
As diferenças entre célula animal e célula vegetal são vacúolo celular, presença de cloroplastos e parede celular?	16	04	03
A célula vegetal possui membrana plasmática e parede celular?	13	06	04

**Fonte: autoria própria (2021)**

Nota-se que, através do questionário como um todo, os alunos participantes compreendem os conteúdos de biologia celular, equívocos e algumas respostas incorretas estiveram presentes, as quais não devem ser ignoradas pois podem indicar falhas no aprendizado, mas de modo geral considerando todos os alunos, não foi constatado grande defasagem no conteúdo.

Em relação as definições de célula recebidas através do questionário dos alunos, se forem comparadas com trabalho desenvolvido por Monerat e Rocha (2015), pode-se considerar que a maioria das definições estão entre satisfatórias e adequadas, e um número pequeno, 04 respostas, podem ser consideradas como incorretas. Segundo parâmetro desenvolvido pelos autores, as respostas adequadas deveriam “atentar para a sentença de ser a célula a unidade morfológica e fisiológica que participa da constituição de todos os seres vivos” (MONERAT; ROCHA, 2015, p. 34).

França e Sovierzoski (2018), identificaram em sua pesquisa que alguns alunos ainda possuem conhecimento um pouco limitado em relação a definição de célula, pois parcela considerável da pesquisa realizada não soube como a definir ou

definiu de modo errado. Além disso os autores perceberam que há a noção de que a célula é objeto de estudo da área da biologia celular, como também foi identificado nesta pesquisa, embora grande parte dos alunos não responderam à questão ou responderam de modo incorreto (FRANÇA; SOVIERZOSKI, 2018).

Os autores ainda ressaltam a importância da utilização de recursos diferenciados no decorrer das aulas, pois “o ato de ensinar célula está associado, ainda, à memorização do livro didático, comum em muitas situações de ensino” (FRANÇA; SOVIERZOSKI, 2018, p. 03). O que pode justificar muitas das respostas recebidas no questionário se situarem em torno de “unidade estrutural e funcional dos seres vivos”. Em relação a essa definição típica de célula, Maia *et al* (2017) observaram que esse conceito permeia o intelecto dos alunos, porém ainda não há total compreensão dos significados em nível morfológico e fisiológico.

Isso demonstra como os professores de biologia precisam se atentar mais quando forem trabalhar a célula com os alunos, não se apegando somente a conceitos prontos, mas procurando de algum modo facilitar ou “traduzir” para que os alunos entendam o que quer dizer e não necessariamente decorem.

Quando questionado aos alunos quais assuntos eles lembravam terem estudados em biologia celular, os conteúdos citados podem ser agrupados dentro dos conteúdos estruturantes Mecanismos Biológicos e Organização dos Seres Vivos, além da relação com Biodiversidade, já que alguns alunos mencionaram genética, segundo as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná (PARANÁ, 2008). Assuntos esses que constituem o ensino de biologia celular, direta ou indiretamente, ao longo do primeiro ano do ensino médio.

Em relação a genética, a qual foi mencionada por alguns alunos, fica evidente novamente a relação entre essas duas áreas, principalmente por conta dos conceitos que são trabalhados e acabam servindo de conhecimentos prévios para a aprendizagem posterior, como evidenciado por Franzolin (2012), Temp e Bartholomei-Santos (2018) e Invenção (2019).

Outro ponto em relação aos assuntos estudados é que alguns alunos mencionaram não lembrar, esse esquecimento pode ter influência de vários fatores, os quais vão desde o conteúdo em si ser abstrato, como já fora identificado e discutido, até a questão do tempo, pois os alunos do terceiro ano viram esses conteúdos quando estavam no primeiro ano.

Chama-se novamente a atenção para a importância da utilização de recursos diferenciados, como é o caso de práticas laboratoriais como a extração de DNA, já que essas práticas auxiliam na aprendizagem do conteúdo em si e contribuem para a formação de estudantes mais críticos frente as situações propostas (CARMO; SCHIMIN, 2013; MATTA *et al*, 2020). Além de que a menção desta prática esteve presente em uma das respostas referente aos assuntos estudados na disciplina, o que pode indicar que esses recursos auxiliam a relembrar o conteúdo já estudado.

Ferreira, Silva e Araujo (2017), compartilham alguns pontos semelhantes com os obtidos nesta pesquisa, como a grande menção de mitocôndrias quando solicitado que citassem uma organela e sua função, e respostas que não contemplam toda a definição da função exercida pela organela.

As autoras ainda identificaram em seu trabalho que os alunos não conheciam quais seriam as diferenças entre célula vegetal e animal, no que diz respeito a organelas, e alguns nem sabiam que as plantas também são formadas por células (FERREIRA; SILVA; ARAUJO, 2017), o que difere um pouco dos resultados aqui encontrados, já que a maioria dos alunos participantes responderam corretamente as questões que envolviam a célula vegetal e as suas características.

No estudo de organelas citoplasmáticas e de funções realizadas pelas células é necessário considerar que “[...] não queremos que os alunos decorem nomes de estruturas, mas que possam correlacionar fatos, funções e utilizar esse conhecimento para desenvolver novas concepções”, como ressaltado por Souza e Messender (2017, p. 10) em trabalho desenvolvido através do ensino de citologia em sala de aula.

Por isso é interessante que esses assuntos sejam bem explanados e contextualizados, tirando o foco da memorização excessiva dos conteúdos ou até mesmo memorização das falas do professor quando esse não abre espaço para a socialização e a interação em suas aulas, voltando a atenção a possíveis lacunas e falhas conceituais, e que possam servir de auxílio aos discentes em seus estudos. Pasin (2015) percebeu que a maioria dos estudantes indica como conteúdo que apresentou grande dificuldade os que estão relacionados a obtenção de energia, tais quais a respiração celular e a fotossíntese.

Já Bandeira (2011) verifica grande quantidade de definições e concepções diferentes sobre a fotossíntese, destacando que o docente “[...] é capaz de organizar diversos modos de lecionar este conteúdo com o objetivo de não reforçar as



interpretações que se encontram em conflito com o conhecimento atual sobre a fotossíntese” (BANDEIRA, 2011, p. 45).

Um dos alunos participantes do questionário menciona que o “*cloroplasto produz a fotossíntese das plantas*”, é evidente que ele possui alguma noção do assunto, porém destaca-se que a fotossíntese é um processo, o qual converte energia luminosa em química e que ocorre no cloroplasto (ROBERTIS; HIB, 2017). O professor precisa se atentar para que esses conteúdos estejam bem estabelecidos na mente dos alunos, de modo que não haja confusão de conceitos e definições, sejam em assuntos relacionados a fotossíntese ou a qualquer outro processo biológico e celular.

### **4.3 Material didático para o ensino de biologia celular**

Adicionalmente a este trabalho foi elaborado um caderno didático, anexo C, visando colaborar com o ensino de biologia celular, o qual foi inspirado nos aspectos sequenciais proposto por Moreira (2011) para a construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. As quais são “voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula” (MOREIRA, 2011, p. 02).

Os aspectos sequenciais, ou passos como também são chamados, para a elaboração de uma UEPS são, resumidamente, I – Escolha do tema ou conteúdo a ser trabalhado segundo o que é proposto pela disciplina, II- Apresentação de situações problemas aos alunos de modo que eles possam compartilhar aquilo que já sabem sobre o conteúdo, podendo estar de acordo ou não com o conhecimento a ser trabalhado, III- Nova situação problema que dialogue com o conteúdo que será apresentado e que possa preparar o aluno para o que será estudado ainda, IV- Trabalhar com o conteúdo em si, indo do mais geral ao específico (MOREIRA, 2011).

Em seguida, V- Retomar o conteúdo já estudado através de novas situações problemas, porém com maior complexidade para que os alunos possam aplicar o conhecimento assimilado, VI- Retomada dos conceitos estudados, de modo a evidenciar possíveis dificuldades ou equívocos e integrar novo significado ao conteúdo, podendo fazer uso de novas situações problemas. VII- O momento da

avaliação ocorre durante todo o processo de ensino, não somente no final com uma avaliação somativa. Cada atividade ou discussão serve de registro de aprendizagem, e por último VIII- Se ao final de toda a sequência os alunos demonstrarem que compreenderam o conteúdo, então a UEPS teve sucesso em sua finalidade (MOREIRA, 2011).

Buscou-se refletir no caderno como um todo os aspectos sequenciais e não necessariamente em cada unidade, além de que, o material apresenta algumas adaptações e diferenças em relação a sequência proposta por Moreira (2011).

Sendo assim, o conteúdo do caderno didático é trabalhado do micro para o macro, partindo do entendimento do que é uma célula até a forma como ela obtém energia, passando por vários conceitos necessários a essa compreensão final. O material está dividido em três unidades que refletem essa perspectiva, e que foram construídas a fim de serem trabalhadas em sequência.

O material em si foi pensado para ser trabalhado seguindo a sequência das unidades, mas ele pode ser utilizado de outras maneiras. No começo de cada unidade e de cada tópico novo há problematizações iniciais a serem trabalhadas em duplas ou pequenos grupos, para que o aluno possa externalizar seu conhecimento prévio sobre o assunto e compartilhar com os demais colegas e com o professor, o qual é o mediador de todo o processo. No caderno de modo geral há vários momentos focados na interação professor-aluno e aluno-aluno, para que desse modo o conhecimento seja construído.

Um exemplo são os questionamentos inseridos ao iniciar o estudo a respeito da diversidade celular, primeiramente perguntando aos alunos se as células são todas iguais, de modo a ouvir as concepções que eles trazem e discutir com os demais. Em seguida é apresentada uma imagem que contempla diferentes tipos de células, tais quais as do sistema imune, neurônios e espermatozoide, para que observem a “aparência” e identifiquem se são células, se tem diferença no tamanho e na forma e se isso pode estar relacionado com a função desempenhada por elas.

Além das questões no início de cada unidade, há tópicos intitulados de “Estabeleça relações”, que trazem perguntas referentes ao conteúdo estudado até o momento, mas que o aluno precisa relacionar com outros assuntos ou fenômenos, e “Hora de Relembrar”, cujo principal objetivo é retomar o que já foi trabalhado, com questões específicas ou mais amplas.

Como é o caso do “Estabeleça relações 03”, que procura encontrar o motivo de as folhas de alface murcharem após serem temperadas com sal, após trabalhado o conteúdo de membrana plasmática e osmose. Outro exemplo é o “Hora de lembrar 05”, onde depois de estudado transcrição e tradução do DNA e código genético, há uma atividade para transcrever uma fita de DNA para RNA, e a partir disso identificar os códons e os aminoácidos correspondentes.

Uma única atividade contempla vários conceitos diferentes que já foram vistos, em todos esses momentos o professor tem a possibilidade de verificar se há algum conteúdo que não foi bem compreendido ou alguma dúvida, podendo fornecer assim evidências de aprendizado. Se dificuldades forem identificadas, o docente pode voltar e trabalhar novamente, para posteriormente prosseguir com o conteúdo.

Outra oportunidade de avaliar o aprendizado é ao final de cada unidade com o “Check-up do conhecimento”, que traz perguntas mais específicas sobre o que foi estudado, com seis questões descritivas, para que o aluno escreva conforme o seu entendimento, e uma de verdadeiro ou falso. Essa estrutura e organização está presente em todas as unidades do caderno.

A seção “Amplie o conhecimento” traz assuntos que foram citados ou que não foram contemplados no decorrer do material, e que se relacionam direta ou indiretamente com o que se está estudando na unidade em que ela se localiza. Como é o caso da história do microscópio ou da anemia falciforme, assim os estudantes têm a possibilidade de expandirem aquilo que já conhecem.

O professor ainda é capaz de relacionar diversos outros temas ou assuntos com o caderno, já que ele não é algo fixo, podendo ser bastante flexível e se adequar a realidade do docente. O material foi construído com essa finalidade, somar com o trabalho do professor, com os alunos e com o ensino de biologia celular, oportunizando uma maneira diferente de fazê-lo. Este caderno didático se encontra disponível no Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná juntamente com este trabalho.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o objetivo geral deste trabalho e os dois primeiros objetivos específicos, em conjunto dos resultados obtidos, evidencia-se que a biologia celular pode comprometer o aprendizado em genética, principalmente no que diz respeito aos conceitos que servem de base para esse aprendizado. Sendo necessário então o conhecimento na área da biologia celular, o qual servirá de apoio ao conteúdo de genética que será introduzido.

Se o aluno traz consigo alguma defasagem conceitual, por exemplo, ou lacunas de algo que não compreendeu em sua totalidade, isso poderá lhe fazer falta na assimilação do conteúdo, visto que ambas as áreas, biologia celular e genética, se cruzam repetidas vezes no decorrer dos estudos. Seja por se tratar da biologia em si, como por trabalharem com os mesmos conceitos, como DNA, RNA, mitose, meiose, síntese de proteínas, entre outros.

A partir da entrevista com as docentes, percebeu-se que há essa defasagem na parte dos conceitos que são trabalhados, os quais muitas das vezes se tornam abstratos para os discentes, transformando a disciplina em memorização de nomes e processos. Além de que os alunos podem chegar ao ensino médio sem conhecimentos necessários ao estudo de células, por isso a importância de construir uma base sólida desde o ensino fundamental, pois ela será utilizada no futuro.

Já segundo o questionário aplicado aos alunos do ensino médio, não foi constatado grande defasagem conceitual, considerando os acertos das questões objetivas e as respostas das descritivas. Ainda que algumas definições não estavam tão completas ou expressavam a dificuldade e o esquecimento dos estudantes. O professor deve prestar atenção a todos os sinais que são emitidos durante o processo de ensino, para que os possíveis espaços em branco sejam preenchidos.

Vale ressaltar que o número de alunos participantes pode não ter sido alto o suficiente para encontrar possíveis defasagens conceituais, bem como fato de que, como o regime de aulas não era presencial, as respostas podem não expressar o que os estudantes realmente sabiam, até porque haviam respostas semelhantes às da internet.

Uma forma de auxiliar esse entendimento do conteúdo é a utilização de recursos diferenciados, seja através do laboratório, de maquetes, de imagens,

vídeos, entre outras possibilidades, como foi identificado através da entrevista com as professoras. Sendo a elaboração de material didático um dos objetivos específicos desta pesquisa, elaborou-se um caderno didático para auxiliar no ensino e aprendizado do conteúdo focando no ensino de biologia celular, já que os conceitos são importantes para aprender genética e outros temas dentro da grande área da biologia.

Observa-se também que há outros fatores que podem influenciar o aprendizado de genética e biologia celular, como a idade que os alunos ingressam no ensino médio, a não utilização de estratégias diferenciadas como laboratórios, que muitas vezes estão ausentes ou impossibilitados de uso pela falta de material, e a falta de acompanhamento dos pais e responsáveis na vida escolar dos estudantes.

Resultados parciais desta pesquisa foram apresentados no Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no ano de 2020, expondo uma revisão de literatura na área do ensino de biologia celular e genética e identificando dificuldades relacionadas ao ensino destas no ensino médio, bem como a visão da disciplina segundo os documentos norteadores da educação (BEQUER; SEKINE; ANTIQUEIRA, 2020).

O desenvolvimento de pesquisas como a realizada neste trabalho contribuem para o conhecimento de como tem ocorrido o ensino de biologia nas escolas, identificando possíveis dificuldades tanto para quem ensina, quanto para quem aprende. Contribuem também para a formação dos futuros docentes de biologia, trazendo reflexões importantes para o ensino e a aprendizagem dos alunos, além de ser uma possibilidade para os professores já formados e que atuam na educação básica repensarem suas práticas e de se atualizarem a respeito do ensino destas áreas.

Podendo assim pensar em meios de contribuir com quem vive a escola todos os dias, além da própria disciplina. Por isso ressalta-se aqui a importância de mais pesquisas nesta área, podendo os resultados obtidos aqui servir de base para o desenvolvimento de novos trabalhos.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. 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*, v. 10, n. 1, 2017, Aracaju. **Anais [...]**. Aracaju: Universidade Tiradentes, 2017. p. 01–11. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/download/4710/1566>. Acesso em: 28 jun. 2020.

BANDEIRA, C. M. S. **A fotossíntese: estudo das concepções alternativas**. 2011. 60 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011. Disponível em: [https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/47/Graduacao/CCBS/Cursos/Ciencias\\_Biologicas/1o\\_2012/Biblioteca\\_TCC\\_Lic/2011/1o\\_2011/Camila\\_Bandeira.pdf](https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/47/Graduacao/CCBS/Cursos/Ciencias_Biologicas/1o_2012/Biblioteca_TCC_Lic/2011/1o_2011/Camila_Bandeira.pdf). Acesso em: 13 jul. 2021.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. 229 p.

BARNI, G. S. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)**. 2010. 184 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/Graziela-dos-Santos-Barni.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.

BEQUER, T. Y. P.; SEKINE, E. S.; ANTIQUEIRA, L. M. O. R. O ensino de biologia celular e genética no ensino básico: uma revisão de literatura. *In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica*, 25., 2020, Toledo. **Anais [...]**. Toledo: UTFPR, 2020. Disponível em: <https://eventos.utfpr.edu.br//sicite/sicite2020/paper/viewFile/6078/2904>. Acesso em: 03 dez. 2021.

BEREZUK, P. A.; INADA, P. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 207-215, ago. 2010. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHumanSocSci/article/view/6895/6895>. Acesso em: 28 jun. 2020.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília,

DF, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm). Acesso em: 23 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 23 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC/SEB, 2006. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf). Acesso em: 23 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2020.

CARMO, S.; SCHIMIN, E. **O ensino da biologia através da experimentação**. Dia a dia Educação, Portal Educacional do Estado do Paraná, 2013. Disponível: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2021.

CUNHA, J. S. *et al.* Tarefa para Casa: sim ou não? Uma perspectiva autorregulatória da aprendizagem. **Revista de Educação PUC-Campinas**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 385-406, out. 2018. Disponível em: <http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/reeducacao/article/view/4105>. Acesso em: 09 jul. 2021.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 259-272, abr. 2018. Disponível em:

[http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID471/v13\\_n1\\_a2018.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID471/v13_n1_a2018.pdf). Acesso em: 24 jun. 2020.

FERREIRA, K. E. *et al.* Ensino e aprendizagem de genética: estudo em uma escola da rede pública na região metropolitana de Belo Horizonte–MG. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindoia. **Anais [...]**. Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2015, p. 1-8. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1939-1.PDF>. Acesso em: 24 jun. 2020.

FERREIRA, M. B. S.; SILVA, A. M. P. M.; ARAUJO, M. L. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem sobre organelas celulares. *In: Congresso Nacional de Educação*, 4., 2017, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: Realize Editora, 2017. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/36298>. Acesso em: 20 jun. 2021.

FONTES, M. C. F.; LIMA, A. S.; SANTOS, L. O. S. PIBID: o uso do lúdico nas aulas de biologia com os alunos do 1º ano do ensino médio aplicação: jogo da trilha na biologia. *In: Congresso Nacional de Educação*, 6., 2019, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/62036>. Acesso em: 10 set. 2021.

FRANÇA, J. P. R; SOVIERZOSKI, H. H. Conhecimentos dos estudantes sobre a célula animal. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, 70., 2018, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: SBPC, 2018. Disponível em: [http://www.sbpcnet.org.br/livro/70ra/trabalhos/resumos/3050\\_1f57fab6cfeec4e3cbcab87bc23e277cb.pdf](http://www.sbpcnet.org.br/livro/70ra/trabalhos/resumos/3050_1f57fab6cfeec4e3cbcab87bc23e277cb.pdf). Acesso em: 20 jun. 2021.

FRANZOLIN, F. **Conhecimentos básicos de Genética segundo professores e docentes e sua apresentação em livros didáticos e na academia: aproximações e distanciamentos**, 2012. 674 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-23082012-093226/pt-br.php>. Acesso em: 15 jun. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 76 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018. 173 p.



GUIMARÃES, E. G. et al. O uso de modelo didático como facilitador da aprendizagem significativa no ensino de biologia celular. **Revista UNIVAP**, São José dos Campos, v. 22, n.40, p.231-235, out. 2016. Disponível em: <https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/972>. Acesso em: 12 jun. 2021.

INTERAMINENSE, B. K. S. A importância das aulas práticas no ensino da biologia. **Id on line Rev. Mult. Psic.** Pernambuco, v. 13, n. 45, p. 342-354, 2019. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1842>. Acesso em: 16 jun. 2021.

INVENÇÃO, M. C. V. **Avaliação da relação entre a aprendizagem de conhecimentos prévios e a compreensão dos conteúdos de Genética**. 2019. 55 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/11265>. Acesso em: 15 de jun. 2021.

JUSTINA, L. A. D.; RIPPEL, J. L. Ensino de genética: representações da ciência da hereditariedade no nível médio. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4., 2003, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: ABRAPEC, 2003. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/orais/ORAL076.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2020.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo, SP: Edusp. 2004. 195 p.

MAIA, S. *et al.* Análise dos conhecimentos prévios do conteúdo de citologia pelos estudantes do 1º ano do ensino médio à luz da teoria da aprendizagem significativa. **Revista Areté, Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 9, n. 20, p. 153-161, maio 2017. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/258>. Acesso em: 18 jul. 2021.

MATTA, L. D. M. *et al*; Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio: extração de DNA e estímulo à experimentação. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 59-73, jul. 2020. Disponível em: <http://sbenbio.journals.com.br/index.php/sbenbio/article/view/315>. Acesso em: 19 jul. 2021.

MINAYO, M. C. S. *et al* (org.). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 21 ed. Petrópolis: Vozes, 2002. 81 p.

MONERAT, C. A. A.; ROCHA, M. B. Análise da percepção de estudantes de graduação da área da saúde sobre o tema Biologia Celular. **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 27 - 44, jun. 2015. Disponível em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/532>. Acesso em: 17 jul. 2021.

MOREIRA, M. A. Unidades de ensino potencialmente significativas. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n. 2, p.43-63, 2011. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf). Acesso em: 15 ago. 2021.

MORENO, M. M. M. **Envolvimento dos pais no TPC de matemática: desenvolvimento da comunicação matemática dos alunos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Didática da Matemática e das Ciências) - Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ipvc.pt/handle/20.500.11960/1613?mode=full>. Acesso em: 19 jul. 2021.

MOSELA, M.; MARTINS, S. C.; KEIN, T. A. S. Concepções de alunos do Ensino Médio sobre o Tema da Biologia Celular. *In: Semana da Educação - Simpósio de Pesquisa e Pós-Graduação em Educação*. 16., 2015, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: UEL, 2015. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/semanaeducacao/pages/arquivos/ANAIS/RESUMO/SABERES%20E%20PRATICAS/CONCEPCOES%20DE%20ALUNOS%20DO%20ENSINO%20MEDIO%20SOBRE%20O%20TEMA%20DA%20BIOLOGIA%20CELULAR.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021.

NASCIMENTO, J. V. **Citologia no ensino fundamental: dificuldades e possibilidades na produção de saberes docentes**. 2016. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/5327>. Acesso em: 24 jun. 2020.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 355-381, maio 2017. Disponível em: <https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/InFor2120167>. Acesso em: 12 jun. 2021.

OLIVEIRA, M. A. F.; ANDRADE, L. C. R.; ARAÚJO, V. R. Reflexões sobre a importância das práticas de microscopia no conteúdo de biologia celular no ensino médio. *In: Congresso Nacional de Educação*, 6., 2019, Campina Grande. **Anais [...]**.

Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em:  
<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/62419>. Acesso em: 24 jun. 2021.

PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. C. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 182-201, Dec. 2005. Disponível em:  
<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/9993>. Acesso em: 26 jun. 2020.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares de Educação Básica do Estado do Paraná: Biologia**. Curitiba: SEED, 2008. Disponível em:  
[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_bio.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf). Acesso em: 28 jun. 2020.

PARANÁ. Secretária de Estado da Educação. **Referencial Curricular do Paraná: princípios, direitos e orientações**. Curitiba, 2018. Disponível em:  
[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/bncc/2018/referencial\\_curricular\\_parana\\_cee.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/bncc/2018/referencial_curricular_parana_cee.pdf). Acesso em: 18 jun. 2021.

PASIN, E. B. Análise da receptividade de estudantes do 1º ano do ensino médio a estratégias didáticas em biologia com abordagem CTS. *In*: Encontro Regional de Ensino de Biologia – Regional 4, 3., 2015, Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora: SBEnBio, 2015. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/278848746\\_ANALISE\\_DA\\_RECEPTIVIDADE\\_DE\\_ESTUDANTES\\_DO\\_1\\_ANO\\_DO\\_ENSINO\\_MEDIO\\_A ESTRATEGIAS\\_DIDATICAS\\_EM\\_BIOLOGIA\\_COM\\_ABORDAGEM\\_CTS](https://www.researchgate.net/publication/278848746_ANALISE_DA_RECEPTIVIDADE_DE_ESTUDANTES_DO_1_ANO_DO_ENSINO_MEDIO_A ESTRATEGIAS_DIDATICAS_EM_BIOLOGIA_COM_ABORDAGEM_CTS). Acesso: 17 jun. 2021.

PEREIRA-FERREIRA, C. *et al.* Brincando com a dificuldade do ensino da genética. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. Disponível em:  
<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1904-1.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2020.

ROBERTIS, E. M.; HIB, J. **Biologia Celular e Molecular**. Tradução: Iara G. Gil; Maria de F. Azevedo. 16. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. 363 p.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino**. v. 1, número especial, p. 1-12. 2007. Disponível: <http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000358-0e00c0e7d9/AULA%206-%20TEXTO%2014->

%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20OMEI.pdf. Acesso: 27 jun. 2020.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 1 ed. São Paulo: Cortez editora, 2013, p. 274.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, F. C. S.; VIEIRA, F. J. Jogos e modelos didáticos, associados à aula expositiva dialogada, no ensino de citologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 16, n. 1, p. 195-211, abr. 2021. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/768/768>. Acesso em: 10 set. 2021.

SOUZA, E. M.; MESSEDER, J. C. Citologia em sala de aula: um modelo celular pensado para todos. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0082-1.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2021.

SOUZA, J. L. S. **Conceitos da genética com animações: uma estratégia para o Ensino Médio**. 2017. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/2990>. Acesso em: 09 set. 2021.

TANAJURA, V. S. **Dificuldades no Ensino em Biologia Celular na Escola de Educação Média: considerações e apontamentos a partir de depoimentos de professores(as)**. 2017. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/151028>. Acesso em: 28 jun. 2020.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. O ensino de Genética: a visão de professores de Biologia. **Revista Científica Schola**. Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 83-95. jul. 2018. Disponível em: [http://www.cmsm.eb.mil.br/images/CMSM/revista\\_schola\\_2018/Artigos\\_alterados/II.\\_1.\\_O\\_ensino\\_de\\_Gen%C3%A9tica\\_-\\_a\\_vis%C3%A3o\\_de\\_professores\\_de\\_Biologia.pdf](http://www.cmsm.eb.mil.br/images/CMSM/revista_schola_2018/Artigos_alterados/II._1._O_ensino_de_Gen%C3%A9tica_-_a_vis%C3%A3o_de_professores_de_Biologia.pdf). Acesso em: 29 jun. 2020.

TEODORO, N. C. **Professores de biologia e dificuldades com os conteúdos de ensino**. 2017. 147 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/150427#:~:text=Os%20dados%20revelam%20que%20os,do%20aluno%2C%20etc.>. Acesso em: 29 jun. 2020.

VIGARIO, A. F.; CICILLINI, G. A. Os saberes e a trama do ensino de Biologia Celular no nível médio. **Ciênc. educ.**, Bauru, v. 25, n. 1, p. 57-74, jan. 2019. Disponível: <http://hdl.handle.net/20.500.12424/3864177>. Acesso em: 29 jun. 2020.

**APÊNDICE A - Questionário alunos**

1) Com base em seus conhecimentos, o que é o estudo de Biologia Celular?

---

---

---

---

2) Quais os assuntos você se lembra de ter estudado em Biologia Celular?

---

---

---

---

3) Como você definiria uma célula?

---

---

---

---

4) Cite ao menos uma organela e sua função?

---

---

---

---

5) Todas as células do seu corpo desempenham a mesma função? Por quê?

---

---

---

---

6) As diferenças entre célula animal e célula vegetal são vacúolo celular, presença de cloroplastos e parede celular?

( ) Sim

Não

7) O material genético está armazenado no núcleo celular?

Sim

Não

8) A mitocôndria é responsável por sintetizar proteínas?

Sim

Não

9) A célula vegetal possui membrana plasmática e parede celular?

Sim

Não

10) Todos os seres vivos são formados por uma ou mais células?

Sim

Não

**ANEXO A - Parecer Comitê de Ética em Pesquisa – 4.128.907**

UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** A defasagem no ensino de Biologia Celular e o aprendizado de Genética

**Pesquisador:** Elizabete Satsuki Sekine

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 30835620.1.0000.5547

**Instituição Proponente:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.128.907

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não



**ANEXO B - Parecer Comitê de Ética em Pesquisa (emenda) – 4.317.052**

UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** A defasagem no ensino de Biologia Celular e o aprendizado de Genética

**Pesquisador:** Elizabete Satsuki Sekine

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 30835620.1.0000.5547

**Instituição Proponente:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.371.052

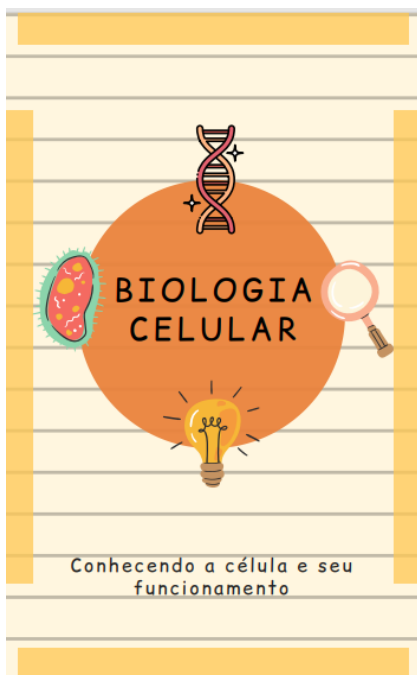
**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

## ANEXO C - Imagens da capa e das páginas citadas no texto do trabalho



### Afinal, as células são todas iguais?

✓ **Interação:**

- Responda a pergunta do título e explique sua conclusão com base em seus conhecimentos.
- Socialize com a turma e com o professor.

✓ **Descobrir:**

- Observe as imagens abaixo:

Fonte: Brailli escola

- O que elas estão representando?
- O tamanho e forma são parecidos?
- A forma pode estar relacionada a função que desempenha? E o tamanho?

23

Para saber mais sobre transporte passivo acesse:  
[https://www.youtube.com/watch?v=A5\\_zCY2xkdo](https://www.youtube.com/watch?v=A5_zCY2xkdo)

✓ **Estabeleça relações O3...**

1) Quando colocamos sal na salada de alface observamos que ela murcha após um tempo. O que provavelmente ocorreu com a alface? Como você explicaria?

✓ **Hora de relembrar O3:**

Responda individualmente as questões abaixo, e depois compartilhe com os colegas:

1) Como você explicaria para alguém o que são as organelas?  
 2) O que é o Citosol?  
 3) Por que a membrana plasmática é importante para o funcionamento da célula?

36

Para saber mais sobre a síntese de proteínas acesse:  
<https://www.youtube.com/watch?v=5sZ4c8BBE3g>

✓ **Estabeleça relações O5...**

1) Mutações são alterações que ocorrem no material genético dos organismos, conhecido também como DNA, podendo ser induzidas ou não. Se uma mutação ocorre em um determinado gene que codifica uma proteína, quais são os possíveis "desfechos" que podem ocorrer?

✓ **Hora de relembrar O5:**

Responda individualmente a questão abaixo e depois compartilhe com o professor:

1) Observe a sequência abaixo e a partir dela faça a duplicação, a transcrição e a tradução. Para ficar mais fácil, alhe o exemplo a baixo:

TACGCTACCGATACGGTTTACT - fito molde  
 AUGGGAUGGUAUGCCAAUGA - transcrição  
 metionina-arginina-triptofano-tirosina-alanina-lisina-códon de parada - tradução

Agora é a sua vez:  
 TACGTTACCGATCCAGCTAGCCTAACT

52

## Check-up do conhecimento

- 1) Sabemos que existem algumas diferenças entre a célula animal e a célula vegetal, quais são elas?
  - 2) A membrana plasmática delimita toda a célula e separa o meio intracelular do extracelular, além dessa função, quais outras ela pode desempenhar?
  - 3) Qual é a função dos ribossomos e onde podemos encontra-los?
  - 4) Escreva sobre o núcleo celular.
  - 5) O que é o dogma central da biologia?
  - 6) O que é a teoria da endossimbiose?
- 11) Marque (V) para as alternativas verdadeiras e (F) para as falsas. Justifique as falsas.
- ( ) O RNA é formado por duas cadeias de nucleotídeos.  
 ( ) Uma das funções do complexo de golgi é o armazenamento de substâncias.  
 ( ) O peroxissoma é uma organela com função de digestão intracelular.  
 ( ) São característica da célula animal: mitocôndrias, parede celular e cloroplastos.  
 ( ) Os cloroplastos possuem um pigmento verde chamado clorofila.  
 ( ) As bases nitrogenadas do DNA são uracila, timina, citosina e adenina.

69

## Amplie o conhecimento 01

O microscópio foi e é uma ferramenta muito importante para o desenvolvimento da citologia, a sua principal função é ampliar a visualização de estruturas diminutas ou que não são visíveis a olho nu, como as células, por exemplo.

Mas afinal, você sabe quem inventou o microscópio? Não? Então continue lendo o texto para descobrir.

### História do microscópio:

Desde a antiguidade houve a necessidade e a curiosidade de se ampliar coisas, por isso existem muitos relatos antigos de lupas, pedras preciosas polidas e aparatos criados para a ampliação.

Atribui-se a Zaccharias Janssen e seu filho Hans Janssen, fabricantes de lentes, a criação do primeiro microscópio, em aproximadamente 1600.

É importante ressaltar que o microscópio fabricado por eles era bastante diferente dos que conhecemos hoje, tanto pela forma física quanto pela capacidade de ampliação das lentes. E, provavelmente, ainda não era chamado pelo nome o que chamamos hoje, pois foi Jean Faber, aproximadamente no século XVII, que utilizou o nome pela primeira vez ao apresentar um microscópio composto, ou seja, que possui mais de uma lente.

A palavra microscópio vem do grego mikrós, que significa pequeno, e scopéoo, que significa observar ou ver através.

6

## Amplie o conhecimento 02

Como vimos anteriormente, as proteínas possuem estruturas que são determinadas a partir das interações químicas entre as moléculas de aminoácidos. Cada proteína apresenta uma estrutura e função específica, que é determinada geneticamente.

Se houver um erro na formação de determinada proteína, por exemplo, se algum aminoácido for trocado ou inserido no lugar errado, poderá gerar um grande problema.

Um exemplo disso é a doença hereditária, ou seja, que é passada de pai para filho, chamada anemia falciforme. Ela ocorre pois o aminoácido glutamato é substituído pela valina em uma proteína chamada hemoglobina.



Representação da troca dos aminoácidos na hemoglobina

A hemoglobina é responsável por transportar a molécula de oxigênio em nosso organismo, ela é encontrada nas hemácias.

19