

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CAMPUS AVANÇADO GOVERNADOR VALADARES  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA – ICV  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

**Ludmila Pereira do Nascimento**

**O modelo de sala de aula invertida aplicado ao ensino de genética**

**GOVERNADOR VALADARES – MG**

**2020**

**Ludmila Pereira do Nascimento**

**O modelo de sala de aula invertida aplicado ao ensino de genética**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Novas Práticas e Estratégias Pedagógicas para o Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Frederico de Freitas Gomides

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Dirce Ribeiro de Oliveira

**GOVERNADOR VALADARES – MG**

**2020**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Nascimento, Ludmila Pereira do.

O modelo de sala de aula invertida aplicado ao ensino de Genética / Ludmila Pereira do Nascimento. -- 2020.

74 p. : il.

Orientador: Antônio Frederico de Freitas Gomides

Coorientadora: Dirce Ribeiro de Oliveira

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2020.

1. Sala de aula invertida. 2. Genética. 3. Ensino médio. 4. Metodologias ativas. I. Gomides, Antônio Frederico de Freitas, orient. II. Oliveira, Dirce Ribeiro de, coorient. III. Título.

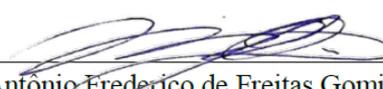
**Ludmila Pereira do Nascimento**

**O modelo de sala de aula invertida aplicado ao ensino de Genética**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Novas Práticas e Estratégias Pedagógicas para o Ensino de Biologia.

Aprovada em 23 de outubro de 2020

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antônio Frederico de Freitas Gomides - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora – *campus* Governador Valadares

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Drª. Cibele Velloso Rodrigues  
Universidade Federal de Juiz de Fora – *campus* Governador Valadares

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Drª. Sônia Aparecida de Andrade Chudzinski  
Instituto Butantan

Dedico esse trabalho a Deus e à minha família: Hélio, André e Elza, minha base, meu sustento, tudo para mim.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, minha razão de existir.

Agradeço à minha família por suportar a minha “ausência” quando, mesmo estando em casa, estive bem longe. Obrigada por me amarem e apoiarem incondicionalmente e me perdoem pelos momentos de impaciência.

Aos meus amigos e irmãos que me apoiaram com suas palavras de força e ânimo e por suas orações ao longo de todo esse processo.

Aos meus colegas de curso que se tornaram amigos para a vida toda: conhecer e conviver com vocês foi um grande presente. Especialmente à “máfia de Ipatinga” companheiros de muitas risadas e de algumas discussões acaloradas, mas que tornaram nossas sextas feiras muito mais leves e alegres.

Aos meus orientadores Prof. Frederico e Prof.<sup>a</sup> Dirce pelo apoio, pelas palavras de ânimo e incentivo, pela paciência com minhas muitas limitações e por todos os preciosos conselhos na construção do trabalho.

A todos os professores do PROFBIO-GV: foi um privilégio e uma honra receber os ensinamentos de vocês. Tantas mentes brilhantes juntas só podem despertar o melhor em nós.

Agradeço aos meus colegas de trabalho e aos gestores das escolas Alberto Giovannini e Tiradentes Ipatinga pela força e carinho com que sempre me trataram e por me apoiarem nesse período de estudos, se contorcendo para fazer horários e compreendendo as ausências. Ao meu colega Marcelo que me incentivou diretamente a começar essa jornada.

Um agradecimento especial aos meus alunos do terceiro ano de 2019 da Escola Estadual Alberto Giovannini que participaram da pesquisa: sem vocês nada disso seria possível. E a todos os meus alunos de ontem e hoje, de todas as escolas por onde passei que sempre deixam um pouquinho de si em meu coração.

À Fifi, minha companheira fiel em todos os momentos da escrita, por me confortar com seus olhinhos cheios de amor.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001, a quem devo sinceros agradecimentos.

## RELATO DO MESTRANDO

Por ter crescido em uma família muito simples e sem recursos, não tinha muitas expectativas de estudar depois do ensino médio, apesar de ser um grande desejo pessoal. Na década de 1990 infelizmente o ensino superior era privilégio da minoria com maior poder aquisitivo e havia poucos programas de auxílio para a classe menos favorecida.

Nesse contexto de falta de perspectiva fui surpreendida por uma bolsa de estudos de uma instituição particular - UNASP, que abriu as portas para o meu sonho de fazer faculdade. Foram quatro anos trabalhando e estudando, mas também aprendendo e tendo o privilégio de desenvolver um projeto de iniciação científica paralelamente numa universidade federal. Na UNIFESP tive contato com um mundo que nem imaginava – o da pesquisa. Sentia-me nas nuvens ao conviver com minha orientadora e todos os outros companheiros daquele ambiente fantástico. Ali cresceu em mim o desejo de seguir e estender os estudos para além da faculdade, quem sabe fazendo mestrado, doutorado.

Os caminhos seguiram e persegui outro sonho – o de ter uma família e o sonho do mestrado ficou distante. Com o fim da faculdade a profissão de professora veio para mim como um presente inesperado e desafiador. Nunca havia pensado em ser professora antes, mas esse caminho foi tão natural que não me vejo hoje em nenhuma outra profissão.

Depois de muitos anos adormecido, o sonho do mestrado ressurgiu com a oportunidade do PROFBIO. Desde a primeira aula ao sermos apresentados aos professores, senti de novo a emoção de estar no meio acadêmico, onde não apenas se recebe, mas se produz conhecimento. A ideia de voltar a ser pesquisadora me encheu de alegria. E assim foi durante todo esse curso. A convivência com os colegas, as inovações da Biologia transmitidas pelos professores e a realização de um projeto de pesquisa foram momentos inigualáveis. Aprendemos a investigar e promover investigação. A execução do projeto, momento mais desafiador do PROFBIO, trouxe a mim e a meus alunos a sensação maravilhosa de estar trabalhando para a melhoria da educação em nosso país. Daqui, da cidade de Coronel Fabriciano, um pontinho nesse imenso país me senti parte de uma nação que luta por dias melhores e mais dignidade para o nosso povo através da educação de qualidade.

Creio, pela minha própria experiência, no poder da educação como transformadora da realidade. Cada um de nós pode contribuir para que a mudança que queremos que ocorra esteja um pouco mais perto e o PROFBIO é uma plataforma de lançamento de novas ideias e inovações que, certamente, contribuirão para esse processo. Sou muito feliz e grata pela oportunidade de ter feito parte dessa história.

## RESUMO

A Genética é, atualmente, um dos ramos do conhecimento mais difundidos pela mídia. Suas diferentes facetas têm sido estudadas e fazem parte do cotidiano dos estudantes e de toda a sociedade. Para que possa opinar e decidir sobre assuntos complexos do ponto de vista ético e social, como clonagem, organismos geneticamente modificados, uso de células tronco, a população deve ter acesso a conhecimentos básicos que tornem o cidadão capaz de compreender os efeitos e implicações dessas novas tecnologias. É papel da escola tornar acessível esses conhecimentos e subsidiar a aprendizagem. Os professores têm, no entanto, ensinado os conteúdos de genética de forma tradicional, quase sempre com aulas expositivas, o que, para o estudante do século XXI, inserido num contexto altamente tecnológico e dinâmico, tornou-se desestimulante e desinteressante. Entre as diversas metodologias que têm sido experimentadas está a Sala de aula invertida ou “*Flipped Classroom*”, em que o aluno trabalha em casa a apropriação do conteúdo teórico, permitindo-o gerenciar seu tempo. Em sala de aula, o aluno realiza atividades inerentes ao conteúdo estudado em casa, sendo o professor orientador e mediador do processo. O objetivo deste trabalho foi aplicar a metodologia sala de aula invertida para trabalhar conteúdos de genética no terceiro ano do ensino médio e avaliar sua eficácia em termos de desempenho escolar e a percepção dos alunos sobre essa metodologia. Foram aplicadas duas sequências didáticas, uma para Turma Aula Tradicional (TAT) e outra para Turma Aula Invertida (TAI). Os estudantes, da turma TAI dedicaram mais tempo ao estudo, e assim, tiveram mais facilidade em aprender o conteúdo. Alguns relataram dificuldade em administrar o tempo de estudo por ter que conciliar estudo e trabalho. A turma TAI que recebeu o conteúdo pela metodologia sala de aula invertida apresentou notas significativamente mais altas que a turma TAT. Concluímos que a metodologia sala de aula invertida pode ser eficaz no ensino de Genética. No entanto, a realidade de muitos estudantes do ensino médio nas escolas públicas inclui, além de outros problemas sociais, a necessidade de trabalhar para complementar a renda familiar, o que pode se tornar um obstáculo para o pleno desenvolvimento e motivação dos estudantes com esta metodologia.

Palavras-chave: Genética. Ensino Médio. Metodologias ativas. Sala de aula invertida.

## **ABSTRACT**

Genetics is currently one of the branches of knowledge most widespread in the media. Its different facets have been studied and are part of the students' daily life and of the whole society. In order to give an opinion and decide on complex issues from an ethical and social point of view, such as cloning, genetically modified organisms, use of stem cells, a population must have access to basic knowledge that makes the citizen able to understand the effects and consequences of these new technologies. It is the role of the school to make knowledge accessible and to subsidize learning. However, teachers have taught the contents of genetics in a traditional way, almost always with expository classes, which, for the 21st century student, inserted in a highly technological and dynamic context, has become discouraging and uninteresting. Among the various methodologies that have been tried is the Inverted Classroom or “Flipped Classroom”, in which the student works at home appropriate to the theoretical content, allowing him to manage his time. In the classroom, the student performs activities inherent to the content studied at home, being the guiding teacher and mediator of the process. The objective of the work was to apply the inverted classroom methodology to work on genetics content in the third year of high school and to evaluate its effectiveness in terms of school performance and students' perception of this methodology. Two didactic sequences were applied, one for Traditional Classroom (TAT) and another for Inverted Classroom (TAI). Students in the TAI class spent more time studying, and thus, it was easier to learn the content. Some difficulties reported in managing study time due to having to reconcile study and work. The TAI class that checks the content using the inverted classroom methodology, presenting secondary grades higher than the TAT class. We conclude that the inverted classroom methodology can be effective in teaching Genetics. However, the reality of many high school students in public schools includes, in addition to other social problems, the need to work to supplement family income, which can become an obstacle to the full development and motivation of students with this methodology.

**Keywords:** Genetics. High School. Active methodologies. Inverted classroom.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

TAI - Turma Aula Invertida

TAT - Turma Aula Tradicional

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

CBC - Currículo Básico Comum

TDIC - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

UNASP - Centro Universitário Adventista de São Paulo

UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Primeiras instruções no grupo de WhatsApp montado para comunicações sobre a pesquisa. ....                          | 26 |
| Figura 2 - Montagem de um nucleotídeo com sua estrutura química - Turma aula invertida..                                       | 33 |
| Figura 3 - Estudantes na Turma aula invertida trabalhando em grupo montando a estrutura do DNA e o processo de replicação..... | 33 |
| Figura 4 - Cartaz de um dos grupos de trabalho na Turma aula invertida. ....   | 35 |
| Figura 5 - Cartaz de um dos grupos de trabalho na Turma aula invertida. ....   | 36 |
| Figura 6 - Grupo de trabalho na Turma aula invertida realizando exercícios. ....   | 37 |
| Figura 7 - Grupo na Turma aula invertida.....  | 38 |
| Figura 8 - Estudantes na Turma aula invertida resolvendo problemas de investigação de paternidade.....                         | 39 |
| Figura 9 – Distribuição das notas da Turma aula tradicional nas avaliações inicial e final. ....                               | 41 |
| Figura 10 - Distribuição das notas da Turma aula invertida nas avaliações inicial e final. ....                                | 41 |
| Figura 11 - Distribuição das notas das turmas aula tradicional e invertida na primeira avaliação. ....                         | 42 |
| Figura 12 – Distribuição das notas das turmas aula tradicional e invertida na segunda avaliação. ....                          | 43 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Caracterização das turmas participantes do estudo .....  | 22 |
| Tabela 2 - Sequência didática da primeira semana – Turma aula tradicional. ....   | 23 |
| Tabela 3 - Sequência didática da segunda semana - Turma aula tradicional. ....  | 24 |
| Tabela 4 - Sequência didática da terceira semana - Turma aula tradicional. ....   | 24 |
| Tabela 5 - Sequência didática da quarta semana – Turma aula tradicional.....  | 24 |
| Tabela 6 - Sequência didática da quinta semana - Turma aula tradicional. ....   | 25 |
| Tabela 7 - Sequência didática da sexta semana - Turma aula tradicional. ....  | 25 |
| Tabela 8 - Sequência didática da primeira semana - Turma aula invertida.....  | 27 |
| Tabela 9 - Sequência didática da segunda semana - Turma aula invertida. ....  | 28 |
| Tabela 10 - Sequência didática da terceira semana - Turma aula invertida. ....  | 28 |
| Tabela 11 - Sequência didática da quarta semana - Turma aula invertida. ....  | 29 |
| Tabela 12 - Sequência didática da quinta semana - Turma aula invertida. ....  | 30 |
| Tabela 13 - Sequência didática da sexta semana - Turma aula invertida. ....   | 30 |
| Tabela 14 –Distribuição de estudantes com notas acima da média nas avaliações inicial e final nas turmas aula tradicional e invertida. .... | 40 |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>13</b> |
| 1.1      | CONHECIMENTOS DE GENÉTICA – UMA NECESSIDADE .....                     | 13        |
| 1.2      | AS DIFICULDADES E LIMITAÇÕES NO ENSINO DE GENÉTICA .....              | 14        |
| 1.3      | NECESSIDADE DE NOVAS ESTRATÉGIAS .....                                | 15        |
| 1.4      | A SALA DE AULA INVERTIDA.....   | 17        |
| <b>2</b> | <b>JUSTIFICATIVA</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>3</b> | <b>PROBLEMA DA PESQUISA</b> .....                                     | <b>20</b> |
| <b>4</b> | <b>OBJETIVO GERAL</b> .....   | <b>21</b> |
| 4.1      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 21        |
| <b>5</b> | <b>METODOLOGIA</b> .....  | <b>22</b> |
| 5.1      | CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....                                       | 22        |
| 5.2      | SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.....   | 22        |
| 5.3      | ANÁLISE ESTATÍSTICA .....   | 31        |
| <b>6</b> | <b>RESULTADOS</b> .....   | <b>32</b> |
| 6.1      | SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS: TAT E TAI.....                                  | 32        |
| 6.2      | RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES: TAT E TAI.....                             | 40        |
| 6.3      | QUESTIONÁRIOS .....   | 43        |
| <b>7</b> | <b>DISCUSSÃO</b> .....  | <b>46</b> |
| <b>8</b> | <b>CONCLUSÃO</b> .....  | <b>52</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>53</b> |
|          | <b>APÊNDICE A – Carta de autorização da escola</b> .....              | <b>59</b> |
|          | <b>APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido</b> .....  | <b>60</b> |
|          | <b>APÊNDICE C – Termo de assentimento livre e esclarecido</b> .....   | <b>62</b> |
|          | <b>APÊNDICE D – Questionário “Quiz pós aula”</b> .....                | <b>64</b> |
|          | <b>APÊNDICE E – Estudo dirigido: Mendel e seus experimentos</b> ..... | <b>66</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>APÊNDICE F – Avaliação inicial .....</b>           | <b>67</b> |
| <b>APÊNDICE G – Avaliação final.....</b>              | <b>69</b> |
| <b>ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP .....</b> | <b>72</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A Genética é, atualmente, um dos ramos mais proeminentes da Biologia no que tange à produção científica, descobertas inovadoras e questões bioéticas. A presença de temas de Genética constantemente na mídia mostra que diversos setores da sociedade como agricultura, pecuária, indústria alimentícia e farmacêutica convergem seus interesses para esta área do conhecimento (WOOD-ROBINSON *et al.*, 1998; PAIVA e MARTINS, 2005; BRÃO e PEREIRA, 2015). Devido ao amplo volume de informações e de novas descobertas no ramo da Engenharia Genética, é essencial que os cidadãos e os jovens estudantes, mesmo longe dos laboratórios de pesquisa, tenham condições de compreendê-las, discuti-las e aplicá-las em seu cotidiano. A necessidade desses conhecimentos se acentua à medida que a ciência deixa as paredes do laboratório e passa a ser debatida pela sociedade em geral (CASAGRANDE, 2006).

### 1.1 CONHECIMENTOS DE GENÉTICA – UMA NECESSIDADE

Segundo alguns autores como Wood-Robinson *et al.* (1998); Justina (2001); Paiva e Martins (2005); Silva, Cabral e Castro (2019), a apropriação de conhecimentos no ramo da Genética Clássica e da moderna Genética Aplicada é essencial para a formação de um cidadão crítico e capacitado para as decisões a respeito de assuntos eticamente delicados como clonagem, terapia gênica, organismos geneticamente modificados, entre outros. Para que o cidadão não rejeite ou esteja alheio aos novos e velozes avanços da Genética, Justina e Ferla (2006) afirmam que “as pessoas necessitam compreender o grande espectro de aplicações e implicações tanto da Genética Básica quanto da Genética Aplicada”. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2002), também destacam essa necessidade:

A compreensão desses fundamentos é essencial para que os alunos possam conhecer e avaliar o significado das aplicações que têm sido feitas dos conhecimentos genéticos no diagnóstico e tratamento de doenças, na identificação de paternidade ou de indivíduos, em investigações criminais, ou após acidentes. Além disso, tais conhecimentos permitem que os alunos sejam introduzidos no debate das implicações éticas, morais, políticas e econômicas das manipulações genéticas, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a humanidade e o planeta. (BRASIL, 2002, p.49).

Os PCNEM pressupõem que o estudante, nessa fase da educação básica, deve desenvolver competências e habilidades que o torne capaz de perceber os códigos próprios da

Biologia, expressar suas incertezas e tirar conclusões sobre os fenômenos relacionados à Biologia em seu cotidiano, além de questionar, relacionar, solucionar questões e utilizar os conceitos em situações totalmente novas (BRASIL, 2002).

Atualmente a carga horária destinada ao ensino de Biologia no currículo do Estado de Minas Gerais é de 2 horas/aula semanais, num total de 80 horas anuais, segundo a Proposta Curricular do Estado de Minas Gerais - CBC (MINAS GERAIS, 2005) podendo o professor, a seu critério, ministrar aulas práticas e teóricas.

Silva, Cabral e Castro (2019) destacam a superficialidade com que os conteúdos de Genética têm sido trabalhados no Ensino Médio, privando os cidadãos de alguns subsídios necessários para tornarem-se críticos e atuantes na sociedade. Um ensino desatualizado e desconectado da realidade do estudante é apontado como fator recorrente no contexto do ensino de Genética (LEAL, MEIRELES e RÔÇAS, 2019).

Diversos autores reiteram a responsabilidade da escola, como espaço formal para a educação científica, como principal responsável por fornecer subsídios para que os estudantes desenvolvam a capacidade de reconhecer a genética como um “fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos” (BRASIL, 2002, p. 50) Alguns desses autores inclusive consideram o conhecimento científico tão importante quanto a leitura e a escrita (JUSTINA e FERRARI, 2000; FÁVARO, 2003; CID e NETO, 2005; CASAGRANDE, 2006; JUSTINA e FERLA 2006; BOZANINI, 2011; MOURA, 2013, SOUZA *et al.*, 2016).

Para que o direito ao acesso aos conhecimentos básicos de genética, que embasam o conhecimento da Genética Moderna, seja garantido a todos os estudantes brasileiros, tanto os PCNEM quanto o CBC determinam que esses temas sejam abordados ao longo do ensino médio.

## 1.2 AS DIFICULDADES E LIMITAÇÕES NO ENSINO DE GENÉTICA

Os conteúdos relacionados à genética são apresentados como um dos mais difíceis de serem compreendidos pelos alunos, tanto de ensino médio brasileiro (BISSOLI, SANTOS, e CONDE, 2018; BRÃO e PEREIRA, 2015; CID e NETO, 2005; FÁVARO, 2003; MARTINEZ, FUJIHARA e MARTINS, 2008; MOURA, 2013; SCHEID e FERRARI, 2006; YAMAZAKI, 2010) como também os de outros países há décadas (BAHAR, JOHNSTONE e HANSELL, 1999; LONGDEN, 1982; TEKKAYA *et al.*, 2001; WOOD-ROBINSON *et al.*, 1998).

Um grande número de fatores está associado a esta dificuldade:

- Abstração dos conceitos (LEAL, MEIRELES e RÔÇAS, 2019; PEREIRA-FERREIRA *et al.*, 2017; SILVA, CABRAL e CASTRO, 2019);
- Compreensão insuficiente da terminologia específica e dos princípios básicos da genética como: gene/cromossomo, mitose e meiose, síntese proteica, homozigoto/heterozigoto, alelo, homólogo (BAHAR, JOHNSTONE e HANSELL, 1999; CID e NETO, 2005; LEAL, MEIRELES e RÔÇAS, 2019; MOURA, 2013; PEREIRA-FERREIRA *et al.*, 2017; SCHEID e FERRARI, 2006; YAMAZAKI, 2010);
- Falta de compreensão de conceitos matemáticos (BAHAR, JOHNSTONE e HANSELL, 1999; CID e NETO, 2005);
- Insuficiência de carga horária da disciplina (PEREIRA-FERREIRA *et al.*, 2017);
- Falta ou inadequação/desatualização do material didático (FÁVARO, 2003; BOZANINI, 2005; MOURA, 2013; PEREIRA-FERREIRA *et al.* 2017);
- Despreparo do professor (BOZANINI e BASTOS, 2011; BRÃO e PEREIRA, 2015; LEAL, MEIRELES e RÔÇAS, 2019; MOURA, 2013; SOUZA *et al.*, 2016; TEKKAYA *et al.*, 2001; YAMAZAKI, 2010);

Segundo Yamazaki, (2010 apud TURCINELLI *et al.*, 2006), em pesquisa realizada na UNICAMP com 406 estudantes, 88% afirmaram se interessar pela temática de Genética, porém 73% relataram dificuldade de compreensão. Diante desses dados preocupantes torna-se iminente a necessidade de novas estratégias de ensino-aprendizagem que aproximem os estudantes desses conceitos tão essenciais para o mundo atual.

### 1.3 NECESSIDADE DE NOVAS ESTRATÉGIAS

Embora a Genética seja uma ciência em constante transformação e construção e seus conhecimentos atuais sejam tão dinâmicos, há um predomínio de métodos teóricos e tradicionais de ensino, como a exposição (geralmente monólogos do professor) e a memorização e repetição como principais habilidades desenvolvidas pelos estudantes (BRÃO e PEREIRA 2015; CAMPOS, BARTOLOTO e FELÍCIO, 2008; JANN e LEITE, 2010). Como enfatiza Andrade e Souza (2016, p.4), “os processos de ensino e aprendizagem tradicionais não respondem mais às demandas do mundo contemporâneo, muito menos ao perfil do aluno do século XXI”. Estudos bastante recentes sugerem que sejam desenvolvidas práticas pedagógicas que coloquem o aluno como protagonista de seu aprendizado (SCHIMITZ e REIS, 2018).

Diante da necessidade de desenvolvimento e implementação de técnicas de ensino que tornem os conteúdos de Genética mais atrativos, dinâmicos e significativos, várias estratégias de ensino e capacitação têm sido empregadas com essa finalidade:

- Uso de jogos educativos (CAMPOS, BARTOLOTO e FELÍCIO, 2008; FREITAS *et al.*, 2011; BRÃO e PEREIRA, 2015; JANN e LEITE, 2010; MARTINEZ, FUJIHARA e MARTINS, 2008; SOUZA *et al.*, 2016; VALADARES, 2009; YAMAZAKI, 2010);
- Aulas práticas (FALA, CORREIA e PEREIRA, 2010);
- Uso de softwares educativos (SILVA e RAZERA, 2006);
- Capacitação de professores e alunos (NUNES *et al.*, 2006; BOZANINI, 2011);
- Produção de materiais didáticos (BISSOLI, SANTOS e CONDE, 2018).

As aulas expositivas, amplamente utilizadas no ensino básico atual, partem do pressuposto de que todos os estudantes aprendem no mesmo ritmo e absorvem as informações simplesmente ouvindo o professor. Para Valente (2014) a sala de aula tradicional é uma herança dos tempos da Revolução Industrial, que se porta como uma “linha de montagem” em que o estudante repete as informações e é treinado para não pensar criticamente, só ecoar atitudes e ideias.

Segundo Schimitz (2016, p. 23), o desenvolvimento das tecnologias inaugura um novo panorama educacional que envolve acesso mais democrático à informação, tornando-a mais inclusiva e acessível. Essa nova perspectiva leva os profissionais da educação à busca de práticas que reinventem o ensino num mundo cada vez mais conectado, ágil, democrático, permeado de diferenças e onde os conhecimentos são cada vez mais “inter, multi e transdisciplinares”.

A necessidade atual é de reinventar a forma tanto de ensinar, enquanto professores, e de aprender, como estudantes, tanto presencial quanto virtualmente, diante de tantas mudanças sociais e também no universo do trabalho. Os modelos tradicionais são cada vez mais insuficientes e desmotivadores. Para Silva (2003), educar com novas tecnologias é um desafio que até agora não foi enfrentado com profundidade, as mudanças necessárias ainda não têm sido realizadas com seriedade e urgência como deveriam. Atualmente, tanto na escola quanto no trabalho, podemos aprender de forma contínua e flexível, estados juntos numa sala ou separados geograficamente, mas interligados sempre através de redes.

Para Lopes (2015, p. 6), a “maneira de aprender já mudou, o que falta mudar é a forma de ensinar”. Tanto Lopes (2015), quanto Prado (2015) tem a mesma opinião: as mentes dos estudantes já processam na velocidade da internet enquanto os professores, apesar de utilizarem

algumas tecnologias, mantém o ensino focado em si próprios sendo os estudantes apenas receptores na maior parte do tempo passivos. Esse método tradicional é ainda válido, mas não deveria mais ser utilizado como único recurso de comunicação entre professor e estudante, uma vez que esse último já possui condições de autonomia na busca de conhecimento.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM, 2002) já trazem como pressupostos a interpretação, a autonomia e a crítica como exigências para a educação atual, o que a utilização de um único método – o expositivo – não pode proporcionar:

[...] o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana. (BRASIL, 2002, p.50).

O uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) tem sido uma ferramenta para diversificação das metodologias de ensino. Para Valente (2014) essas tecnologias têm o potencial de “alterar a dinâmica da escola e da sala de aula como, por exemplo, a organização dos tempos e espaços da escola, as relações entre o aprendiz e a informação, as interações entre alunos, e entre alunos e professor”. A integração das TDIC nas atividades da sala de aula tem tornado possível o que é conhecido como *blended learning* ou ensino híbrido, sendo que a “sala de aula invertida” (*flipped classroom*) é uma das modalidades que têm sido implantadas tanto no Ensino Básico quanto no Ensino Superior.

#### 1.4 A SALA DE AULA INVERTIDA

A sala de aula invertida é um método de aprendizagem ativo, que tem a finalidade de inverter o modo como os conteúdos são trabalhados em sala de aula e otimizar o uso do tempo de aprendizagem e dos professores (BACICH e MORAN, 2018; BISSOLI, SANTOS e CONDE, 2018). Basicamente, o conceito de sala de aula invertida é o seguinte: o que normalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, é realizado em sala (BERGMANN e SAMS, 2018). Dessa forma aula expositiva torna-se mais breve, e o tempo em sala de aula é utilizado com ênfase em tirar

dúvidas e coloca-se maior foco nas atividades em grupo, debates e exercícios (VALÉRIO e MOREIRA, 2018). Andrade e Souza (2016) explicam de forma clara o processo de inversão:

[...] a sala de aula é utilizada para a realização de exercícios, atividades em grupo, realização de projetos. O professor aproveita para tirar dúvidas, aprofundar o tema e estimular discussões. Esta inversão é muito mais do que uma mudança nos horários e dos espaços físicos. [...] Trata-se de um processo de aprendizagem que se realiza de fato, de maneira diferente, com a vantagem de o aluno aprender de forma mais personalizada, com autonomia para desenhar, programar seu aprendizado na valorização de suas habilidades e competências, tendo o professor como um facilitador do processo de aprendizagem. (ANDRADE; SOUZA, 2016, p.9).

A apresentação dos conteúdos previamente aos estudantes geralmente é feita por intermédio de TDIC, o que aproxima essa metodologia do estudante do século XXI, fortemente informatizado e globalizado (VALÉRIO e MOREIRA, 2018; SANTOS, *et al.*, 2017; SCHIMITZ, 2016). Com o advento e a difusão das TDIC, modificou-se rapidamente o acesso à informação e também a maneira de aprender. Santos, *et al.* (2017) argumenta que essa revolução tecnológica tornou algumas formas de ensinar inadequadas e desmotivadoras.

O método de inversão da sala de aula foi amplamente divulgado por Bergmann e Sams 2012, em que relatam sua experiência pessoal com o desenvolvimento gradual e aplicação dessa estratégia a partir dos anos de 2007 e 2008. Apesar da contemporaneidade dessa e de outras metodologias ativas, no início do século XX vários autores já defendiam seus conceitos primordiais, entre eles destacam-se Decroly, Kilpatrick, Jonh Dewey, Ausubel, como salientado por Camargo e Daros (2018).

A aula invertida é parte de um conjunto de estratégias denominado *Blended Learning* ou ensino híbrido (POWEL *et al.*, 2015; ANDRADE e SOUZA, 2016). Estudantes em escolas formais que utilizam essa metodologia de aprendizagem combinada (parte presencial e parte não presencial) aprendem autonomamente em uma parte do tempo e ainda têm o benefício da instrução face-a-face e supervisão do professor para maximizar sua aprendizagem e melhor atender às suas próprias necessidades.

As pesquisas utilizando essa metodologia ativa têm aumentado muito nos últimos anos, e, apesar das críticas que recebe (VALÉRIO e MOREIRA, 2018), o método tem se mostrado eficaz nos diversos níveis de ensino, promovendo mais oportunidades de interação entre os estudantes, habilidades de autonomia e motivação pessoal (JOVANOVIC *et al.*, 2017). Pesquisadores em todo o mundo têm encontrado resultados positivos ou, no pior dos cenários, neutros no desempenho dos estudantes em relação ao uso das metodologias tradicionais (LO e HEW, 2017).

## 2 JUSTIFICATIVA

De acordo com as diretrizes estabelecidas pelo PCNEM e pelo CBC, o conteúdo de Genética Mendeliana deve ser ministrado de forma mais aprofundada no 3º ano do ensino médio. Estudos realizados em escolas públicas e particulares brasileiras mostram o déficit de conhecimento dos conceitos básicos de Genética: 30% demonstram não ter nenhum conhecimento sobre a composição do DNA (PEDRANCINI *et. al.*, 2007), 60,3% não compreendem os conceitos básicos de genética (FABRÍCIO *et. al.*, 2006).

A Genética é ensinada por meio de métodos tradicionais como aulas expositivas, resolução de atividades em casa e correção dessas atividades pelo professor em sala de aula (SILVA e RAZERA, 2006). Na Escola Estadual Alberto Giovannini a realidade não tem sido diferente. Além disso, é fato que atualmente os estudantes vivem numa realidade muito diferente em que as inovações tecnológicas têm permitido acesso a um mundo infinitamente diverso de informações em tempo real. As pessoas se conectam através da tecnologia com uma velocidade inimaginável há vinte anos quando a maioria dos professores cursou o ensino médio (CAMARGO e DAROS, 2018), o que demanda uma necessidade de atualização das técnicas e linguagens utilizadas ao ensinar. Dessa questão surge a seguinte pergunta: Se a relação do jovem com a tecnologia permitiu uma grande mudança na realidade do mundo, por que permanecer com as mesmas metodologias antigas de ensino?

A necessidade de inovação na educação mostra-se necessária há muito tempo. (ANDRADE e SOUZA, 2016; BACICH e MORAN, 2018). Mas é preciso distinguir inovação tecnológica de inovação no processo ensino-aprendizagem. O mero uso de tecnologias em sala de aula com o fim de apenas ilustrar uma aula expositiva, que continua centrada no professor, não é a mudança que se busca. Para melhor atender o aluno, no contexto tecnológico atual, são necessárias metodologias que tornem esse aluno corresponsável pelo aprendizado, que o traga para o centro e faça-o se sentir protagonista nesse processo (BERGMANN e SAMS, 2018).

### **3 PROBLEMA DA PESQUISA**

As metodologias ativas, entre elas a sala de aula invertida, são antigas em seu conceito, porém novas em sua aplicação e ampla divulgação. Já foram amplamente usadas no ensino superior, caminham lentamente no ensino médio e ainda estão presentes de forma muito insipiente nas escolas públicas brasileiras. Com o presente trabalho pretende-se responder ao questionamento: a metodologia da sala de aula invertida é eficaz no ensino de genética numa escola pública?

Portanto, a temática central do trabalho refere-se à investigação de uma estratégia ativa no ensino de um conteúdo de grande relevância, porém de difícil compreensão. Tem-se como produtos do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia a presente dissertação, bem como a sequência didática produzida e aplicada como modelo para auxiliar professores que desejam diversificar as metodologias de ensino em suas respectivas salas de aulas.

## **4 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a efetividade do uso da metodologia sala de aula invertida no ensino de Genética para estudantes do Ensino Médio de uma escola pública.

### **4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar as sequências didáticas a serem aplicadas;
- Aplicar a metodologia sala de aula invertida no ensino de Genética comparando com o ensino tradicional em duas turmas de ensino médio.
- Encorajar a autonomia, autorregulação e protagonismo dos estudantes no seu processo de aprendizagem.
- Avaliar quantitativamente o processo de aprendizagem durante e após a aplicação de ambas as metodologias.
- Detectar as impressões dos estudantes em relação às metodologias aplicadas.

## 5 METODOLOGIA

Tendo em vista a utilização de tecnologias e metodologias inovadoras na busca da melhora no processo ensino aprendizagem, o público escolhido para participar da pesquisa foi de uma escola pública de educação básica do Estado de Minas Gerais. As escolas públicas de ensino básico possuem limitações significativas de estrutura, formação continuada para professores e carga horária, o que as torna um desafio no que se refere à qualidade na educação.

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O presente estudo, intervencional, longitudinal, de abordagem tanto quantitativa quanto qualitativa, com amostragem de conveniência, foi realizado na Escola Estadual Alberto Giovannini, localizada na cidade de Coronel Fabriciano, estado de Minas Gerais. A Escola atende estudantes do ensino médio com ensino integral e regular.

No início do ano letivo, as turmas foram distribuídas entre os professores da unidade escolar e foram designadas aleatoriamente para o presente estudo duas turmas de estudantes matriculados no 3º ano do ensino médio regular. As turmas foram denominadas, de forma aleatória, Turma Aula Tradicional (TAT),  $n = 25$ , e Turma Aula Invertida (TAI),  $n = 34$ .

**Tabela 1** – Caracterização das turmas participantes do estudo

| TURMA      | FEMININO |    | MASCULINO |    | MÉDIA DE IDADE ( $p>0,05$ ) |
|------------|----------|----|-----------|----|-----------------------------|
|            | N        | %  | N         | %  | ANOS                        |
| TAT (n=25) | 8        | 32 | 16        | 47 | 17,52                       |
| TAI (n=34) | 16       | 68 | 18        | 53 | 17,38                       |

Fonte: Dados da autora (2019). Teste T aplicado para comparação das médias de idade.

### 5.2 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Foram aplicadas duas sequências didáticas diferentes, sendo uma para cada turma. Essas sequências foram realizadas ao longo de seis semanas (que é a duração aproximada de um bimestre letivo) durante o terceiro bimestre do ano letivo de 2019.

Antes do início da aplicação, a pesquisa e seus objetivos foram apresentados às turmas. A TAI ouviu uma explicação de como funcionaria o método da aula invertida e qual deveria

ser a postura de cada um, estudantes e professora, no processo. Os estudantes foram então convidados a participar da pesquisa e receberam os documentos: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) a ser assinado pelos responsáveis dos alunos menores de idade e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) a ser assinado por todos os alunos. Estes documentos foram lidos junto com os estudantes para que fossem sanadas quaisquer dúvidas. Esses termos esclareceram acerca dos objetivos científicos do trabalho e sobre a divulgação dos resultados da pesquisa. O não preenchimento dos termos necessários acarretaria na exclusão da pesquisa (APÊNCICES B e C). O livro didático utilizado durante o trabalho com ambas as turmas foi o adotado pela própria escola: *Biologia*, de Vivian L. Mendonça, volume 3.

Para TAT foi elaborada uma sequência didática utilizando como metodologia principal a aula expositiva, em que o professor é o protagonista e os estudantes se portam majoritariamente como ouvintes, tendo, entretanto, liberdade para questionar e opinar durante a exposição (BONINI-ROCHA *et. al.*, 2014). As aulas expositivas foram ministradas em sala de aula, com duas aulas de 50 minutos cada por semana, realizadas na escola. As atividades destinadas para realização em casa foram posteriormente corrigidas em sala de aula, conforme descrito na sequência didática a seguir.

**Primeira semana: aulas 1 e 2 (tabela 2).**

**Tabela 2** - Sequência didática da primeira semana – Turma aula tradicional.

| Semana | Conteúdo                     | Atividades em sala  | Atividades de casa  | Avaliação                                 |
|--------|------------------------------|---|---|---|
| 1      | DNA – estrutura e replicação | 1) Aula expositiva sobre o DNA e sua estrutura: Nucleotídeos, ligações, bases nitrogenadas. | 1) Representar a estrutura de um nucleotídeo de DNA com papel colorido e colagem.<br>2) Representar a estrutura de um trecho de DNA hipotético no caderno e seu processo de duplicação. | 1) Pontualidade.<br>2) Atividades de casa |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

**Segunda semana: aulas 3 e 4 (tabela 3).**

**Tabela 3** - Sequência didática da segunda semana - Turma aula tradicional.

| Semana | Conteúdo               | Atividades em sala  | Atividades de casa  | Avaliação   |
|--------|------------------------|---|---|---|
| 2      | Transcrição e tradução | 1) Aula expositiva sobre transcrição e tradução.<br>2) Quiz pós aula. | 1) Assistir a animação no link:<br><a href="https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGMEI">https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGMEI</a><br>2) Fazer um mapa mental ou resumo do conteúdo no caderno. | 1) Pontualidade.<br>2) Atividades de casa.<br>3) Quiz pós aula. |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

**Terceira semana: aulas 5 e 6 (tabela 4).**

**Tabela 4** - Sequência didática da terceira semana - Turma aula tradicional.

| Semana | Conteúdo                   | Atividades em sala   | Atividades de casa                                | Avaliação   |
|--------|----------------------------|--|---|---|
| 3      | Mendel e seus experimentos | 1) Aula expositiva:<br>a) Biografia de Mendel e seus experimentos<br>b) Termos usados no estudo de genética. | 1) Atividades do livro didático pág. 149 (1 a 8). | 1) Pontualidade.<br>2) Atividades de casa.<br>3) Avaliação inicial. |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

**Quarta semana: aulas 7 e 8 (tabela 5).**

**Tabela 5** - Sequência didática da quarta semana – Turma aula tradicional.

| Semana | Conteúdo               | Atividades em sala   | Atividades de casa  | Avaliação                                  |
|--------|------------------------|--|---|--|
| 4      | Primeira Lei de Mendel | 1) Aula expositiva:<br>a) Resolução dialogada de atividades sobre primeira lei de Mendel.<br>b) Probabilidade em genética.<br>2) Correção de atividades de casa. | 1) Atividades do livro didático pág. 150 e 151 (13 a 19). | 1) Pontualidade.<br>2) Atividades de casa. |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

**Quinta semana: aulas 9 e 10 (tabela 6).**

**Tabela 6 - Sequência didática da quinta semana - Turma aula tradicional.**

| Semana | Conteúdo   | Atividades em sala   | Atividades de casa                           | Avaliação                                  |
|--------|--|--|--|--|
| 5      | Alelos múltiplos – herança dos grupos sanguíneos | 1) Aula expositiva: Alelos múltiplos e tipos sanguíneos.<br>2) Correção de atividades de casa. | 1) Lista de exercícios (situações-problema). | 1) Pontualidade.<br>2) Atividades de casa. |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

**Sexta semana: aulas 11 e 12 (tabela 7)**

**Tabela 7 - Sequência didática da sexta semana - Turma aula tradicional.**

| Semana | Conteúdo               | Atividades em sala  | Atividades de casa                  | Avaliação                                  |
|--------|------------------------|---|-------------------------------------|--|
| 6      | Herança ligada ao sexo | 1) Aula expositiva:<br>a) Herança ligada ao x;<br>b) Herança ligada ao Y;<br>c) Herança influenciada pelo sexo.<br>d) Heredogramas.<br>2) Correção de atividades de casa. | 1) Lista de exercícios revisionais. | 1) Pontualidade.<br>2) Atividades de casa. |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

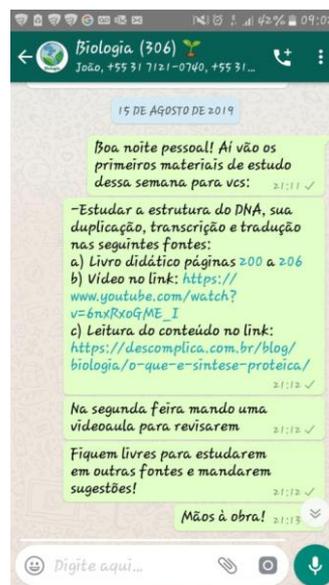
Para a TAI foi elaborada a sequência didática sala de aula invertida. Para a sequência foram utilizados materiais gratuitos e livres disponíveis na internet, o livro didático adotado pela própria escola e materiais próprios da autora (exercícios e materiais de papelaria). A análise e escolha das videoaulas levou em conta a relevância e exatidão do conteúdo e a linguagem, que deveria ser simples e clara além de serem livres de direitos autorais.

As atividades em sala de aula com a TAI foram realizadas em grupos fixos de quatro estudantes cada durante toda a sequência didática. Os membros dos grupos foram escolhidos aleatoriamente pelos próprios estudantes de forma que se sentissem confortáveis com os colegas, o que facilitaria a comunicação e provavelmente maior rendimento do grupo.

Os *links* dos vídeos, textos, atividades, além de outras comunicações para TAI foram compartilhados através de um grupo no aplicativo WhatsApp especialmente criado para este fim, como mostrado na figura 1. Essa ferramenta foi escolhida pois era utilizada por todos os estudantes participantes da pesquisa, é simples de usar e permite o compartilhamento de textos, áudios, vídeos e links.

Para o bom funcionamento do grupo foram discutidas e estabelecidas algumas regras: no grupo somente deveriam ser postados assuntos relativos às aulas de Biologia, conversas paralelas, piadas e discussões alheias ao conteúdo não deveriam ocorrer. O espaço deveria ser usado para debates sobre o conteúdo e para solucionar dúvidas com os colegas e a professora.

**Figura 1** - Primeiras instruções no grupo de WhatsApp montado para comunicações sobre a pesquisa.



Fonte: Acervo da autora (2019).

A parte da sequência didática a ser realizada na escola foi aplicada em sala de aula e no laboratório de ciências (nas atividades manuais) e as atividades marcadas para casa com posterior aprofundamento em sala aula, deveriam ser realizadas em horários determinados pelo próprio estudante conforme descrito a seguir:

### Primeira semana: aulas 1 e 2

A tabela 8 mostra as atividades referentes à primeira semana da sequência didática aplicada para a TAI, com especificações do conteúdo a ser trabalhado, as atividades que deveriam ser realizadas em casa e as atividades planejadas para o momento presencial.

**Tabela 8** - Sequência didática da primeira semana - Turma aula invertida.

| Semana | Conteúdo                     | Atividades de casa  | Atividades em sala  | Avaliação   |
|--------|------------------------------|---|---|---|
| 1      | DNA – estrutura e replicação | <p>1) Estudar a estrutura do DNA, sua duplicação, nas seguintes fontes:</p> <p>a) Livro didático páginas 200 a 206.</p> <p>b) Videoaulas nos links:<br/> <a href="https://youtu.be/hvKWk4jEGmY">https://youtu.be/hvKWk4jEGmY</a><br/> <a href="https://youtu.be/dqj1LO5iqv0">https://youtu.be/dqj1LO5iqv0</a><br/> <a href="https://youtu.be/BkQXUSmi0Wk">https://youtu.be/BkQXUSmi0Wk</a></p> <p>c) Leitura do conteúdo no link:<br/> <a href="https://descomplica.com.br/blog/biologia/o-que-e-sintese-proteica/">https://descomplica.com.br/blog/biologia/o-que-e-sintese-proteica/</a></p> <p>2) Fazer um mapa mental ou resumo do conteúdo no caderno.</p> | <p>1) Representar a estrutura de um nucleotídeo de DNA com papel colorido e colagem.</p> <p>2) Representar uma molécula de DNA utilizando papel colorido e colagem.</p> | <p>1) Pontualidade.</p> <p>2) Atividade pré aula.</p> <p>3) Participação.</p> <p>4) Entrega das atividades.</p> |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

### Segunda semana: aulas 3 e 4

A tabela 9 mostra as atividades referentes à segunda semana da sequência didática aplicada para a TAI, com especificações do conteúdo a ser trabalhado, as atividades que deveriam ser realizadas em casa e as atividades planejadas para o momento presencial.

**Tabela 9 - Sequência didática da segunda semana - Turma aula invertida.**

| Semana | Conteúdo               | Atividades de casa  | Atividades em sala  | Avaliação  |
|--------|------------------------|---|---|--|
| 2      | Transcrição e tradução | 1) Estudar a transcrição e a tradução nas seguintes fontes:<br>a) Livro didático páginas 200 a 206.<br>b) Videoaulas nos links:<br><a href="https://youtu.be/ywMYH1D8OTc">https://youtu.be/ywMYH1D8OTc</a><br><a href="https://youtu.be/cFVklot3zVw">https://youtu.be/cFVklot3zVw</a><br>c) Animação no link:<br><a href="https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME_I">https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME_I</a><br>d) Fazer um mapa mental ou resumo do conteúdo no caderno. | 1) Fazer um cartaz com a transcrição e a tradução de um segmento de DNA.<br>2) Tira dúvidas. Quiz pós aula. | 1) Pontualidade.<br>2) Participação.<br>3) Entrega da atividades.<br>4) Quiz pós aula. |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

### Terceira semana: aulas 5 e 6

A tabela 10 mostra as atividades referentes à terceira semana da sequência didática aplicada para a TAI, com especificações do conteúdo a ser trabalhado, as atividades que deveriam ser realizadas em casa e as atividades planejadas para o momento presencial.

**Tabela 10 - Sequência didática da terceira semana - Turma aula invertida.**

| Semana | Conteúdo                   | Atividades de casa   | Atividades em sala  | Avaliação   |
|--------|----------------------------|--|---|---|
| 3      | Mendel e seus experimentos | 1) Estudar a biografia de Gregor Mendel e seus experimentos, nas seguintes fontes:<br>a) Documentário no link:<br><a href="https://www.youtube.com/watch?v=tRFN7ISmhFg&amp;t=1041s">https://www.youtube.com/watch?v=tRFN7ISmhFg&amp;t=1041s</a><br>b) Videoaulas nos links:<br><a href="https://www.youtube.com/watch?v=prA82eigMiA&amp;list=PLYpCEfhk4LXoYK8GdipDJrMJ8zjcRnH3&amp;index=1">https://www.youtube.com/watch?v=prA82eigMiA&amp;list=PLYpCEfhk4LXoYK8GdipDJrMJ8zjcRnH3&amp;index=1</a><br><a href="https://www.youtube.com/watch?v=2rqEmRrtkYc&amp;t=318s">https://www.youtube.com/watch?v=2rqEmRrtkYc&amp;t=318s</a><br>c) Escrever a biografia de Mendel no caderno.<br>d) Responder ao questionário pré aula. | 1) Utilizando os círculos verdes e amarelos representando as sementes de ervilhas, representar os experimentos de Mendel num cartaz.<br>2) Responder a um estudo dirigido sobre a vida e os experimentos de Mendel. | 1) Pontualidade.<br>2) Atividade pré aula.<br>3) Participação.<br>4) Entrega das atividades.<br>5) Avaliação inicial. |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

### Quarta semana: aulas 7 e 8

A tabela 11 mostra as atividades referentes à quarta semana da sequência didática aplicada para a TAI, com especificações do conteúdo a ser trabalhado, as atividades que deveriam ser realizadas em casa e as atividades planejadas para o momento presencial.

**Tabela 11** - Sequência didática da quarta semana - Turma aula invertida.

| Semana | Conteúdo               | Atividades de casa   | Atividades em sala   | Avaliação  |
|--------|------------------------|--|--|--|
| 4      | Primeira Lei de Mendel | 1) Estudar a primeira Lei de Mendel, nas seguintes fontes:<br><br>a) Textos:<br><br><a href="https://www.biologianet.com/genetica/primeira-lei-mendel.htm">https://www.biologianet.com/genetica/primeira-lei-mendel.htm</a><br><br><a href="https://www.stoodi.com.br/blog/2018/06/20/primeira-lei-de-mendel/">https://www.stoodi.com.br/blog/2018/06/20/primeira-lei-de-mendel/</a><br><br>b) Videoaula no link:<br><br><a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZmGqPre4Jc8">https://www.youtube.com/watch?v=ZmGqPre4Jc8</a> | 1) Lista de atividades em grupo.<br><br>2) Finalização das atividades e Tira dúvidas | 1) Pontualidade.<br><br>2) Atividade pré aula.<br><br>3) Participação.<br><br>4) Entrega das atividades. |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

### Quinta semana: aulas 9 e 10

A tabela 12 mostra as atividades referentes à quinta semana da sequência didática aplicada para a TAI, com especificações do conteúdo a ser trabalhado, as atividades que deveriam ser realizadas em casa e as atividades planejadas para o momento presencial.

**Tabela 12** - Sequência didática da quinta semana - Turma aula invertida.

| Semana | Conteúdo   | Atividades de casa   | Atividades em sala  | Avaliação   |
|--------|--|--|---|---|
| 5      | Alelos múltiplos – herança dos grupos sanguíneos | <p>Estudar os temas abaixo:</p> <p>O que são tipos sanguíneos?</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=907ws2kX4Zo">https://www.youtube.com/watch?v=907ws2kX4Zo</a></p> <p>A herança do sistema ABO:</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=WBrlhmLmdl8">https://www.youtube.com/watch?v=WBrlhmLmdl8</a></p> <p>Sistema RH:</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=QFDLFbl69Ss">https://www.youtube.com/watch?v=QFDLFbl69Ss</a> Heredogramas: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=8nPQhC_ZxEo">https://www.youtube.com/watch?v=8nPQhC_ZxEo</a></p> <p>Assistir às videoaulas e preparar um quadro comparativo entre os grupos sanguíneos.</p> | <p>1) Resolver pelo menos 3 situações problema (trocar entre os grupos) envolvendo herança de grupos sanguíneos.</p> <p>2) Apresentar uma situação problema e sua solução para a turma.</p> | <p>1) Pontualidade.</p> <p>2) Atividade pré aula.</p> <p>3) Participação.</p> <p>4) Entrega das atividades.</p> |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

### Sexta semana: aulas 11 e 12

A tabela 13 mostra as atividades referentes à sexta semana da sequência didática aplicada para a TAI, com especificações do conteúdo a ser trabalhado, as atividades que deveriam ser realizadas em casa e as atividades planejadas para o momento presencial.

**Tabela 13** - Sequência didática da sexta semana - Turma aula invertida.

| Semana | Conteúdo               | Atividades de casa  | Atividades em sala  | Avaliação   |
|--------|------------------------|---|---|---|
| 6      | Herança ligada ao sexo | <p>Estudar o conteúdo de herança ligada ao sexo através dos seguintes materiais:</p> <p>a) Videoaulas:</p> <p><a href="https://youtu.be/1o7weCgWFCE">https://youtu.be/1o7weCgWFCE</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=fcn4AskUq6s">https://www.youtube.com/watch?v=fcn4AskUq6s</a></p> <p>b) Leitura:</p> <p><a href="https://blogdoenem.com.br/biologia-genetica-heranca-sexo/">https://blogdoenem.com.br/biologia-genetica-heranca-sexo/</a></p> <p>c) Resolução de atividades do livro didático.</p> | <p>1) Montagem de heredograma de duas famílias hipotéticas: uma com gene do daltonismo e outra com gene da hemofilia.</p> <p>2) Apresenta o heredograma para a turma.</p> | <p>1) Pontualidade.</p> <p>2) Atividade pré aula.</p> <p>3) Participação.</p> <p>4) Entrega das atividades.</p> |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

No decurso da pesquisa, foram aplicadas duas avaliações individuais para as turmas TAT e TAI, a primeira com sete questões de múltipla escolha e uma questão discursiva, sendo atribuído o valor de um ponto em todas as questões. A segunda avaliação continha oito questões de múltipla escolha sendo também atribuído um ponto a cada questão. A primeira avaliação foi na terceira semana (APÊNDICE F) e a segunda avaliação (APÊNDICE G) na sétima semana do estudo e foram idênticas para ambas as turmas. Para avaliar as impressões dos participantes da pesquisa sobre cada metodologia, em ambas as turmas foram aplicados questionários anônimos, no mesmo dia da segunda avaliação (tabela 14 – adaptado de PAVANELO e LIMA, 2017 e tabela 15).

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da UFJF (CAC: 3.481, ANEXO A) e pela atual direção da Escola Estadual Alberto Giovannini (APÊNDICE A).

### 5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a avaliação dos dados quantitativos, foi utilizado o programa estatístico R Core Team (2020) sendo analisado o desempenho dentro da mesma turma ou entre as turmas, comparados através das notas das avaliações. As médias de idade das turmas foram calculadas através de teste T de Student. Foi realizada também uma análise qualitativa através de questionários anônimos. Para comparar as notas da TAT e da TAI nas avaliações inicial e final, foi aplicado o teste de Qui-quadrado. Considerou-se o nível de significância estatística de 5%.

Antes de realizar o teste de médias foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para verificar se os dados se aderem a uma distribuição normal. Como p-valor foi  $< 0,05$ . Aos dados não aderiram a uma distribuição normal, foi aplicado um teste não paramétrico.

Para comparar as notas da TAT e TAI na avaliação inicial e final, foi aplicado o teste de Wilcoxon para dados pareados.

## **6 RESULTADOS**

Os resultados do estudo incluem as sequências didáticas produzidas para as turmas TAT e TAI, os dados quantitativos e as respostas aos questionários aplicados.

### **6.1 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS: TAT E TAI**

#### **Primeira semana: aulas 1 e 2 – TAT**

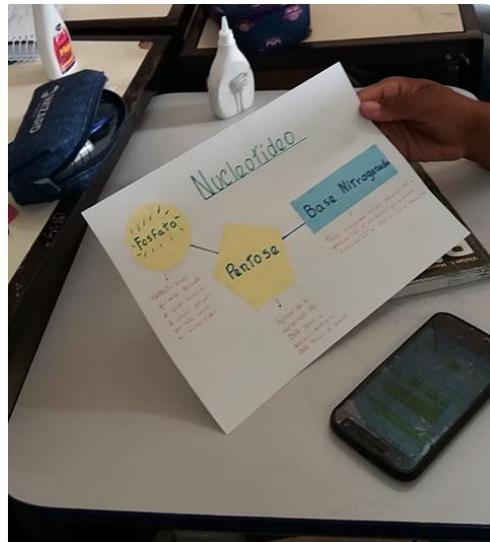
Na primeira semana, a TAT recebeu aula expositiva sobre a estrutura do DNA: nucleotídeos e seus componentes, ligações interatômicas, intermoleculares e seus arranjos espaciais que compõem a dupla hélice do DNA. Foi visto também o processo de replicação e sua importância.

Como atividade para ser desenvolvida em casa, os estudantes deveriam representar um nucleotídeo através de uma colagem no caderno e também criar um trecho hipotético de DNA e representar o processo de replicação desse trecho. Estas atividades foram avaliadas no início da aula da semana seguinte.

#### **Primeira semana: aulas 1 e 2 – TAI**

Na primeira semana os alunos receberam, via grupo do WhatsApp as orientações para estudos prévios. Em sala de aula a TAI montou a estrutura dos nucleotídeos e demonstrou como ocorre a replicação do DNA como mostrado as figuras 2 e 3.

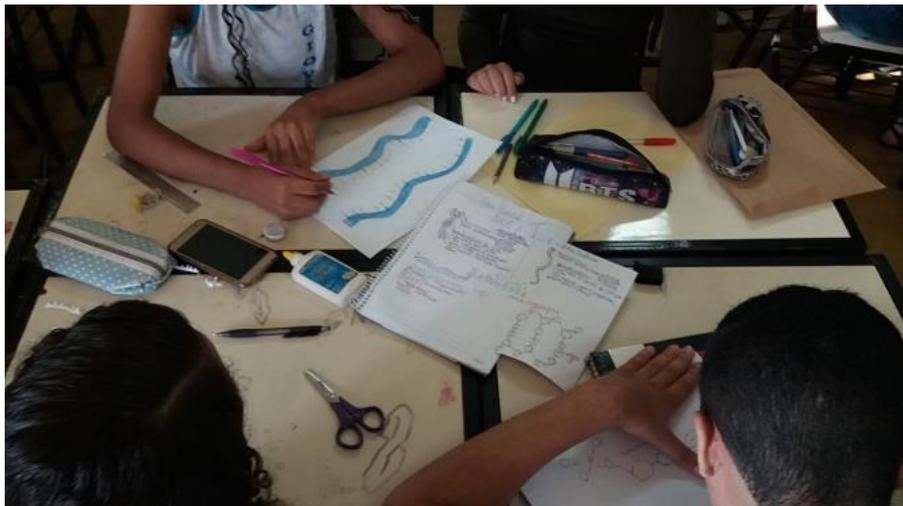
**Figura 2** - Montagem de um nucleotídeo com sua estrutura química - Turma aula invertida.



Fonte: Acervo da autora (2019).

Para a atividade foram utilizados papéis coloridos, cola, tesoura e pincéis. As atividades em sala de aula foram realizadas em grupos fixos.

**Figura 3** - Estudantes na Turma aula invertida trabalhando em grupo montando a estrutura do DNA e o processo de replicação.



Fonte: Acervo da autora (2019).

Enquanto os estudantes trabalhavam eram supervisionados pela professora e tinham suas dúvidas sanadas. Após o término das atividades os trabalhos foram recolhidos para

posterior avaliação. Na semana seguinte os trabalhos foram expostos em um painel feito de “varal” para que todos observassem.

### **Segunda semana: aulas 3 e 4 – TAT**

Na primeira aula da segunda semana, após a verificação das atividades realizadas em casa, foi ministrada para TAT uma aula expositiva sobre transcrição e tradução. Os dois processos foram demonstrados na lousa e em seguida os alunos puderam praticar utilizando uma sequência hipotética e o código genético do próprio livro didático disponível na página 206.

No final da aula os estudantes responderam à uma lista de exercícios denominada “Quiz pós aula” (APÊNDICE D) para auto avaliação do aprendizado das duas primeiras semanas.

Para casa foi determinado que assistissem a uma animação dos processos de transcrição e tradução e fizessem um mapa mental ou resumo esquemático do conteúdo da semana.

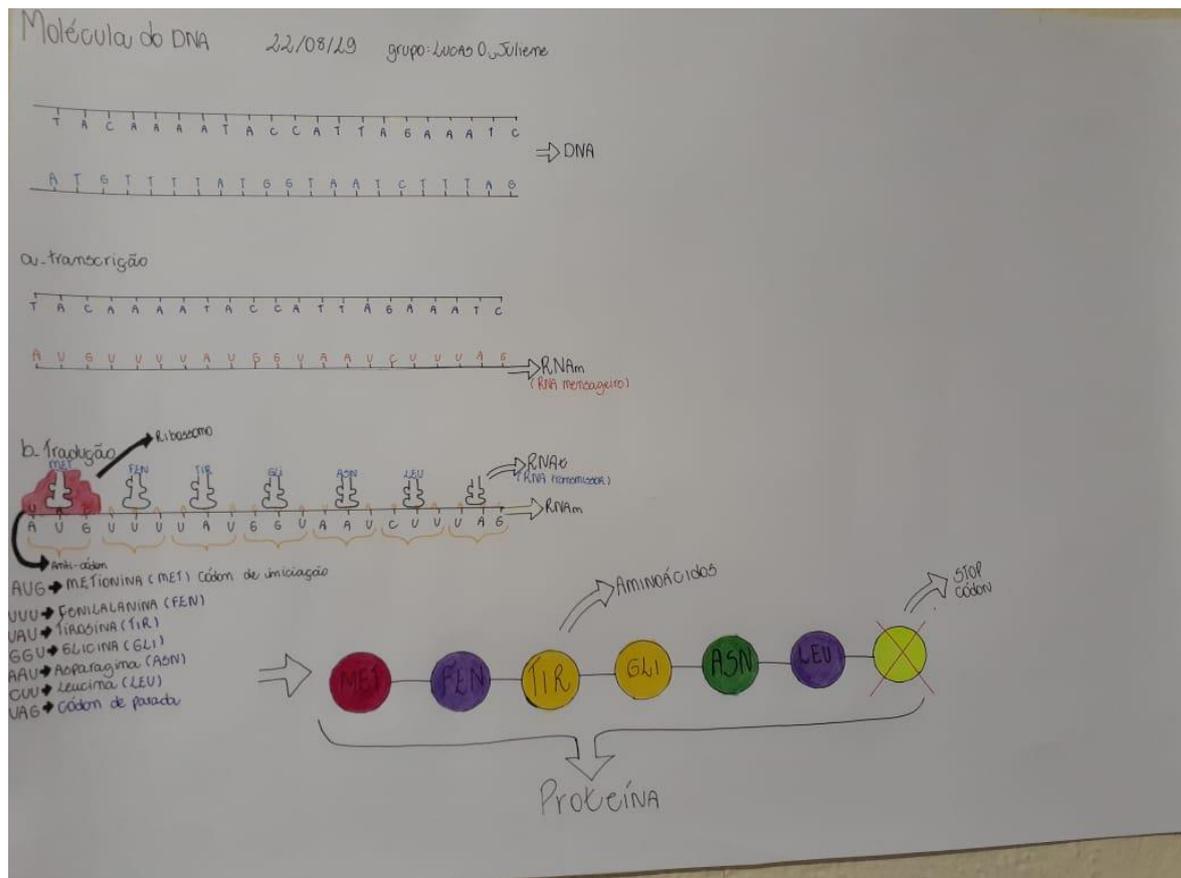
### **Segunda semana: aulas 3 e 4 – TAI**

Na segunda semana, após se prepararem estudando os processos de transcrição e tradução, a TAI, em sala de aula, utilizando cartolina, canetas e lápis coloridos, representaram um trecho de DNA preparado previamente pela professora e realizaram a transcrição e a tradução do trecho num cartaz (figura 4). Na atividade deveriam destacar a participação dos ribossomos e dos RNAs transportadores no processo e deveriam utilizar na tradução o código genético impresso no livro didático disponível à página 206.

Após a confecção, os cartazes foram fotografados e fixados na parede da sala para que todos pudessem observar.

No final da aula os estudantes realizaram o questionário “Quiz pós aula” (APÊNDICE D) para auto avaliação das duas primeiras semanas de trabalho com a metodologia sala de aula invertida.

**Figura 4** - Cartaz de um dos grupos de trabalho na Turma aula invertida.



Fonte: Acervo da autora (2019).

### Terceira semana: aulas 5 e 6 – TAT

Na terceira semana, no início da aula foi corrigida a tarefa dada para casa, e após, ministrada aula expositiva sobre introdução à genética. A biografia de Gregor Mendel foi conectada com seus primeiros experimentos e descobertas.

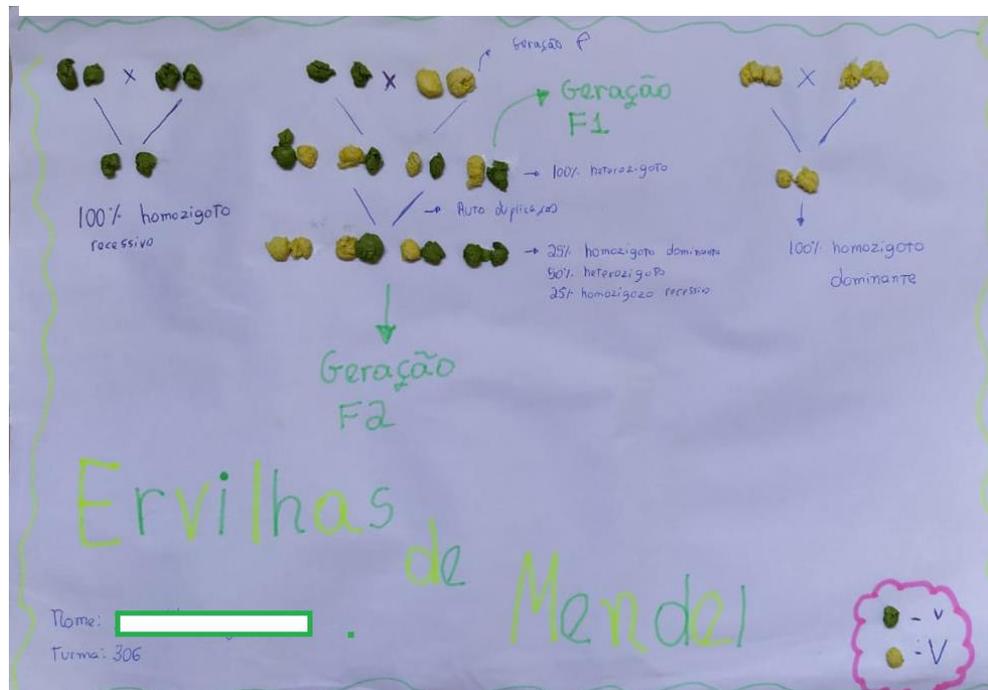
Os experimentos das ervilhas de Mendel foram descritos e os principais termos utilizados em genética como: dominante/recessivo, homocigoto/heterocigoto, gametas, cruzamento, geração parental e filial, autofecundação, fecundação cruzada, foram revisados e/ou apresentados aos estudantes.

Para casa os estudantes foram orientados a realizarem as atividades do livro na página 149.

### Terceira semana: aulas 5 e 6 – TAI

A temática estudada antecipadamente na terceira semana foi a biografia de Gregor Mendel e seus primeiros experimentos. Foi realizada, em grupos, uma atividade para montagem em cartaz dos experimentos de Mendel utilizando bolinhas de papel verdes, amarelas e cartolina branca. A atividade teve como objetivo a melhor visualização e compreensão das ideias iniciais da genética. Após a finalização dos trabalhos, os cartazes, foram recolhidos para avaliação (Figura 5).

**Figura 5** - Cartaz de um dos grupos de trabalho na Turma aula invertida.



Fonte: Acervo da autora (2019).

Após a realização da atividade prática os grupos responderam um estudo dirigido sobre a vida e os experimentos de Mendel (APÊNDICE E).

Ao final da terceira semana ambas as turmas (TAT e TAI) fizeram uma avaliação inicial, para verificar o desempenho de ambas nas primeiras semanas da pesquisa.

### Quarta semana: aulas 7 e 8 – TAT

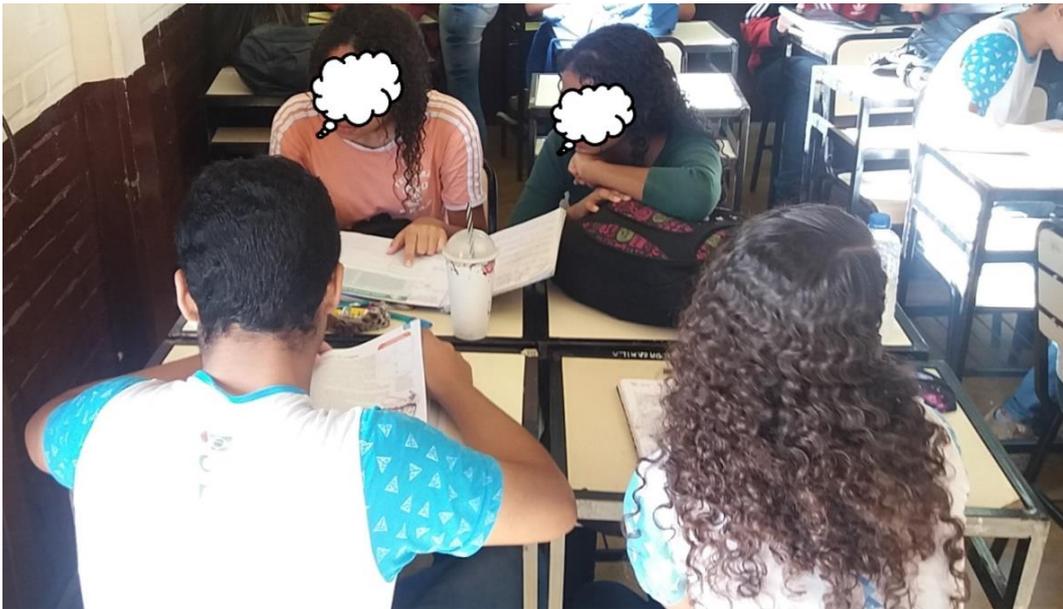
Na quarta semana, a TAT participou da aula expositiva sobre as aplicações da primeira lei de Mendel e suas variações como codominância, dominância incompleta e alelos letais. Para

essa exposição foram utilizados exemplos de situações problema e os estudantes foram estimulados a participar das resoluções. As situações problema foram demonstradas utilizando-se conceitos básicos de probabilidade. Ainda na quarta semana foram corrigidas as atividades propostas como tarefa de casa na terceira semana.

#### **Quarta semana: aulas 7 e 8 – TAI**

Após estudarem com antecedência as aplicações da Primeira Lei de Mendel, a atividade principal da quarta semana foi a resolução, em grupos, de atividades referentes ao tema (figura 6). Essas atividades envolveram conceitos de genética mendeliana e cálculos simples de probabilidade. Enquanto faziam as atividades os estudantes eram assistidos pela professora, que se manteve circulando entre os grupos, para que pudesse esclarecer dúvidas.

**Figura 6** - Grupo de trabalho na Turma aula invertida realizando exercícios.



Fonte: Acervo da autora (2019).

#### **Quinta semana: aulas 9 e 10 – TAT**

Ao iniciar a quinta semana procedeu-se a correção das atividades propostas para casa na semana anterior. Em seguida foi ministrada aula expositiva dialogada sobre alelos múltiplos com foco principal na herança dos grupos sanguíneos. Após a explanação foram propostos três exercícios a serem realizados na sala de aula para fixação do conteúdo.

### Quinta semana: aulas 9 e 10 – TAI

Na quinta semana os grupos deveriam estudar previamente o tema Alelos múltiplos, mais especificamente os Grupos sanguíneos. Na aula nove, ao chegarem na sala de aula, cada grupo recebeu uma ficha contendo uma situação problema (de conotação forense como solução de crimes e verificação de paternidade) envolvendo heranças dos grupos sanguíneos. Cada grupo deveria resolver a situação que recebeu e trocar de atividade com o máximo de grupos possíveis. Na aula dez cada grupo deveria apresentar e explicar para a turma, utilizando o quadro da sala de aula, a solução do problema da sua primeira ficha, recebida no início da aula. Nesse momento a professora pôde intervir esclarecendo dúvidas e dando ênfase em conceitos mais relevantes (Figuras 7 e 8).

**Figura 7** - Grupo na Turma aula invertida resolvendo situações-problema para os colegas.



Fonte: Acervo da autora (2019).

**Figura 8** - Estudantes na Turma aula invertida resolvendo problemas de investigação de paternidade.



Fonte: Acervo da autora (2019).

#### **Sexta semana: aulas 11 e 12 – TAT**

Na última semana a TAT participou da aula expositiva sobre herança ligada ao sexo. Após uma revisão rápida sobre tipos de cromossomos, cromossomos homólogos e não homólogos, foram apresentadas as duas principais condições ligadas ao cromossomo X: daltonismo e hemofilia. Foi explicada também a herança ligada ao Y e comparados heredogramas de famílias com condições ligadas ao X e ao Y. Foi também demonstrado padrão de herança da calvície humana que é uma condição influenciada pelo sexo. Foi dada também uma ênfase especial na construção e interpretação de diferentes tipos de heredogramas, sua simbologia e possibilidades de representação. Além da aula expositiva foram corrigidas as atividades propostas para casa na semana anterior.

#### **Sexta semana: aulas 11 e 12 – TAI**

Na última semana de aplicação da pesquisa, a turma TAI se preparou previamente estudando em casa o assunto herança ligada ao sexo e em sala de aula trabalhou integrando esse conhecimento com a habilidade de montar heredogramas, utilizando corretamente seus símbolos.

A turma se dividiu nos grupos habituais e recebeu uma folha de papel A3 para esquematizar duas famílias: uma com o gene do daltonismo ou da hemofilia e outra com uma doença ligada ao Y.

Enquanto realizavam a atividade receberam assistência da professora que circulava entre os grupos prestando assistência e observando o desempenho nas atividades.

Ao final da aula cada grupo apresentou e explicou para a turma o seu trabalho. Nesse momento todos puderam tirar dúvidas e a professora pôde acrescentar comentários pertinentes.

## 6.2 RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES: TAT E TAI

Em ambas as avaliações individuais escritas a TAI mostrou resultados de desempenho melhores do que a TAT, apresentando um aumento significativo do número de estudantes com média com o seguimento da pesquisa.

Comparando-se os resultados da avaliação inicial com a avaliação final, ambas as turmas apresentaram melhoras, mas a melhoria na TAI é significativamente.

Os resultados da distribuição das médias em ambas as avaliações estão apresentados na tabela 14.

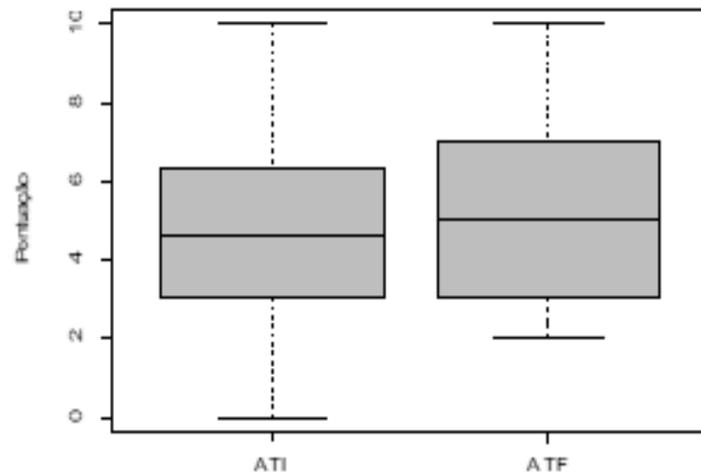
**Tabela 14** –Distribuição de estudantes com notas acima da média nas avaliações inicial e final nas turmas aula tradicional e invertida.

| TURMA         | COM MÉDIA NA AVALIAÇÃO INICIAL |    | COM MÉDIA NA AVALIAÇÃO FINAL |    | AUMENTO |
|---------------|--------------------------------|----|------------------------------|----|---------|
|               | N                              | %  | N                            | %  |         |
| TAT (n=25)    | 7                              | 28 | 9                            | 36 | 8       |
| TAI (n=34)    | 15                             | 44 | 24                           | 70 | 26      |
| Significância | p = 0,76                       |    | <b>p = 0,0161</b>            |    |         |

Fonte: Elaborado pela autora (2019). Teste de Qui-quadrado.

Na figura 9, é possível observar que não há diferença estatística entre as medianas da primeira e segunda avaliação na TAT, ou seja, medianas 4,65 e 5,00 respectivamente, portanto, não há evidências de que as notas sejam diferentes entre a primeira e segunda avaliação ( $p > 0,05$ ).

**Figura 9** – Distribuição das notas da Turma aula tradicional nas avaliações inicial e final.

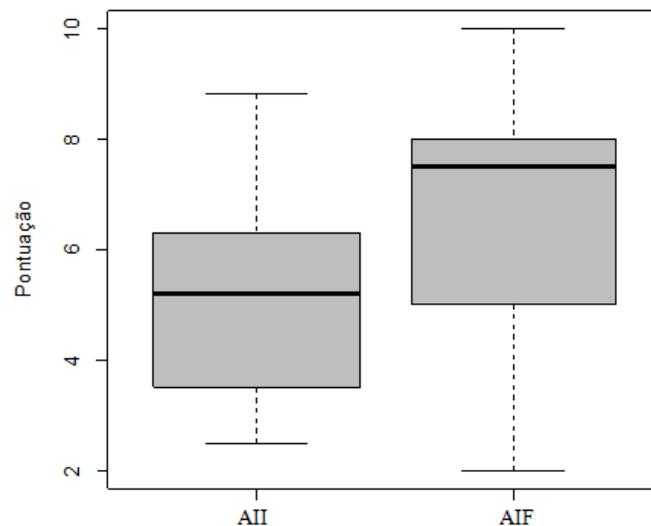


Fonte: Elaborado pela autora (2019). ATI= aula tradicional inicial ATF=aula tradicional final. Teste de Wilcoxon.

É possível observar que há diferença significativa entre as medianas da primeira e segunda avaliação na Turma TAI, ou seja, medianas 5,20 e 7,50 respectivamente, portanto, há evidências de que as notas sejam diferentes entre a primeira e segunda avaliação ( $p < 0,05$ ).

Este resultado está apresentado na figura 10, que trás a distribuição das notas dos estudantes da TAI nas duas avaliações aplicadas durante o período do estudo.

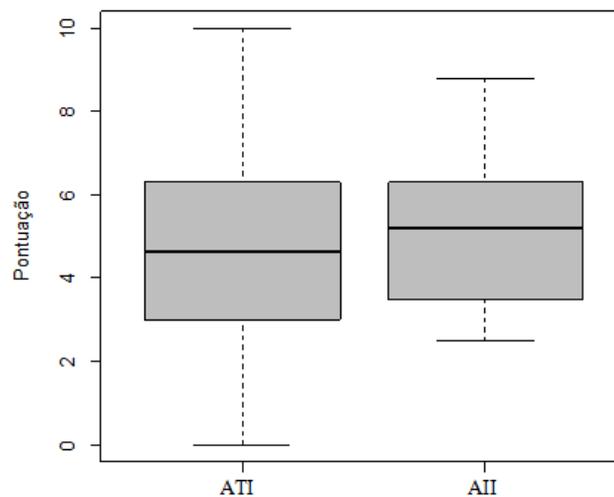
**Figura 10** - Distribuição das notas da Turma aula invertida nas avaliações inicial e final.



Fonte: Elaborado pela autora (2019). AII= aula invertida inicial AIF=aula invertida final. Teste de Wilcoxon.

Na figura 11 é possível observar que não há diferença entre as medianas da primeira avaliação entre TAT e TAI, ou seja, medianas 4,65 e 5,20 respectivamente, portanto, não há evidências de que as notas sejam significativamente diferentes entre as duas turmas na primeira avaliação ( $p > 0,05$ ).

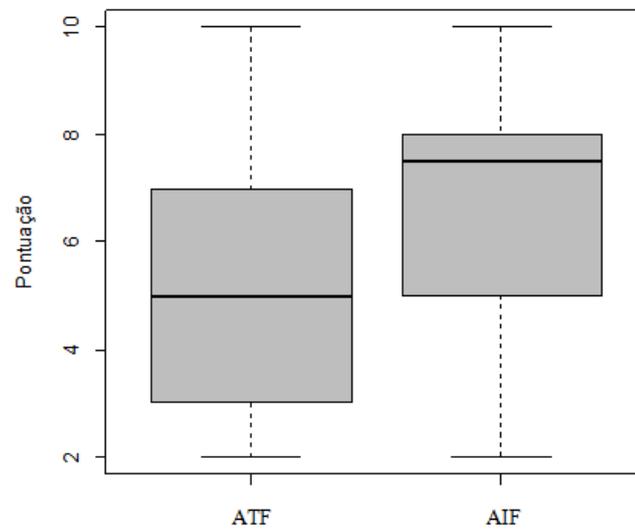
**Figura 11** - Distribuição das notas das turmas aula tradicional e invertida na primeira avaliação.



Fonte: Elaborado pela autora (2019). ATI= aula tradicional inicial ATF=aula tradicional final. Teste de Wilcoxon.

Na figura 12, é possível observar há diferença entre as medianas da segunda avaliação entre a TAT e TAI, ou seja, medianas 5,00 e 7,50 respectivamente, portanto, há evidências de que as notas sejam diferentes estatisticamente entre as turmas na segunda avaliação ( $p < 0,05$ ).

**Figura 12** – Distribuição das notas das turmas aula tradicional e invertida na segunda avaliação.



Fonte: Elaborado pela autora (2019). ATF= aula tradicional inicial AIF=aula invertida final. Teste de Wilcoxon.

### 6.3 QUESTIONÁRIOS

Os questionários, cujos resultados são apresentados a seguir foram aplicados a ambas as turmas da pesquisa após o período de aplicação de ambas as sequências didáticas. A aplicação ocorreu no momento da segunda avaliação, ou seja, no último dia do estudo. Os questionários foram distribuídos juntamente com a avaliação e recolhidos antes do final da mesma para que não houvesse a associação entre a avaliação e o questionário e garantir o anonimato dos mesmos.

#### 7.3.1 Turma aula tradicional

A tabela 14 mostra um compilado das questões e respostas do questionário aplicado à TAT ao final do período de aplicação da sequência didática.

**Tabela 14** - Compilado das perguntas e respostas do questionário da Turma aula tradicional.

| <b>1. Qual o seu nível de interesse pelas aulas de Biologia no conteúdo de genética.</b>  |                 |
|---|-----------------|
| A média das respostas foi 7,64%   |                 |
| <b>2. A forma tradicional de ensino em que, geralmente, o professor fala e os alunos ouvem e, em seguida realizam atividades, é adequada para a atualidade? Sim ou não?</b> |                 |
| Sim 64% e 36% não.  |                 |
| <b>3. Dê sugestões do que pode ser modificado para tornar as aulas de Biologia mais interessantes?</b>  |                 |
| Sugestões dos alunos  | Nº de respostas |
| Aula mais extrovertida  | 2               |
| Aulas práticas  | 9               |
| Mudança de horário  | 2               |
| Aulas com slides e esquemas   | 2               |
| Aulas teóricas  | 2               |
| Debates   | 1               |
| Dinâmicas e brincadeiras  | 1               |
| Sugestões dos alunos  | Nº de respostas |
| Aumento de carga horária  | 1               |
| Não precisa mudar nada  | 4               |
| Vídeos  | 1               |
| <b>4. De que maneira você julga aprender melhor?</b>  |                 |
| Sugestões dos alunos  | Nº de respostas |
| Ouvindo o professor falar   | 15              |
| Lendo ou estudando sozinho no livro   | 8               |
| Assistindo vídeo aulas  | 6               |
| Fazendo resumos   | 9               |
| Fazendo atividades com orientação do professor  | 12              |
| <b>5. Você prefere aulas expositivas ou aulas onde os alunos resolvem exercícios e fazem atividades práticas?</b>   |                 |
| 44% respondeu preferir as aulas expositivas e 56% as aulas onde resolvem exercícios e fazem atividades práticas.  |                 |
| <b>6. Você acha que a avaliação bimestral foi justa e de acordo com os conteúdos estudados.</b>   |                 |
| Sim 94% e 4% não.   |                 |
| <b>7. Qual o seu grau de dificuldade no aprendizado do conteúdo de Genética?</b>  |                 |
| Pouca dificuldade   | 0%              |
| Média dificuldade   | 64%             |
| Muita dificuldade   | 36%             |
| <b>8. Qual foi o seu tempo médio de estudo durante a pesquisa?</b>  |                 |
| De 0 a 1 hora   | 84%             |
| De 1 a 2 horas  | 16%             |
| De 2 a 4 horas  | 0%              |
| Mais de 4 horas   | 0%              |

As notas atribuídas na questão um, deveriam variar de zero a 10, sendo considerada a classificação com nota menor ou igual a três como ruim, entre quatro e cinco como regular, entre seis e oito boa e entre nove e 10 excelente. Na questão quatro os participantes poderiam marcar mais de uma resposta. Fonte: Dados da autora (2019).

### 7.3.2 Turma aula invertida

A tabela 15 mostra um compilado das questões e respostas do questionário aplicado à TAI ao final do período de aplicação da sequência didática.

**Tabela 15** - Compilado das perguntas e respostas do questionário da Turma aula invertida.

| <b>1. Dê uma nota de zero a 10 aos seguintes pontos sobre o desenvolvimento da disciplina de Biologia durante a aplicação do método “Sala de Aula Invertida” nas últimas cinco semanas.</b> |                         |
|---|-------------------------|
| <b>Ponto abordado</b>   | <b>Médias das notas</b> |
| Metodologia   | 5,18                    |
| Vídeo aulas   | 5,56                    |
| Fontes de leitura e pesquisa  | 6,26                    |
| Atividades em sala de aula  | 6,53                    |
| Comunicação com a professora  | 5,88                    |
| Motivação pessoal   | 4.44                    |
| Grupo no WhatsApp   | 5.97                    |
| <b>2. Durante quanto tempo você estudou por semana a disciplina fora da sala de aula?</b>   |                         |
| De 0 a 1 hora   | 56%                     |
| De 1 a 2 horas  | 35%                     |
| De 2 a 4 horas  | 9%                      |
| Mais de 4 horas   | 0%                      |
| <b>3. Você considera que a metodologia ajudou na sua organização de estudos e a estudar mais?</b>   |                         |
| Sim (bastante)  | 3%                      |
| Um pouco  | 44%                     |
| Não   | 53%                     |
| <b>4. Você prefere aulas expositivas ou aulas onde os alunos resolvem exercícios e fazem atividades práticas?</b>   |                         |
| 76% respondeu preferir as aulas expositivas e 24% as aulas onde resolvem exercícios e fazem atividades práticas.  |                         |
| <b>5. Você acha que a avaliação bimestral foi justa e de acordo com os conteúdos estudados.</b>   |                         |
| Sim 74% e 26% não.  |                         |
| <b>6. Qual o seu grau de dificuldade no aprendizado do conteúdo de Genética?</b>  |                         |
| Pouca dificuldade   | 29%                     |
| Média dificuldade   | 53%                     |
| Muita dificuldade   | 18%                     |
| <b>7. Dê a sua opinião sobre a metodologia “Sala de Aula Invertida”, as vantagens e desvantagens que você observou, críticas, elogios ou sugestões.</b>                                     |                         |
| <b>Vantagens/Elogios</b>  | <b>Nº de respostas</b>  |
| Estimula o estudo em casa   | 7                       |
| Atividades práticas em sala de aula   | 4                       |
| Gera autonomia  | 4                       |
| Modo diferente de aprender  | 2                       |
| Atividades em grupo   | 1                       |
| Mais interação com o conteúdo   | 1                       |
| Tempo maior para fazer atividades   | 1                       |
| <b>Desvantagens</b>   | <b>Nº de respostas</b>  |
| Trabalha no contra turno  | 11                      |
| Falta de tempo/disposição para estudar  | 7                       |
| Dificuldade de aprender sozinho   | 9                       |
| Não tem disciplina para estudar em casa   | 3                       |
| Distanciamento professor/aluno  | 3                       |
| Falta de seriedade da turma   | 1                       |

Fonte: Dados da autora (2019). As notas atribuídas na questão um, deveriam variar de zero a 10, sendo considerada a classificação com nota menor ou igual a três como ruim, entre quatro e cinco como regular, entre seis e oito boa e entre nove e 10 excelente.

## 7 DISCUSSÃO

A sala de aula invertida tem como propósito mudar o modo como os conteúdos são trabalhados em sala de aula, o que é trabalhado pelo professor em classe passa a ser tarefa de casa e o que era para casa é feito na sala de aula. Desse modo o estudante torna-se um pesquisador dos conteúdos, um sujeito ativo na sua própria aprendizagem, permitindo-lhe monitorar o seu tempo. Nesse contexto o professor tem o papel de facilitador, permitindo ao aluno desenvolver suas habilidades e competências. A sala de aula passa a ser um espaço utilizado como um local para tirar dúvidas, realizar atividades em grupo, debates e exercícios. Dada essa autonomia espera-se que o estudante aprenda investigando (ANDRADE; SOUZA, 2016; BACICH; MORAN, 2018; BERGMANN; SAMS, 2018; BISSOLI; SANTOS; CONDE, 2018; VALÉRIO; MOREIRA, 2018).

Ao iniciar a aplicação da sequência didática da TAI, foi perceptível a dificuldade de adaptação dos estudantes a um novo método de ensino/aprendizagem, uma vez que estavam habituados a sempre receber conteúdos, e não a buscá-los, ou seja, à metodologia tradicional. Foi necessário permitir um tempo mais prolongado para adequação dos estudantes ao novo método, portanto, a avaliação inicial foi aplicada apenas ao final da terceira semana de trabalho.

Para a TAT a sequência didática e a aplicação das avaliações seguiram o mesmo cronograma da TAI, para que ambas as turmas recebessem a mesma quantidade e sequência dos conteúdos.

No primeiro momento, ao propor aos estudantes da TAI a participação na pesquisa, a maioria se mostrou atenta e entusiasmada em participar. Um estudante relatou que “se sentia importante” estando envolvido numa proposta que tem em vista a melhoria da qualidade da educação. O entusiasmo da maioria, com o tempo, se transmutou em desconfiança ao perceberem que o hábito de estudo em casa é a nota tônica da metodologia sala invertida. Resultados semelhantes foram observados por Barros (2019) que percebeu, em sua pesquisa, que os estudantes também não tinham hábitos de estudo em casa e essa se torna uma limitação importante no uso da sala de aula invertida.

A pesquisa foi apresentada com entusiasmo e positividade, encorajando os estudantes a se envolverem e se dedicarem para que ficassem satisfeitos com o próprio resultado. Ao final da apresentação poucos estudantes estavam realmente motivados, a maioria mostrou-se curiosa e ao mesmo tempo com dúvidas e receosa.

A TAT recebeu com interesse a apresentação da proposta da pesquisa, mas vários estudantes protestaram, pois afirmaram que gostariam de participar da turma sala invertida, porém, se mostraram sempre dispostos a realizar as avaliações e atividades.

Assim que a proposta da pesquisa foi apresentada, iniciou-se a comunicação através do grupo do aplicativo WhatsApp com os estudantes da TAI como apresentado na amostra da figura 1. Essa ferramenta de comunicação já foi utilizada com sucesso em outros estudos envolvendo metodologias ativas (ALMEIDA, 2015; NERI, 2015; ROCKEMBACH e GARRÉ, 2018). O aplicativo Whatsapp é utilizado por praticamente todos os jovens atualmente e foi o instrumento escolhido para a comunicação, sendo bem aceito pelos estudantes. No decurso da pesquisa os estudantes foram estimulados através desse grupo a conversarem com os colegas para troca de ideias, debates sobre o conteúdo e interação com a professora, o que ocorreu com frequência menor que a esperada. Isso mostra o mesmo comentado por Barros (2019), que os estudantes estão pouco habituados a utilizar a tecnologia disponível para fins educacionais. Nossos dados também são consonantes com os observados por Calheiros (2019), com estudantes nos anos finais do Ensino Fundamental. Nesse estudo, o autor aplicou a metodologia sala de aula invertida no ensino de Geometria para estudantes do Ensino Fundamental II, também utilizando o Whatsapp como principal ferramenta de comunicação, obtendo resultados animadores no aprendizado desse conteúdo.

Ao longo da semana que antecedeu a primeira aula e nas semanas subsequentes os estudantes foram lembrados e alertados, através do grupo no Whatsapp, sobre a importância de realizarem as leituras, assistirem aos vídeos e realizarem as atividades previamente, para que o tempo em sala de aula fosse aproveitado para realizar as atividades práticas, bem como para permitir o atendimento individual. Foi esclarecido que não haveria aula expositiva, como habitual, e sim momentos para tirar dúvidas, e que eles deveriam ter contato com o conteúdo antecipadamente para que as atividades em sala de aula fizessem sentido.

Após a formação dos grupos e a explicação da primeira atividade, ficou evidente que alguns estudantes não haviam se preparado como deveriam. Apesar do despreparo, na maioria dos grupos existia pelo menos um estudante que havia cumprido os pré-requisitos da aula e servia como “monitor” para os demais membros do grupo.

Ao serem atendidos nos grupos, os estudantes foram mais uma vez informados da necessidade de seguirem o roteiro de estudo em casa para que estivessem preparados para as atividades presenciais. Muitos se mostraram desmotivados e alegaram não ter tempo para estudar.

Para a TAT a rotina em sala não sofreu alterações, com aulas expositivas e atividades para casa. As atividades para casa nem sempre foram realizadas por todos, o que provavelmente gerou prejuízo no processo de aprendizagem, resultando num desempenho significativamente mais baixo que a TAI.

Uma parcela dos estudantes de ambas as turmas relatou nas interações cotidianas das aulas que trabalham no turno oposto ao escolar, o que deixa pouco tempo e disposição para os estudos. Nossos achados corroboram com os relatados por Fischer *et al.* (2003), que afirmaram ser esta uma realidade muito comum nas escolas públicas, nas quais os adolescentes de baixa renda precisam trabalhar para complementar o orçamento familiar. Em muitos casos, o trabalho é incentivado pela própria família e por programas do governo, mesmo sabendo que há prejuízos para o adolescente no seu desenvolvimento escolar.

Alguns estudantes de cada uma das turmas da pesquisa apresentaram problemas de infrequência e impontualidade, o que prejudicou sua participação nas aulas expositivas e/ou atividades. Essa foi a realidade de alguns até o fim do estudo. Além desse problema, uma pequena parcela dos estudantes de ambas as turmas também permaneceu alheia e desmotivada e não apresentou resultados positivos.

O mesmo não se refletiu nos estudantes que já possuíam o hábito de estudo em casa e nem naqueles que mostraram interesse em experimentar a nova metodologia. Entre esses, todos seguiram o roteiro de estudos prévios e tiveram bom aproveitamento nos exercícios e nas atividades práticas. Resultados semelhantes foram observados por Ramirez e Suarez (2017) que, em sua pesquisa, aplicaram o método aula invertida no ensino de Física no ensino médio. Nesse estudo 83% dos estudantes se mostraram satisfeitos com a metodologia.

A metodologia sala invertida se mostrou eficiente para incentivar e melhorar o aprendizado desde o início do estudo, o que fica demonstrado pelo desempenho da TAI desde a primeira avaliação (tabela 14). Mesmo com as dificuldades iniciais de adaptação ao método a turma respondeu positivamente, partindo de um resultado melhor.

Os resultados apresentados na figura 9 demonstram que a metodologia tradicional não contribuiu para a melhoria dos resultados da TAT no período do estudo. Na metodologia tradicional o estudante está habituado a ouvir, geralmente sem questionar, o conteúdo transmitido pelo professor. Essa postura do professor como centro, figura de autoridade em sala de aula e do estudante como repetidor de conceitos remete à educação bancária, tecnicista criticada por Paulo Freire (BARROS, 2019). Cabe ao professor trazer significado à aula expositiva, trazendo-a do campo da repetição para o campo da reflexão. A forma tradicional de ensinar não precisa ser bancária, precisa ser significativa, envolvente. Os professores,

infelizmente não recebem instrução, formação para melhor desenvolvimento de métodos que tornem as aulas expositivas instrumentos mais eficazes de ensino.

Segundo os dados apresentados na figura 10, a sequência didática sala invertida contribuiu para um aumento significativo das notas dos estudantes, comparando-se as notas da primeira e segunda avaliações, assim como encontrado em outros estudos com diferentes públicos e diferentes áreas do conhecimento (CALHEIROS, 2019; LO e HEW, 2017; TREVELIN, PEREIRA e NETO, 2013). A sala de aula invertida mostra-se, portanto, uma metodologia útil para o processo ensino/aprendizagem de conteúdos de diferentes áreas do conhecimento, desde que o professor planeje com antecedência as aulas, utilize recursos variados como vídeos, áudios, imagens, animações e atividades desafiadoras e contextualizadas para a sala de aula. O principal papel do professor na metodologia sala de aula invertida é o de mediador e, para tanto, deve manter constante contato com os estudantes, não somente durante a aula, mas também antes, motivando-os, e depois, mostrando que o conteúdo não se esgotou e que existe mais a ser descoberto e pesquisado. O papel do professor e do estudante são totalmente resinificados (BARROS, 2019; SCHIMITZ, 2016; SOARES 2017).

Apesar do desempenho melhor em termos de quantidade de alunos com média acima de seis pontos na primeira avaliação, as médias não foram significativamente diferentes entre as duas turmas. Já quando se compararam as notas na segunda avaliação (figura 12), foi possível observar diferença significativa ( $p < 0,05$ ), sendo assim, pode-se afirmar que a turma que teve a sequência didática sala de aula invertida obteve melhor desempenho escolar em relação às notas. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Jovanovic (2017) ao utilizar a sala de aula invertida com estudantes do curso de Sistemas de Computação numa instituição de ensino superior australiana.

Os resultados encontrados no presente estudo também se refletem na percepção dos estudantes sobre a dificuldade de aprendizado do conteúdo de genética. Pode-se observar (tabelas 14 e 15), que a maioria dos participantes da TAT relatou ter média ou muita dificuldade de compreensão do conteúdo, enquanto na TAI a maioria afirmou ter pouca ou média dificuldade. Esses achados indicam que a sala de aula invertida contribuiu positivamente no ensino-aprendizagem, uma vez que, a TAI mesmo tendo afirmado não ter se envolvido plenamente durante a aplicação da metodologia, foi participativa e também dedicou mais horas de estudo do que a TAT. Esses achados podem ser considerados pontos positivos para a utilização da sequência didática sala de aula invertida, e, portanto, ter refletido na melhora do desempenho escolar como demonstrado na figura 12.

Na TAT, quando os estudantes foram questionados se a metodologia tradicional, com aulas expositivas é adequada para a realidade atual, a maioria respondeu que acha a metodologia adequada, mas ao serem solicitados a sugerir mudanças, 40% sugeriu a inserção de aulas práticas, como mostrado na figura 14. Esses dados sugerem uma necessidade de inovação nas aulas tradicionais, com o desenvolvimento de estratégias mais interativas e que proporcionem maior autonomia ao estudante. Esses achados, vão de encontro ao relatado no estudo realizado por Evangelista e Sales (2018), que detectaram a necessidade de inovação em contrapartida ao desconhecimento e despreparo do professor para a utilização de metodologias ativas.

A carga horária semanal para o ensino de Biologia no ensino regular da Rede Estadual de Minas Gerais é de 2 horas/aula/semana, o que já foi citado em outros estudos como sendo insuficiente para que todos os conteúdos sejam trabalhados, limitando a ação do professor na criação de estratégias de ensino (BOZANINI, 2011; TEIXEIRA, 2001). Essa limitação torna difícil associar aulas tradicionais com a execução de atividades em sala de aula ou fora dela, com acompanhamento do professor de forma mais individualizada. Esse foi um fator limitante no ensino-aprendizagem para ambas as turmas, mas especialmente para a TAT, o que não deixou de ser notado pelos estudantes, que sugeriram mudanças na carga horária da disciplina.

A falta de tempo e/ou de motivação foi nítida quando se analisou a dedicação de tempo ao estudo de Biologia (tabelas 14 e 15) e é provável que estejam associadas às dificuldades com o conteúdo. Notou-se que os estudantes da TAT, em sua maioria, dedicam menos de uma hora por semana para estudar Biologia, o que refletiu diretamente em seu grau de dificuldade, uma vez que todos relataram ter de média a muita dificuldade no aprendizado de Genética.

Nas notas atribuídas para as atividades executadas em sala de aula na TAI, observa-se que a média foi 6,53 pontos para esse quesito (tabela 14), sugerindo que os estudantes apreciam atividades em grupos, por ser dada a estes, maior autonomia e proporcionar interação entre os pares. Essa média sugere que o método sala de aula invertida atende ao anseio de muitos deles por aulas “diferentes” com atividades em grupo, apresentações, resolução de situações problema e uso de material didático diferente (computador, smartphone, papéis coloridos, recorte, colagem), além de explorar outros ambientes como laboratório, biblioteca, entre outros.

Na TAI, quando os estudantes foram questionados em relação às vantagens e desvantagens da sequência didática aplicada, foi possível observar (tabela 15), que dentre as desvantagens apontadas, destacou-se a falta de tempo, disposição, disciplina e concentração para estudar em casa, o que demonstra que a maioria dos estudantes provavelmente não tem hábito de estudo fora da escola. Esses quesitos também foram observados para TAT, onde concluiu-se que independentemente da sequência didática utilizada, esses fatores são

limitadores na aplicação de quaisquer metodologias. Esses dados corroboram com os encontrados por Barros (2019). Mesmo com todas as dificuldades apontadas, alguns estudantes da TAI que mostraram maturidade e capacidade de análise crítica, apresentaram como vantagens a autonomia, o estímulo para o estudo em casa e conseqüentemente o conhecimento prévio adquirido, além de elogiarem as atividades práticas que tornam possível compreender melhor o conteúdo.

## 8 CONCLUSÃO

A metodologia sala de aula invertida associada a ferramentas tecnológicas de comunicação é uma metodologia que estimula a investigação e coloca o estudante como o centro do processo de ensino-aprendizagem. Dentro do contexto escolar da Escola Estadual Alberto Giovannini, no ano de 2019, em duas turmas de terceiro ano do Ensino médio, foi possível a adaptação desse método com relativo sucesso.

No presente estudo, observou-se que a TAI apresentou melhor desempenho acadêmico em relação à TAT. Esses dados sugerem que a implantação da sala de aula invertida como metodologia de ensino de Genética é viável. Além disso, o produto desenvolvido nessa pesquisa, uma sequência didática, poderá ser utilizado por outros professores para o ensino de Genética e também poderá ser adaptado para outros conteúdos de Biologia.

Os resultados encontrados nesta pesquisa foram promissores e outros estudos envolvendo a sala de aula invertida são necessários para permitir confirmá-la como ferramenta didático-pedagógica eficaz no ensino-aprendizagem com outros grupos de análise.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. J. **Emprego do Aplicativo WhatsApp no Ensino de Química**. 2015. TCC (Graduação curso do Química) Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- ANDRADE, M.C.F.; SOUZA, P.R. Modelos de rotação do ensino híbrido: estações de trabalho e sala de aula invertida. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 3-16, jan./jun. 2016. Disponível em: <http://etech.sc.senai.br/index.php/educacao01/article/view/773/425>. Acesso em: 27 fev. 2019.
- ARAÚJO, P.C.; BOTTENTUIR JR, J.B. O aplicativo de comunicação WhatsApp como estratégia no ensino de Filosofia. **Revista Temática**, João Pessoa, Ano XI, n. 2, fevereiro, 2015. NAMID/UFPB. Disponível em: <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/tematica>. Acesso em: 08 mar. 2019.
- BACICH, L.; MORAN J. (Org.) **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BAHAR, M., JOHNSTONE, A. H.; HANSELL, M. H. Revisiting learning difficulties in biology. **Journal of Biological Education**, v.33(2), p.84-86, 1999.
- BARROS, L. C. P. **Sala de aula invertida e os processos motivacionais de estudantes nas aulas de apoio de língua inglesa**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – PUC-RS, Porto Alegre, 2019.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- BISSOLI, A. C. F.; SANTOS, G. A.; CONDE, S. J. Learning Material design for teaching Genetics while implementing Flipped Classroom. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 13, n. esp1, p. 474-484, maio 2018.
- BONINI-ROCHA, A. C.; OLIVEIRA, L. F. DE; ROSAT, R. M.; RIBEIRO, M. F. M. Satisfação, percepção de aprendizagem e desempenho em vídeo aula e aula expositiva. **Ciências & Cognição**, v. 19, n. 1, 1 mar. 2014.
- BONZANINI, T. K. **Avanços recentes em biologia celular e molecular, questões éticas implicadas e sua abordagem em aulas de biologia no ensino médio: um estudo de caso**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) - Faculdade de Ciências, Bauru, 2005.
- BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. **Temas da Genética contemporânea e o ensino de Ciências: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam?** Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), VIII, 2011, Campinas. Anais [...] São Paulo: UNICAMP/ABRAPEC, 2011, p. 1-11. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0389-2.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2019.
- BRÃO, A. F.S.; PEREIRA, A. M. T. B. Biotécnetika: possibilidade do jogo no ensino de genética. **Revista Electrónica de Enseñanza e las Ciencias**, Vigo, v. 14, n. 1, p. 55-76,

2015. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC\\_14\\_1\\_4\\_ex826.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_1_4_ex826.pdf). Acesso em: 15 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CALHEIROS, K. J. M. **Colaboração na metodologia da Sala de Aula Invertida: apoiando a comunicação no ensino de Geometria**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018.

CAMPOS, L.M.L.; BORTOLOTO, T.M.; FELÍCIO, A.K.C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Ciências & Cognição**. v. 13, n. 1, p.72-81, 2008.  
Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

CASAGRANDE, G.L. **A genética humana no livro didático de biologia**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CID M.; NETO A.J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. **Enseñanza de las ciencias**. VII Congreso sobre Investigación en la didáctica de las ciencias. Instituto de Ciencias de L'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, n. extra, p. 1-5, nov. 2005.

EVANGELISTA, E. M.; SALES, G. L. A sala de aula invertida (flipped classroom) e as possibilidades de uso da plataforma professor online no domínio das escolas públicas estaduais do Ceará. **Experiências em Ensino de Ciências**. Cuiabá, V.13, No.5 2018.

FABRÍCIO, M.F.L. *et al.*. A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, julho, 2006.

FALA, A.M.; CORREIA, E.M.; PEREIRA, H.D. Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p.137-154, 2010.

FÁVARO, R. D. **Engenharia genética e biologia molecular: possibilidades e limites do trabalho do professor de biologia no ensino médio**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003, Bauru. Anais [...] Bauru: ENPEC. 2003.

FISCHER, F. M. *et al.*. Efeitos do trabalho sobre a saúde de adolescentes. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 973-984, 2003.

FREITAS, R. P. et al. Jogo da queimada: Uma prática para o Ensino de Genética. **Genética na escola**, Ribeirão Preto, v.6, n. 2, p. 46-53, 2011.

JANN, P.N.; LEITE, M.F. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 282-293, 2010. Disponível em: < <http://www.cienciasecognicao.org>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

JOVANOVIC, J. *et al.*. Learning analytics to unveil learning strategies in a flipped classroom. **Internet and Higher Education**, v. 33, p. 74-85, 2017.

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

JUSTINA, L.A.D.; FERRARI, N. Bachelard: A teoria mendeliana como exemplo de ruptura – A construção do conhecimento científico na escola. **Biotemas**, Florianópolis v. 13, n. 2, p. 119-135, 2000.

KAIESKI, N.; GRINGS, J.A.; FETTER, S.A. Um estudo sobre as possibilidades pedagógicas de utilização do whatsapp. **CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, dezembro, 2015. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/issue/view/2737/showToc> . Acesso em: 08 mar. 2019.

LEAL, C. A.; MEIRELLES, R. M. S.; RÔÇAS, G. O que estudantes do ensino médio pensam sobre genética? Concepções discentes baseada na Análise de conteúdo. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**. Mossoró, v. 5, n. 13, 2019.

LO, C. K.; HEW, K. F. A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education: possible solutions and recommendations for future research. **RPTEL**. Hong Kong, v. 12, n. 4, 2017.

LONGDEN, B. Genetics – are there inherent learning difficulties? **Journal of Biological Education**, v. 16, n. 2, p. 135-140, 1982.

LOPES, A. O jeito de aprender já mudou: falta mudar o jeito de ensinar. **BIT SOCIAL. 7º Anuário ARede 2015-2016: boas práticas de tecnologias na educação**. São Paulo: Laser Press, 2015. Disponível em: [https://issuu.com/mandacarudesign/docs/anu\\_\\_rio2015\\_issuu](https://issuu.com/mandacarudesign/docs/anu__rio2015_issuu). Acesso em: 15 mar. 2020.

LOPES, C.G.; VAZ, B.B. O ensino de história na palma da mão: o whatsapp como ferramenta pedagógica para além da sala de aula. **Simpósio Internacional de Educação a distância – SIED e Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância – EnPED**. Anais, São Carlos, n. 3, p.1-14, 2016.

MARTINEZ, E.R.M.; FUJIHARA, R.T.; MARTINS, C. Show da Genética: um jogo interativo para o ensino de genética. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, v. 3, n. 2, 2008. Disponível em: <http://geneticanaescola.com.br/wphome/wpcontent/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-32-Artigo-05.pdf> . Acesso em: 17 fev. 2019.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. **Conteúdo Básico Comum - CBC. Conteúdos Básicos Curriculares de História do Ensino Fundamental**. Belo Horizonte: SEE, 2005.

MORA RAMÍREZ, B.; HERNÁNDEZ SUÁREZ, C. Las aulas invertidas: una estrategia para enseñar y otra forma de aprender física. **INVENTUM**, v. 12, n. 22, p. 42-51, 30 nov. 2017.

MOURA, J. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

NERI, J.H.P. Mídias sociais em escolas: uso do Whatsapp como ferramenta pedagógica no ensino médio. **Revista Estação Científica**, Juiz de Fora, n.14, julho-dezembro, 2015.

NUNES, F.M.F.; FERREIRA, K.S.; SILVA JR, W.A.; BARBIERI, M.R.; COVAS, D.T. Genética no ensino médio: uma prática que se constrói. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, v.1, n.1, 2006. Disponível em: <http://www.geneticaaescola.com.br/ano1vol1/08.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2019.

PAIVA, A.L.B.; MARTINS, C.M.C. **Concepções prévias de alunos de terceiro ano do ensino médio a respeito de temas na área da genética**. Minas Gerais: UFMG, 2005.

PAVANELO, E.; LIMA, R. Sala de aula invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 31, n. 58, p. 739–759, ago. 2017.

PEDRANCINI, V. D. *et al.*. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/5281/e9412f5cb27142b4d2b3e5a3c805aa13a69d.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2019.

PEREIRA-FERREIRA, C. *et al.*. Brincando com a dificuldade do ensino da genética. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

POWELL, A. *et al.*. Blending Learning: The Evolution of Online and Face-to-Face Education from 2008-2015. **International Association for K-12 Online Learning**. 2015. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED560788>. Acesso em: 24 de fev. 2019.

PRADO, A. **Entendendo o aluno do século 21 e como ensinar a essa nova geração**. São Paulo: Geekie, 2015.

R Core Team (2020). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SANTOS, A. C. Ensino Híbrido: Relato de Experiência sobre o uso de AVEA em uma proposta de Sala de Aula Invertida para o Ensino Médio. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre, v. 15, n.2, dezembro, 2017.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada ao ensino de genética. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 7, 2012. Disponível em:

<http://geneticanaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2012/10/Genetica-naEscola-11-Artigo-07.pdf> . Acesso em 17 fev. 2019.

SCHMITZ, E. X. S. **Sala de Aula Invertida: Uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem**. 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Educacionais em Rede). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

SCHMITZ, E. X. S.; REIS, S. C. Sala de aula invertida: investigação sobre o grau de familiaridade conceitual teórico-prático dos docentes da universidade. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 153-175, 15 jan. 2018.

SILVA, A.A.; RAZERA, J.C.C. A utilização do software GBOL no ensino de tópicos específicos de Genética. **EduTec. Revista Eletrônica de Tecnología Educativa**, Palma, v. 22, n. 4, 2006.

SILVA, C. C.; CABRAL, H. M. M.; CASTRO, P. M. Investigando os obstáculos da aprendizagem de genética básica em alunos do ensino médio. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, v. 21, n.3, p. 718-737, 26. Jun. 2019.

SILVA, M. (org.). **Educação online**. São Paulo: Loyola, 2003.

SOARES, A. O que é e como funciona uma sala de aula invertida? **Canal do Ensino**, 2017. Disponível em: Acesso em: 20 Set. 2020.

SOUZA, H. T. A. *et al.*. Jogo do DNA: Uma ferramenta para a aprendizagem e consolidação dos conhecimentos sobre DNA em uma escola pública de Belo Horizonte. **Revista eletrônica de ciências humanas, saúde e tecnologia**. Uruaçu, v.5, n. 2, 2016. Disponível em: <https://www.revista.fasem.edu.br/index.php/fasem/article/view/102>. Acesso em: 10 mar. 2020.

TEIXEIRA, P. M. M.; Reflexões sobre o Ensino de Biologia realizado em nossas escolas. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**, 3., 2001, Atibaia. Anais, São Paulo, 1 CD, 2001.

TEKKA YA, C; *et al.*. Biology concepts perceived as difficult by turkins h high school students. Lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları. **Hacettepe üniversitese Eğitim fakültesi dergisi**. v. 21, p. 145-150, 2001.

TREVELIN, A. T. C., PEREIRA, M. A. A., NETO, J. D. O. A utilização da “sala de aula invertida” em cursos superiores de tecnologia: comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido “flipped classroom” adaptado aos estilos de aprendizagem.. **Revista de Estilos de Aprendizaje**, 6(12). 2013.

VALADARES, B.L.B.; RESENDE, R.O. “Na trilha do sangue”: o jogo dos grupos sanguíneos. **Genética na escola**, Ribeirão Preto, v.03, n.03, p.10-16, 2009. Disponível em: <https://escoladeciencias.files.wordpress.com/2013/06/jogo-dos-grupos-sanguineos.pdf> . Acesso em: 08 de mar. 2019.

VALENTE, J.A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 4, p. 79-97, 2014. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155037796006>. Acesso em: 22 de fev. 2019.

VALÉRIO, M.; MOREIRA, A. L. Sete críticas à sala de aula invertida. **Revista Contexto & Educação**, Ijuí, n.106, p. 215-230, 2018.

WOOD-ROBINSON, C. *et al.*. Genética y Formación Científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.1, n.16, p.43-61, 1998.

YAMAZAKI, R. M. O. **Construção do conceito de gene por meio de jogos pedagógicos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010. Disponível em: <http://repositorio.cbc.ufms.br:8080/jspui/bitstream/123456789/1322/1/Regiani%20Yamazaki.pdf> . Acesso em: 22 de fev. 2019.

**APÊNDICE A – Carta de autorização da escola****CARTA DE AUTORIZAÇÃO/ANUÊNCIA**

Eu, Sônia Auxiliadora Neves, diretora da Escola Estadual Alberto Giovannini, localizada na cidade de Coronel Fabriciano/MG, tenho ciência e autorizo a realização da pesquisa intitulada, “**O MODELO DE SALA DE AULA INVERTIDA APLICADO AO ENSINO DE GENÉTICA**”, a ser conduzida pela professora Ludmila Pereira do Nascimento, sob orientação do Prof. Dr. Antônio Frederico de Freitas Gomides. Declaro, também, que fui informada sobre as características e objetivos da pesquisa, bem como das atividades que serão realizadas na instituição a qual represento.

Coronel Fabriciano, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

---

Sônia Auxiliadora Neves – Diretora

Carimbo

## **APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS**

O menor \_\_\_\_\_, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “O MODELO DE SALA DE AULA INVERTIDA APLICADO AO ENSINO DE GENÉTICA”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de reflexão sobre as estratégias de ensino utilizadas e a elaboração de ferramentas mais produtivas e atraentes, visando enriquecer as aulas, favorecer o aprendizado e a assimilação do conteúdo. Nesta pesquisa pretendemos aplicar a metodologia da sala de aula invertida, que consiste em o aluno estudar os conteúdos em casa e resolver atividades mediadas pelo professor em sala de aula.

Caso você concorde na participação do menor, a metodologia será aplicada em sala de aula com alunos do 3º ano do ensino médio (turma 306) durante as aulas de Biologia, no decorrer do 3º bimestre do ano corrente. A turma 307 será o grupo controle, que receberá o conteúdo com a metodologia tradicional, no mesmo período.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em riscos mínimos inerentes à possibilidade de identificação dos participantes, no entanto, todos os cuidados serão tomados para assegurar o anonimato dos dados individuais. A pesquisa pode ajudar a tornar o aprendizado mais dinâmico e atrativo, favorecendo o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não irão ter nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira.

Ele terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato em não deixá-lo participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada.

O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos,

e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. Declaro que concordo em deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Coronel Fabriciano, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

---

Assinatura do (a) Responsável

---

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Pesquisador: Antônio Frederico de Freitas Gomides

Campus Avançado da UFJF em Governador Valadares

Faculdade/Departamento/Instituto: Departamento de Ciências Básicas da Vida (DCBV)

CEP: 350310-173

Fone: (31) 999412377

E-mail: frederico.gomides@ufjf.edu.br

**Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: [cep.propesq@ufjf.edu.br](mailto:cep.propesq@ufjf.edu.br)

## APÊNDICE C – Termo de assentimento livre e esclarecido

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “**O modelo de sala de aula invertida aplicado ao ensino de genética**”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de reflexão sobre as estratégias de ensino utilizadas e a elaboração de ferramentas mais produtivas e atraentes, visando enriquecer as aulas, favorecer o aprendizado e a assimilação do conteúdo. Nesta pesquisa pretendemos aplicar a metodologia da sala de aula invertida, que consiste em o aluno estudar os conteúdos em casa e resolver atividades mediadas pelo professor em sala de aula.

Caso você concorde em participar, a metodologia será aplicada em sala de aula com alunos do 3º ano do ensino médio (turma 306) durante as aulas de Biologia, no decorrer do 3º bimestre do ano corrente. . A turma 307 será o grupo controle, que receberá o conteúdo com a metodologia tradicional, no mesmo período.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em riscos mínimos inerentes à possibilidade de identificação dos participantes, no entanto, todos os cuidados serão tomados para assegurar o anonimato dos dados individuais. A pesquisa pode ajudar a tornar o aprendizado mais dinâmico e atrativo, favorecendo o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você.

Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos,

e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Coronel Fabriciano, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

---

Assinatura do (a) estudante

---

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Pesquisador: Antônio Frederico de Freitas Gomides

Campus Avançado da UFJF em Governador Valadares

Faculdade/Departamento/Instituto: Departamento de Ciências Básicas da Vida (DCBV)

CEP: 350310-173

Fone: (31) 999412377

E-mail: frederico.gomides@ufjf.edu.br

**Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: [cep.propesq@ufjf.edu](mailto:cep.propesq@ufjf.edu).

**APÊNDICE D – Questionário “Quiz pós aula”**

QUIZ PÓS AULA – SEMANA: Estrutura e funcionamento do DNA

BIOLOGIA – PROF. LUDMILA

Nome: \_\_\_\_\_ turma: \_\_\_\_\_

- 1) O que são nucleotídeos?
  - a) Unidades formadoras das células.
  - b) Unidades formadoras das proteínas.
  - c) Unidades formadoras do DNA e RNA.
  - d) Unidades formadoras dos lipídios.
  
- 2) Quais são as unidades formadoras dos nucleotídeos?
  - a) Ácido graxo, glicerol e base nitrogenada.
  - b) Açúcar, fosfato e base nitrogenada
  - c) Aminoácidos, vitaminas e fosfato.
  - d) Lipídios, proteínas e carboidrato.
  
- 3) Quais são as bases nitrogenadas que podem formar o DNA?
  - a) Adenina, timina, citosina, guanina.
  - b) Adenina, uracila, citosina, guanina.
  - c) Adenina, timina, citosina, guanina.
  - d) Adenina, timina, citosina, fenilalanina.
  
- 4) Como ocorre o pareamento de bases do DNA?
  - a) Adenina-timina, citosina-uracila
  - b) Timina-citosina, adenina-guanina
  - c) Uracila-adenina, citosina- guanina
  - d) Adenina-timina, citosina-guanina
  
- 5) Qual a sequência complementar ao seguinte trecho de DNA: TTGACGAATAGT
  - a) AAGTGCTTATGA
  - b) AACUGCUUAUCU
  - c) TTGACGAATAGT
  - d) AACTGCTTATCA

- 6) Qual das enzimas abaixo NÃO participa do processo de replicação do DNA?
- DNA helicase
  - DNA primase
  - RNA polimerase
  - DNA ligase
- 7) Se utilizarmos a fita de DNA da questão anterior para transcrição, como ficaria a fita de RNAm?
- AACUGCUUAUCA
  - AACUGCUUAUCU
  - TTGACGAATAGT
  - AACTGCTTATCA
- 8) Usando o RNA mensageiro abaixo e o código genético, descubra qual a sequência de aminoácidos formados após o processo de tradução:

AUGCUGACAGCUGUGUGA

- Metionina-leucina-treonina-alanina-valina-parada
- Metionina-asparagina-glicina-valina-isoleucina-parada
- Valina-lisina-arginina- treonina-alanina-valina-parada
- Ác.glutâmico-asparagina-metionina-valina-parada

|   |                  | Segunda base do códon |                    |                |   |  |
|---|------------------|-----------------------|--------------------|----------------|---|--|
|   |                  | U                     | C                  | A              | G |  |
| U | UUU-Fenilalanina | UCU-Serina            | UAU-Tirosina       | UGU-Cisteína   | U |  |
|   | UUC-Fenilalanina | UCC-Serina            | UAC-Tirosina       | UGC-Cisteína   | C |  |
|   | UUA-Leucina      | UCA-Serina            | UAA- PARADA        | UGA-PARADA     | A |  |
|   | UUG-Leucina      | UCG-Serina            | UAG-PARADA         | UGG-Triptofano | G |  |
| C | CUU -Leucina     | CCU-Prolina           | CAU-Histidina      | CGU-Arginina   | U |  |
|   | CUC -Leucina     | CCC-Prolina           | CAC-Histidina      | CGC-Arginina   | C |  |
|   | CUA -Leucina     | CCA- Prolina          | CAA-Glutamina      | CGA-Arginina   | A |  |
|   | CUG-Leucina      | CCG- Prolina          | CAG-Glutamina      | CGG-Arginina   | G |  |
| A | AUU - Isoleucina | ACU-Treonina          | AAU-Asparagina     | AGU-Serina     | U |  |
|   | AUC- Isoleucina  | ACC-Treonina          | AAC-Áspargina      | AGC-Serina     | C |  |
|   | AUA- Isoleucina  | ACA-Treonina          | AAA-Lisina         | AGA-Arginina   | A |  |
|   | AUG- Metionina   | ACG-Treonina          | AAG-Lisina         | AGG-Arginina   | G |  |
| G | GUU-Valina       | GCU-Alanina           | GAU- Ác. aspártico | GGU-Glicina    | U |  |
|   | GUC -Valina      | GCC-Alanina           | GAC- Ác. aspártico | GGC-Glicina    | C |  |
|   | GUA -Valina      | GCA-Alanina           | GAA-Ác. glutâmico  | GGA-Glicina    | A |  |
|   | GUG- Valina      | GCG-Alanina           | GAG-Ác. glutâmico  | GGG-Glicina    | G |  |

### **APÊNDICE E – Estudo dirigido: Mendel e seus experimentos**

- 1) Quem foi Gregor Mendel? Onde e quando nasceu? Como foi sua infância e adolescência?
- 2) Quais as principais questões que instigavam Mendel e os estudiosos daquela época?
- 3) Por que, no mosteiro, Mendel começou a trabalhar com hereditariedade?
- 4) Por que Mendel escolheu ervilhas para seus estudos?
- 5) Qual foi o diferencial dos trabalhos de Mendel em relação aos estudos que eram realizados na época?
- 6) Quais as sete características estudadas por Mendel nas ervilhas?
- 7) Faça um resumo geral dos principais achados de Mendel após seus experimentos.

## APÊNDICE F – Avaliação inicial

1) O processo de síntese de proteínas é denominado de tradução e se baseia na união de aminoácidos a fim de se formar uma proteína. Qual tipo de RNA está envolvido no processo?

- a) Apenas RNA mensageiro e RNA transportador.
- b) Apenas RNA mensageiro e RNA ribossômico.
- c) Apenas RNA transportador e RNA ribossômico.
- d) RNA mensageiro, transportador e ribossômico.
- e) Nenhum tipo de RNA, pois a síntese de proteína ocorre graças a moléculas de DNA.

2) (PUC-RS-2001) Na síntese proteica, observam-se os seguintes eventos:

I. o gene (segmento de DNA) é transcrito em RNA mensageiro;

II. o RNA mensageiro combina-se com um complexo de ribossomo, RNAs transportadores e aminoácidos;

III. a proteína é sintetizada.

Num experimento de laboratório hipotético, realizou-se uma síntese proteica utilizando-se: DNA de um gene humano, RNAs transportadores de ovelha e aminoácidos de coelho. Ao final do experimento, obteve-se uma proteína

- a) humana.
- b) de ovelha.
- c) de coelho.
- d) quimérica de homem e ovelha.
- e) híbrida de homem e coelho.

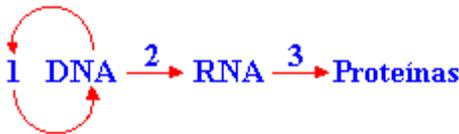
3) (MACK) Os códons UGC, UAU, GCC e AGC codificam, respectivamente, os aminoácidos cisteína, tirosina, alanina e serina; o códon UAG é terminal, ou seja, indica a interrupção da tradução. Um fragmento de DNA, que codifica a sequência serina – cisteína – tirosina – alanina, sofreu a perda da 9ª base nitrogenada. Assinale a alternativa que descreve o que acontecerá com a sequência de aminoácidos.

- a) O aminoácido tirosina será substituído por outro aminoácido.
- b) O aminoácido tirosina não será traduzido, resultando numa molécula com 3 aminoácidos.
- c) A sequência não será traduzida, pois essa molécula de DNA alterada não é capaz de comandar esse processo.
- d) A tradução será interrompida no 2º aminoácido.
- e) A sequência não sofrerá prejuízo, pois qualquer modificação na fita de DNA é imediatamente corrigida.

4) Uma proteína é constituída por 350 aminoácidos. Quantos nucleotídeos apresenta a cadeia molde do DNA que codificou tal proteína?

- a) 150
- b) 350
- c) 450
- d) 700
- e) 1 050

5) Considerando o seguinte esquema:



As etapas 1, 2 e 3 representam, respectivamente, os processos de:

- a) replicação, transcrição e tradução;
- b) replicação, tradução e transcrição;
- c) transcrição, replicação e tradução;
- d) transcrição, tradução e replicação;
- e) tradução, replicação e transcrição.

6) Gregor Mendel foi reconhecido como o pai da Genética pelo seu importante trabalho com ervilhas. O trabalho de Mendel foi muito bem executado e parte disso deve-se ao fato de ele ter escolhido rigorosamente o material a ser analisado. Entre as características a seguir, qual é a única não apresentada pelas ervilhas e que poderia afetar negativamente o trabalho de Mendel?

- a) Realizam autofecundação.
- b) Possuem ciclo de vida longo.
- c) São facilmente cultivadas.
- d) Possuem um grande número de descendentes.
- e) Possuem características fáceis de se observar.

7) Cruzando-se ervilhas verdes vv com ervilhas amarelas Vv, os descendentes serão:

- a) 100% vv, verdes
- b) 100% VV, amarelas
- c) 50% Vv, amarelas; 50% vv, verdes
- d) 25% Vv, amarelas; 50% vv, verdes; 25% VV, amarelas
- e) 25% vv, verdes; 50% Vv, amarelas; 25% VV, verdes

8) Explique a relação entre os genes e nossas características físicas:

**APÊNDICE G – Avaliação final**

1. Mendel, durante as suas pesquisas, elaborou algumas hipóteses. Entre estas, estava a de que fatores se segregam quando ocorre a produção dos gametas. O que Mendel chamou de fatores, hoje sabemos que se trata dos (as):
  - (A) Cromossomos.
  - (B) RNA.
  - (C) Genes.
  - (D) Espermatozoides.
  - (E) Fenótipos.
  
2. Sabemos que o albinismo é uma anomalia genética recessiva em que o indivíduo portador apresenta uma deficiência na produção de melanina em sua pele. Se um rapaz albino se casa com uma menina que produz melanina normalmente, porém que possui mãe albina, qual é a probabilidade de o filho do casal nascer albino?
  - (A) 0%.
  - (B) 75%.
  - (C) 25%.
  - (D) 50%.
  - (E) 100%.
  
3. Um homem do grupo sanguíneo AB e Rh negativo casa-se com uma mulher do grupo sanguíneo O e Rh positivo homocigoto. Os grupos sanguíneos dos descendentes desse casal podem ser
  - (A) A ou AB, podendo ser Rh positivo ou Rh negativo.
  - (B) A ou B, todos Rh negativo.
  - (C) A, B ou O, todos Rh negativo.
  - (D) A, B ou AB, todos Rh negativo.
  - (E) A ou B, todos Rh positivo.

4. Cruzando-se ervilhas verdes  $vv$  com ervilhas amarelas  $Vv$ , os descendentes serão:
- (A) 100%  $vv$ , verdes
  - (B) 100%  $VV$ , amarelas
  - (C) 50%  $Vv$ , amarelas; 50%  $vv$ , verdes
  - (D) 25%  $Vv$ , amarelas; 50%  $vv$ , verdes; 25%  $VV$ , amarelas
  - (E) 25%  $vv$ , verdes; 50%  $Vv$ , amarelas; 25%  $VV$ , verdes
5. Um homem do grupo sanguíneo AB é casado com uma mulher cujos avós paternos e maternos pertencem ao grupo sanguíneo O. Esse casal poderá ter apenas descendentes:
- (A) Dos grupos AB e O;
  - (B) Dos grupos A e B;
  - (C) Do grupo O;
  - (D) Do grupo AB;
  - (E) Dos grupos A, B e AB.
6. Quando um indivíduo apresenta dois alelos diferentes de um mesmo gene, dizemos que ele é:
- (A) Dominante.
  - (B) Recessivo.
  - (C) Letal.
  - (D) Homozigoto.
  - (E) Heterozigoto.
7. Uma mulher de visão normal, cujo pai é daltônico, casou-se com um homem também de visão normal. Lembrando que o daltonismo é uma doença de herança ligada ao sexo feminino, a probabilidade é de que:
- (A) Um quarto das filhas do casal seja daltônico.
  - (B) metade dos meninos, filhos do casal, seja daltônica.
  - (C) metade dos meninos e metade das meninas, filhos do casal, seja daltônica.
  - (D) um quarto dos meninos, filhos do casal, seja daltônico.
  - (E) um oitavo de todos os filhos do casal, tanto meninos quanto meninas, seja daltônico.

8. Imagine que uma mulher daltônica se case com um homem normal e que eles tenham um filho do sexo masculino. Sabendo-se que o daltonismo é uma herança ligada ao cromossomo X, marque a alternativa correta.

- (A) A criança com toda a certeza será daltônica.
- (B) A criança não será daltônica, pois seu pai é normal.
- (C) A criança não será daltônica, mas portará a doença.
- (D) A criança apresenta 50% de chance de ser daltônica, pois há a possibilidade da mãe não transmitir o cromossomo com o gene alterado.

## ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** O MODELO DE SALA DE AULA INVERTIDA APLICADO AO ENSINO DE GENÉTICA

**Pesquisador:** Antônio Frederico de Freitas Gomides

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 16324819.8.0000.5147

**Instituição Proponente:** Campus Avançado Governador Valadares -UFJF

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.481.013

#### Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto está clara, detalhada de forma objetiva, descreve as bases científicas que justificam o estudo, estando de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, item III.

#### Objetivo da Pesquisa:

Os Objetivos da pesquisa estão claros bem delineados, apresenta clareza e compatibilidade com a proposta, tendo adequação da metodologia aos objetivos pretendido, de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013, item 3.4.1 - 4.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios descritos em conformidade com a natureza e propósitos da pesquisa. O risco que o projeto apresenta é caracterizado como risco mínimo e benefícios esperados estão adequadamente descritos. A avaliação dos Riscos e Benefícios está de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, itens III; III.2 e V.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N  
**Bairro:** SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 3.481.013

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a,b,d,e,f,g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPEs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: junho de 2020.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N  
**Bairro:** SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 3.481.013

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento  | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                                | Situação |
|---|---|------------------------|--------------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1380234.pdf | 18/07/2019<br>16:29:17 |                                      | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | ProjetoDetalhado.pdf                          | 18/07/2019<br>16:28:29 | Antônio Frederico de Freitas Gomides | Aceito   |
| Outros  | TALE.pdf                                      | 18/07/2019<br>16:27:14 | Antônio Frederico de Freitas Gomides | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.pdf                                      | 26/06/2019<br>10:35:23 | Antônio Frederico de Freitas Gomides | Aceito   |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura                | Declaraçaoinstituicao.pdf                     | 26/06/2019<br>10:34:28 | Antônio Frederico de Freitas Gomides | Aceito   |
| Folha de Rosto  | Folhaderosto.pdf                              | 25/06/2019<br>12:06:00 | Antônio Frederico de Freitas Gomides | Aceito   |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

JUIZ DE FORA, 01 de Agosto de 2019

---

**Assinado por:**  
**Jubel Barreto**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N  
**Bairro:** SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br