

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ADEVAN DOS SANTOS NICANDIDO FILHO

**ENSINO E APRENDIZAGEM DE GENÉTICA MENDELIANA  
MEDIADOS PELAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E  
COMUNICAÇÃO**

Maceió  
2019

ADEVAN DOS SANTOS NICANDIDO FILHO

**ENSINO E APRENDIZAGEM DE GENÉTICA MENDELIANA  
MEDIADOS PELAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E  
COMUNICAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Alagoas (PPGECIM/UFAL), como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Subárea de Concentração: “Ensino de Biologia”.

Orientadora: Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzoski

Maceió  
2019

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
Bibliotecário: Marcelino de Carvalho

- N583e Nicandido Filho, Adevan dos Santos.  
Ensino e aprendizagem de genética mendeliana mediados pelas tecnologias digitais de informação e comunicação / Adevan dos Santos Nicandido Filho. – 2019.  
98 f. : il. color.
- Orientadora: Hilda Helena Sovierzoski.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2019.
- Inclui bibliografias.  
Apêndices: f. 80-98.
1. Hereditariedade. 2. Tecnologia da informação e da comunicação. 3. Política pública. 4. Genética. I. Título.

CDU: 372.857.5

ADEVAN DOS SANTOS NICANDIDO FILHO

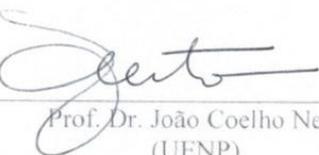
**“Ensino e aprendizagem de genética mendeliana mediados pelas  
tecnologias digitais de informação e comunicação”**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Subárea de Concentração “Biologia”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovada em 12 de junho de 2019.

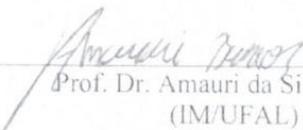
BANCA EXAMINADORA



\_\_\_\_\_  
Prof.ª. Dra. Hilda Hélena Soviérzski  
Orientadora  
(ICBS/UFAL)



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Coelho Neto  
(UENP)



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Amauri da Silva Barros  
(IM/UFAL)



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho  
(IF/UFAL)

A Deus, sobre todas as coisas.  
Aos meus filhos Arthur Davi e Júlio.

*Louvarei o nome de Deus com cântico,  
e engrandecê-lo-ei com ação de graças.*

*(Salmos cap. 69, ver. 30)*

## AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus, pois Suas promessas são fiéis e verdadeiras.

À Universidade Federal de Alagoas, por contribuir com a melhoria da qualidade do ensino na Educação Básica através da qualificação de professores.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, por todos os momentos de aprendizagem. E a todos os professores deste programa, que de forma direta e/ou indireta contribuíram com o meu aprendizado.

À Profa. Dra. Anamelea (*In memoriam*), pelos grandes e inesquecíveis momentos em aula e durante as web conferências, que de forma abrupta teve que nos deixar.

Aos nobres colegas do mestrado, turma 2016, pelos momentos inesquecíveis de compartilhamento de conhecimento, pelos encontros calorosos em que as nossas aulas se tornavam. Em especial aos companheiros de área, Luciana Tener Lima, Cristiano Lopes dos Santos e João Pedro Rodrigues França.

Agradeço a minha orientadora, a Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzoski, que mesmo com tantas circunstâncias que se apresentaram, esteve presente para que eu continuasse nessa trajetória. Serei sempre agradecido por toda experiência compartilhada.

Aos professores membros da Banca Examinadora que desde a qualificação desta dissertação contribuíram bastante para este resultado final.

À minha mãe, Maria Lopes Nicandido, e ao meu pai, Adevan dos Santos Nicandido, pois sempre transmitiram incentivos em minha jornada. Eu amo vocês!

À minha esposa, Inaiara da Silva Santos, que mesmo diante de tantas adversidades, esteve presente com palavras de apoio para que eu sempre seguisse em frente. Eu te amo!

## RESUMO

Em deferência a atual realidade da sociedade no rápido acesso à informação devido aos avanços tecnológicos, a presente dissertação traz um estudo sobre o ensino e a aprendizagem de Genética Mendeliana, mediados pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), com o intuito de auxiliar um aprendizado mais dinamizado aos estudantes. Sendo a ciência que estuda a transmissão das características hereditárias de geração a geração, a Genética ajuda a entender os mecanismos da hereditariedade, de que forma determinados genes podem se manifestar, quais as probabilidades de um indivíduo herdar uma doença de sua geração parental, entre outros aspectos que influenciam direta e/ou indiretamente na manutenção da vida no planeta. Como base literária se elencou uma série de informações históricas em relação às origens das tecnologias digitais em âmbito educacional, partindo de 1917 com o início da era do processamento de dados, aos dias atuais. De modo simultâneo, o texto especificou algumas políticas públicas para a inserção e o uso das TDIC na educação brasileira, tendo como base decretos e leis elaboradas a fim de organizar, fomentar e aplicar de forma efetiva as inovações tecnológicas. Procurando investigar de que maneira o ensinar e o aprender se desencadeiam por meio da inovação tecnológica, este trabalho foi organizado em dois artigos. No primeiro, pretendeu-se relacionar a teoria da Aprendizagem Significativa ao ensino de Genética Mendeliana, tendo o propósito de estudar o desenvolvimento dessa teoria como um artifício para a melhoria da prática pedagógica em sala de aula, com uma explanação de como se dão as hierarquias conceituais nas quais certos elementos do saber podem ser assimilados a conceitos que generalizam a formação de uma estrutura cognitiva significativa, especificando o ensino de Genética Mendeliana. O estudo envolveu 2 turmas de estudantes de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública, totalizando 89 participantes. O segundo artigo se referiu ao uso de recursos tecnológicos da informação e da comunicação que podem ser utilizados para um aumento na qualidade do ensino nas aulas sobre os caracteres genéticos. Que culminou no produto educacional Sala de aula virtual sobre a Genética Mendeliana, intitulada “Genética Fácil”, voltada para o público em geral que deseja aprender sobre os conceitos básicos da hereditariedade através de um conjunto de ferramentas digitais contidas em uma única plataforma online gratuita denominada Edmodo. A investigação contou com a participação de 23 estudantes também da rede pública de ensino, os quais experimentaram alguns instrumentos da tecnologia digital para assimilar os conceitos da herança genética, por exemplo, um Quiz, textos paradidáticos, mural virtual, palavras cruzadas, questionário e vídeos de um recurso educacional aberto. Ao concluir as tarefas os envolvidos avaliaram o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) através de uma avaliação formatada em um formulário online. Além desse público, a pesquisa envolveu 8 professores que lecionam o componente curricular de Biologia, com o intuito de verificar de que modo eles percebiam um AVA voltado ao ensino e à aprendizagem dos fundamentos hereditários.

Palavras-chave: Ensino e Aprendizagem. Herança Genética. Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. Políticas Públicas.

## ABSTRACT

In deference to the current reality of society in the quick access to information because of technological advances, this dissertation brings a study about the teaching and learning of Mendelian Genetics, mediated by digital information and communication technologies (DICT), with the aim of helping a more dynamic learning experience for students. Being the science that studies the transmission of hereditary characteristics between generations, Genetics helps to understand the mechanisms of heredity, how certain genes can manifest, how likely an individual inherits a disease of their parental generation, among others aspects which influence directly and/or indirectly in the maintenance of the life on the planet. As a literary base, it was listed a series of historical information related the origins of digital technologies at the educational level in Brazil, starting from 1917 with the beginning of era of the data processing, to the present day. Simultaneously, the text specified some public policies for the insertion and use of DICTs in Brazilian education, based on decrees and laws designed to effectively organize, foster and apply technological innovations. Searching to investigate how the teaching and the learning are triggered through technological innovation, this work was organized in two articles. In the first, it was intended to relate the theory of Meaningful Learning to the teaching of Mendelian Genetics, with the purpose of studying the development of this theory as an artifice for the improvement of pedagogical practice at the classroom, with an explanation of how the hierarchies conceptual in which certain elements of knowledge can be assimilated to concepts that generalize the formation of a significant cognitive structure, specifying the teaching of Mendelian Genetics. The study involved two classes of high school students of a public school, totaling eight-nine participants. The second article referred to the use of technological information and communication resources which can be used to increase the quality of the classroom teaching about genetic traits. That culminated in the educational product Virtual Classroom on Mendelian Genetics, titled "*Genética Fácil*," aimed at the general public who wishes to learn about the basics of heredity through a set of digital tools contained in a single free online platform called Edmodo. The research was attended by twenty-three students from the public-school system, who experimented with some digital technology instruments to assimilate the concepts of genetic inheritance, for example a quiz, paraphrases, virtual mural, crosswords, questionnaire and videos of an open educational resource. At the conclusion of the tasks, the participants evaluated the virtual learning environment (VLE) through an evaluation formatted in an online form. Besides this public, the research involved eight teachers who teach the Biology school subject, in order to verify how they perceived an VLE aimed at teaching and learning the hereditary foundations.

Keywords: Teaching and Learning. Genetic inheritance. Digital Information and Communication Technologies. Public Policies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Máquina de Hollerith.....	5
Figura 2 – Herman Hollerith (1860-1929).....	6
Figura 3 – Representação da Genética.....	20
Figura 4 – Participação dos estudantes durante uma atividade em sala de aula.....	27
Figura 5 – Resultados do 1º Bimestre da turma 2017 – pontuação por intervalos....	29
Figura 6 – Resultados do 1º Bimestre da turma 2018 – pontuação por intervalos....	30
Figura 7 – Hierarquia organizacional de informações.....	31
Figura 8 – Formação de subsunçores.....	33
Figura 9 – Mapa conceitual sobre cromossomos.....	35
Figura 10 – Exemplo de mapa conceitual – Estudante A.....	36
Figura 11 – Exemplo de mapa conceitual – Estudante B.....	37
Figura 12 – Exemplo de mapa conceitual – Estudante C.....	37
Figura 13 – Acesso à Sala de Aula Virtual.....	43
Figura 14 – Interface inicial da sala de aula virtual.....	44
Figura 15 – Pasta de materiais de fundamentação teórica.....	44
Figura 16 - Fragmento da atividade com questões abertas.....	45
Figura 17 – Nível de aprendizado.....	58
Figura 18 – Fatores que motivaram a participação dos estudantes.....	61
Figura 19 – Aprendizagem dos professores sobre Genética Mendeliana durante a formação inicial.....	65
Figura 20 – Comentários dos professores acerca da abordagem de Genética Mendeliana em livros didáticos.....	66
Figura 21 – Comentários sobre a importância das TDIC em sala de aula.....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de estudantes por sexo biológico .....	25
Tabela 2 – Fatores influentes para com o desinteresse dos estudantes .....	28
Tabela 3 - Proposições do Questionário para os Estudantes.....	54
Tabela 4 – Ensino de Genética Mendeliana e o uso de Tecnologias Digitais.....	55
Tabela 5 – Nível de dedicação às atividades da sala de aula virtual.....	57
Tabela 6 – Aspectos mais relevantes do AVA percebidos pelos estudantes.....	59
Tabela 7 – Melhorias no AVA.....	60
Tabela 8 – Algumas características dos professores participantes.....	62
Tabela 9 – Opinião dos professores sobre o “gostar de ensinar” Genética Mendeliana.....	63
Tabela 10 – Recursos tecnológicos presentes no ambiente escolar dos professores.....	63
Tabela 11 – Sugestões dos professores sobre inovação tecnológica nas aulas de Genética Mendeliana.....	64

## SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	1
2 APORTE TEÓRICO.....	4
2.1 Aspectos históricos e as políticas públicas para a inserção e o uso das TDIC na educação brasileira .....	4
3 ARTIGO 1 – RELAÇÃO ENTRE A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O ENSINO DE GENÉTICA MENDELIANA.....	17
3.1 Introdução.....	18
3.1.1 Perspectivas sobre a Genética Mendeliana no contexto escolar .....	19
3.2 Encaminhamentos Metodológicos .....	23
3.2.1 Contexto e participantes da pesquisa .....	24
3.3 Resultados e Discussão.....	26
3.3.1 Hierarquias conceituais.....	31
3.3.2 Formação e assimilação dos conceitos .....	33
3.4 Considerações Finais.....	38
Referências.....	39
4 PRODUTO EDUCACIONAL – GENÉTICA FÁCIL.....	42
5 ARTIGO 2 – TECNOLOGIA E O ENSINO DA GENÉTICA MENDELIANA: contextos e aproximações a partir de uma sala de aula virtual.....	47
5.1 Introdução.....	48
5.2 O uso das tecnologias para o ensino de Genética Mendeliana .....	50
5.3 Encaminhamentos Metodológicos .....	52
5.5 Considerações Finais.....	67
Referências.....	68
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICES.....	80

## 1 APRESENTAÇÃO

Definir a carreira profissional para muitos, pode ser, em alguns casos, algo muito complexo. Diferente do que vivenciei. Quando ainda estava no 9º ano do Ensino Fundamental tive um sonho em que escrevia em um quadro negro a palavra “Biologia” e iniciava uma aula. Até aquele momento, só sabia da existência desse nome porque uma professora de Ciências havia mencionado em uma das aulas. Daquele dia em diante, voltei os olhos para a docência. E foi justamente o que ocorreu, ingressei em um curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, pela Faculdade de Formação de Professores da Mata Sul, na cidade de Palmares, Pernambuco.

No decorrer da graduação, entre 2005 e 2008 conheci um professor de uma disciplina chamada Prática Pedagógica, doutor em Zoologia. Foi a partir de seu incentivo que defini o tema de meu Trabalho de Conclusão de Curso, “Percepção de estudantes de 7º ano do Ensino Fundamental sobre os escorpiões” de uma escola pública do Município de Porto Calvo, Alagoas. O encaminhamento metodológico a partir da pesquisa qualitativa foi o modo com o qual trabalhei para a obtenção de dados, através de entrevista com os estudantes. Foi um trabalho muito rico e gratificante.

Ao concluir a faculdade, estive 2 anos sem atuar na área de ensino. Em 2016 participei da Especialização em Gênero e Diversidade na Escola, pela Universidade Federal de Alagoas. A percepção contemporânea que a sociedade tem sobre os diversos aspectos da sexualidade humana me fez refletir que era necessário conhecer um pouco mais do cenário, para saber me posicionar em diversas situações em âmbito escolar. E para concluir, tive a oportunidade de escrever sobre “Percepção de professoras e professores sobre sexualidade e diversidade de gênero”.

Concluindo a Especialização, ingressei no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Mestrado Profissional pela Universidade Federal de Alagoas. E sempre foi, *ab initio*, um verdadeiro dilema determinar e delimitar o tema desta pesquisa, pois no cotidiano escolar percebia várias problemáticas que poderiam ser contempladas neste curso *stricto sensu*. Contudo, diante de tantas situações no processo de ensino e de aprendizagem de Biologia no Ensino Médio que vivenciei durante os 8 anos de docência, presenciei estudantes afirmando que a

Genética Mendeliana era um dos tópicos curriculares mais difíceis de se compreender. No entanto, o que deparei sobre isso foi que, a maneira com a qual o assunto era abordado, precisava de uma mudança. Então decidi buscar mais conhecimento acerca de algumas tecnologias digitais educacionais que poderia acrescentar às aulas, aliando-as a uma aprendizagem significativa, em que o estudante compreendesse com maior facilidade os mecanismos básicos da hereditariedade.

Esse pode ser considerado um dos principais motivos pelo qual este trabalho tem sido construído dentro da área das Ciências Biológicas, em uma temática que aborda a Genética Mendeliana: por ser um conteúdo que necessita de raciocínio, assim como outros, e ao mesmo tempo abstrato, pois trata de processos que estão acima da capacidade do ser humano visualizar macroscopicamente, mas que através de uma linha de raciocínio lógico o indivíduo consegue interpretar.

Em relação à experiência na docência, o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática propiciou uma nova ótica sobre certos aspectos que dizem respeito à quebra de paradigmas. Destaco, a busca de diferentes formas das que utilizo para as abordagens de conteúdo programático no ensino de Genética Mendeliana e de Biologia no geral, bem como o uso de metodologias que tornam o estudante como protagonista no processo de construção do conhecimento sistematizado.

Por meio dos estudos sobre a Aprendizagem Significativa foi possível ressignificar o encaminhamento metodológico que dispunha durante as aulas. Porque anteriormente, a regência do ensino era feita de modo mecanizado, sem fazer tanto sentido. Por exemplo, o estudante desconhecia o porquê de estudar aspectos da hereditariedade, quais os significados inerentes à sua vida. Com base na realidade dos estudantes, os assuntos passaram a ser mais que tópicos pré-requisitos de vestibulares. A título de exemplo, o estudante passou a contextualizar o seu cotidiano com as aulas, em relação às probabilidades de herdar um gene causador de uma doença, ou sobre as características humanas regidas pela combinação de genes transmitidos de uma à outra geração.

Assim sendo, este trabalho tem o objetivo de investigar de que modo o ensino e aprendizagem de Genética Mendeliana podem ser mediados pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. O qual constará, além dessa breve apresentação, de uma revisão de literatura que envolve os aspectos históricos e as

políticas públicas para a inserção e o uso das TDIC na educação brasileira. Em seguida será apresentado o artigo “Relação entre a Teoria de Aprendizagem Significativa e o ensino de Genética Mendeliana”, baseando-se nas perspectivas sobre os postulados mendelianos no contexto escolar, as hierarquias conceituais, formação e assimilação dos conceitos, tendo como exemplo os mapas conceituais como instrumento de aprendizado. Logo após, serão apresentados o produto educacional e o segundo artigo “Tecnologia e o ensino da Genética Mendeliana: contextos e aproximações a partir de uma sala de aula virtual”, sendo este último o resultado da aplicação do produto, para então se ter as conclusões preliminares deste estudo.

## 2 APORTE TEÓRICO

Para questionar, argumentar, definir e/ou afirmar que um determinado conhecimento possa ser de fato verossímil, faz-se necessária uma fundamentação que possa embasar e nortear os fatos em questão. E a idealização/concretização desta dissertação segue a mesma premissa, primariamente relacionando caracteres que possam apoiar a pesquisa e, assim cumprir com os objetivos propostos.

Logo, este capítulo serve como um aporte teórico a fim de promover reflexões acerca do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na educação básica. Partindo do pressuposto de que “a história emerge de uma epistemologia do entrelaçamento entre objetividade e subjetividade, de explicação e de compreensão” (BELENS e PORTO, 2009, p. 31), vamos dar início à revisão de literatura a partir de uma elucidação dos respectivos aspectos históricos sobre as TDIC, explicando de que modo as políticas públicas se inserem nas diferentes formas dessas tecnologias no âmbito escolar, associando-se à compreensão dos desafios e possibilidades no ensino e na aprendizagem de Genética Mendeliana.

### 2.1 Aspectos históricos e as políticas públicas para a inserção e o uso das TDIC na educação brasileira

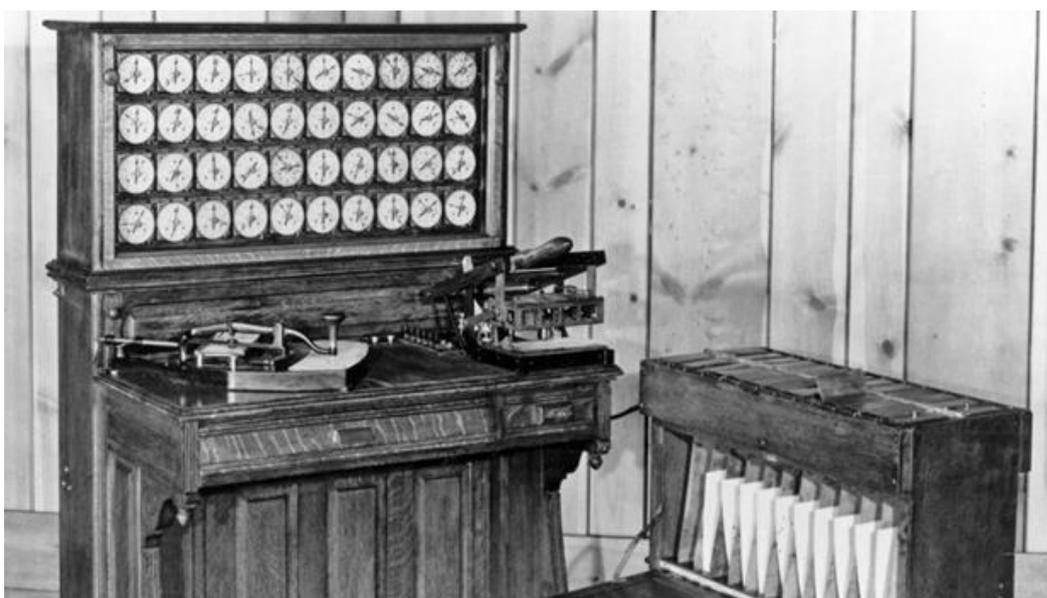
Considera-se notável que a tecnologia influencie o cotidiano de forma direta e indireta, de maneira que se estabelece uma acentuada dependência, seja em qualquer segmento social. No âmbito educacional há possibilidades de reconhecer que estudantes, docentes e demais profissionais da educação, podem fazer uso de recursos tecnológicos a fim de desempenharem seu papel com sucesso, surgindo assim, “um novo formato de educação, no qual giz, quadro e livros não são mais os únicos instrumentos para dar aulas que os professores possuem” (RAMOS, 2012, p. 5).

Emerge uma forma diferente de ensinar. O que pode ser trivial se atrela a uma gama de atividades didático-pedagógicas, a partir das tecnologias disponíveis para uso em sala de aula. Ou seja, o aprendiz dispõe de um computador ou um dispositivo móvel (como os smartphones ou notebooks) em suas pesquisas, o educador faz uso de recursos midiáticos para abordar conteúdos de seu respectivo componente curricular, além das equipes gestora e administrativa que dependem de

softwares e/ou da internet com plataformas digitais para gerir e conduzir uma instituição de modo geral.

Sabe-se, no entanto, que nem sempre foi assim. Por exemplo, em 1917 o Brasil despontava o que Ozelame (2012, p. 11) chamava de “A era do processamento de dados”, em que máquinas vinculadas ao Ministério da Fazenda, denominadas *Hollerith* (Figura 1), começaram a ser utilizadas. Eram dispositivos eletromecânicos que perfuravam cartões e organizavam informações através de marcações de caracteres previamente programados. Ainda segundo Ozelame (2012, p. 11) três anos mais tarde o governo iniciou o uso de equipamentos que funcionavam para registrar informações dos censos demográfico e econômico no país.

Figura 1 – Máquina de *Hollerith*.



Fonte: Courtesy of International Business Machines Corporation, © International Business Machines Corporation. Disponível em <[http://www-03.ibm.com/ibm/history/ibm100/images/icp/1948157146677K94/us\\_\\_en\\_us\\_\\_ibm100\\_\\_tabulator\\_\\_hollerith\\_machine\\_\\_620x350.jpg](http://www-03.ibm.com/ibm/history/ibm100/images/icp/1948157146677K94/us__en_us__ibm100__tabulator__hollerith_machine__620x350.jpg)>.

Conforme as informações da IBM (2018), vale lembrar que a máquina *Hollerith* foi criada por Herman Hollerith (1860-1929) no final do século 19, quando os Estados Unidos da América estavam passando por um grande crescimento populacional e a conclusão do censo demográfico estimava em 8 anos. Esse dispositivo, também denominado na época de máquina de tabulação, proporcionou grande avanço beneficiando na rapidez da contagem populacional e na economia do país. Percebe-se, desse modo, por esses fatores que a tecnologia sempre foi

planejada no intuito de tornar mais dinâmicos os processos que permeiam o desenvolvimento da sociedade.

Figura 2 – Herman Hollerith (1860-1929).



Fonte: HNF, 2018. Disponível em: <https://www.hnf.de/en/permanent-exhibition/exhibition-areas/hall-of-fame/herman-hollerith-1860-1929.html>

Em 1924, segundo Ozelame (2012, p. 11) a IBM (International Business Machine) que desenvolveu a máquina de tabulação, juntamente com outra empresa americana, ganhou autorização para se instalarem em território nacional. Considera-se um marco muito importante para a era digital acontecer, já que a máquina desenvolvida trabalhava com processamento de dados e era uma das precursoras para o desenvolvimento das atuais Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.

Dentre tantos acontecimentos, a década de 1930 foi marcada com a inovação de Howard Hathaway Aiken (1900-1973), o qual propôs a IBM uma máquina calculadora digital que tinha a capacidade de calcular as quatro operações fundamentais, e funcionava a partir de instruções seriadas. Além disso, houve também a construção de um protótipo de computador eletrônico digital que se baseava em aritmética binária (FONSECA FILHO, 2007), o qual serviu de aporte para o desencadeamento de outros dispositivos tecnológicos. Vale salientar que, o desenvolvimento de novas tecnologias ocorria de forma simultânea, isto é, paralelo a

cada surgimento havia outras inovações em TDIC que apareciam conforme o crescimento do país, considerando que a comunidade científica ainda tinha um insignificante avanço se comparado aos dias atuais.

Um ano depois que foi encerrada a Segunda Guerra Mundial, um fato histórico de grande importância aconteceu. O governo brasileiro iniciou uma inusitada busca por tecnologias digitais desenvolvidas em outros países. Mendonça (2014, p. 89 e 90) diz que,

Em 1946, quando o primeiro computador digital, o Eniac, foi apresentado à comunidade internacional, o Brasil havia acabado de sair de uma ditadura civil imposta pelo então Presidente Getúlio Vargas, e caminhava lentamente em direção à democracia, que terminaria em 1964, após um golpe militar. Com o passar dos anos, os militares que governavam o país perceberam a importância estratégica que as tecnologias digitais estavam adquirindo diante da comunidade internacional e, como se fazia essencial, o seu domínio para o crescimento do país. Diante disso, e a exemplo dos Estados Unidos e de alguns países europeus, como a França, o Brasil buscou a implementação e o domínio dessas tecnologias, associando-as à educação e ao Ministério de Segurança Nacional (MENDONÇA, 2014, p. 89 e 90).

Percebe-se que o interesse do governo brasileiro por tecnologias que foram utilizadas durante a Segunda Grande Guerra era nítido, já que tais mecanismos causaram um profundo impacto nos resultados pós-guerra sobre os países que as utilizaram. O Brasil, assim como outras nações viram as possibilidades que tal desenvolvimento tecnológico pode trazer, principalmente concernente à segurança nacional.

No momento em que nações como a Inglaterra desencadeavam pesquisas na área do desenvolvimento tecnológico digital, na República Federativa do Brasil era apenas noticiário de jornal, como a matéria publicada do dia 8 de novembro de 1946 pelo jornal O Estado de São Paulo acerca de um calculador automático eletrônico, na época conhecido pela sigla em inglês ACE (*Automatic Calculator Eletronic*) que estava sendo construído no Laboratório Nacional de Física, em Teddington, no Reino Unido. Esse mesmo editorial mencionava o ENIAC, popularmente denominado “cérebro eletrônico”, na seguinte comparação:

Enquanto no cérebro eletrônico, recentemente descrito por Lorde Louis Mountbatten e conhecido por “Eniac” os problemas precisam ser apresentados por meio de um complicado processo de botões e chaves, no “A.C.E.”, o processo consiste em passar um maço de cartões pela máquina com as instruções registradas (CALCULADOR..., 1946, p. 16).

Isso exemplifica os interesses que outros países possuíam na busca de inovação tecnológica, pois significava desenvolvimento. Entretanto, o Brasil passou por vários processos para que determinadas tecnologias pudessem ser desenvolvidas em território nacional, já que dependiam dos interesses políticos em importar tais materiais. Foi preciso esperar que mais tarde o governo percebesse o quão importante era para o seu crescimento o investimento desse conjunto de conhecimentos, processos e métodos, possibilitando o início de uma nova era em busca de inovações na área da educação e na segurança nacional.

Conforme afirma Pereira (2014, p. 409), faz-se necessário considerar as “possibilidades que os computadores à época ofereciam em termos de quantificação de documentos”. De fato, os avanços tecnológicos daquela época eram limitados em comparação aos dias de hoje. O pouco investimento que havia, era um dos entraves para que mecanismos ou processos da tecnologia digital fossem mais avançados.

Já na década de 1950, na mesma proporção que o Brasil passava por diferentes conflitos internos, nos Estados Unidos da América, Claude E. Shannon (1916-2001), Mestre em Engenharia Elétrica e Doutor em Matemática pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts, um dos principais contribuintes no ramo das TDIC, em um trabalho intitulado “A Chess Playing Machine”, propôs que,

Computadores digitais poderiam ser adaptados para trabalhar simbolicamente com elementos representando palavras, proposições ou outras entidades conceituais, dando prosseguimento ao emergente ramo de estudos denominado mais tarde Inteligência Artificial (FONSECA FILHO, 2007, p. 100).

Até então, tais tecnologias digitais eram escassas, impossibilitando a disposição de estudos escolares ou em uso domiciliar, pois os interesses políticos pós-guerra pairavam entre as nações. Poderia ser mais comum interligar a aplicabilidade de tais processos tecnológicos ao uso do próprio governo em defender seus próprios interesses, no avanço de estudos e técnicas para auxiliar a gerenciar mecanismos governamentais internos.

Foi no ano de 1961 que o Instituto de Tecnologia da Aeronáutica, através de seus estudantes, deu um grande passo nessa área. Construiu um computador digital, sendo pioneiro junto com a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em capacitar profissionais da engenharia que estivessem interessados nesse ramo (MORAES, 1996, p. 66).

Contudo, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, assim como em outros países que já foram citados, mesmo sendo em uma intensidade ou ritmo diferentes, tiveram seus primórdios na área de segurança nacional. Mas até então, no geral, eram insuficientes as políticas públicas que estimulassem o desenvolvimento das tecnologias digitais, muito menos da área da educação.

Outra pioneira no uso de computadores em atividades educacionais foi a Universidade Federal do Rio de Janeiro,

Por meio do Departamento de Cálculo Científico, criado em 1966, que deu origem ao Núcleo de Computação Eletrônica (NCE). Nessa época, o computador era utilizado como objeto de estudo e pesquisa, propiciando uma disciplina voltada para o ensino de informática (NASCIMENTO, 2009, p. 10).

Abria-se, então, um espaço para o desenvolvimento tecnológico voltado ao processo de ensino e aprendizagem, tornando a vivência educacional cada vez mais rica e atrativa com a integração de mais conhecimento sistematizado. Pois, embora na época houvesse uma velocidade tênue de tráfego de informações como atualmente percebemos, todo e qualquer avanço nas TDIC se tornava em um marco para o âmbito educacional. O computador era muito utilizado como um auxílio nos aspectos avaliativos com enfoque na dimensão afetiva e cognitiva.

Nesse mesmo ano de 1961, era lançada, conforme afirma Barros (2016, p. 1) após 13 anos passados de sua apresentação ao parlamento nacional, a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), assinada pelo então presidente João Goulart. Em seu primeiro artigo, alínea “e”, já havia menção sobre as tecnologias, como uma das finalidades da educação nacional, tendo por fim “o preparo do indivíduo e da sociedade para o domínio dos recursos científicos e tecnológicos que lhes permitam utilizar as possibilidades e vencer as dificuldades do meio” (BRASIL, 1961, p. 11.429). Nesse contexto, percebemos que a LDB, de modo geral preconizava o preparo dos educandos sobre os recursos tecnológicos.

Sob os efeitos da Guerra Fria entre a extinta União Soviética e os Estados Unidos, eis que surgia em 1969 a Advanced Research and Projects Agency (ARPANET). Desenvolvida pelo exército norte-americano, tinha os objetivos de “criar um sistema de informação e comunicação em rede, que resistisse a um possível ataque nuclear, e dinamizar a troca de informações entre os centros de produção científica” (CORRÊA, 2013, p. 17). Originava, então, a internet, que de acordo com o

autor, o uso era restrito ao setor de segurança nacional. No entanto, 6 anos mais tarde “permitia um acesso livre aos professores e pesquisadores usuários desta tecnologia” (ABREU, 2009, p. 2).

Conforme a afirmação de Silva (2001, p. 1),

A partir de 1982, o uso da Arpanet tornou-se maior no âmbito acadêmico. Inicialmente, o uso era restrito aos EUA, mas se expandiu para outros países, como Holanda, Dinamarca e Suécia. Desde então, começou a ser utilizado o nome internet. Por quase duas décadas, apenas os meios acadêmico e científico tiveram acesso à rede. Em 1987, pela primeira vez foi liberado seu uso comercial nos EUA. Em 1992, começaram a surgir diversas empresas provedoras de acesso à internet naquele país. No mesmo ano, o Laboratório Europeu de Física de Partículas (Cern) inventou a World Wide Web, que começou a ser utilizada para colocar informações ao alcance de qualquer usuário da internet (SILVA, 2001, p. 1).

Parafraseando Silva (2001, p. 1), a partir de 1973 o Brasil iniciou uma fase promissora na área das tecnologias digitais da educação, pois através de um estágio da professora Afira Viana Ripper do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, (MIT), na UNICAMP e a visita dos professores Seymour Papert e Marvin Minsky, criadores da filosofia Logo nos Estados Unidos, foi formado um grupo de pesquisa composto por profissionais de várias áreas, que contava, à época, com os professores Raymond Paul Shepard e Márcia de Brito, do Departamento de Psicologia Educacional, Fernando Curado, do Departamento de Computação, Maria Fausta Campos e Cláudia Lemos, do Departamento de Linguística.

Paralelo a isso ainda em 1973, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul iniciou alguns trabalhos concernentes às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. De acordo com Nascimento (2009, p. 10),

O primeiro estudo utilizava terminais de teletipo e display (que eram telas de computadores bem diferentes das que temos hoje) num experimento simulado de física para alunos do curso de graduação. Destacava-se também o software Siscari, desenvolvido pelo Centro de Processamento de Dados (CPD), voltado para a avaliação de alunos de pós-graduação em Educação.

Nesse momento houve uma série de eventos que podemos considerar como um avanço da educação no mundo das TDIC, consolidando tudo através da criação do Projeto Logo, que tinha como objetivo difundir a filosofia de que o uso do computador era uma ferramenta fundamental para a educação. Além disso, a Fundação de Amparo a Pesquisa de São Paulo custeou estágio de professores no

MIT e estudantes de Pós-graduação se interessaram em realizar suas dissertações e teses sobre o projeto (CHAVES *et al*, 1983, p. 3 e 4). Em 1975, a Universidade Estadual de Campinas, de acordo com Moraes (1997, p. 2), foi uma das primeiras universidades a sugerir a inserção de computadores na educação básica “com a divulgação do documento denominado Introdução de Computadores nas Escolas de 2º Grau” (MAIA, 2012, p. 49).

De acordo com Chaves *et al*, (1983, p. 5), a partir do segundo semestre de 1978, as professoras Calani Baranauskas, Maria Cecília e Heloísa V. R. Correa Silva coordenaram uma equipe que desenvolveu atividades com crianças e adolescentes, com a faixa etária entre 8 e 17 anos de idade, em que a partir do auxílio de instrutores, eram reunidas entre uma ou duas horas por semana para entrarem em contato com a linguagem e a metodologia “Logo”.

Só no dia 02 de outubro de 1979, João Baptista de Oliveira Figueiredo, presidente da república, a partir do decreto 84.067, oficializou a criação de um órgão dentro do próprio Conselho de Segurança Nacional, a fim de auxiliar na constituição da Política Nacional de Informática, conforme trecho a seguir.

É criada, como órgão complementar do Conselho de Segurança Nacional, a Secretaria Especial de Informática, SEI, com a finalidade de assessorar na formulação da Política Nacional de Informática (PNI) e coordenar sua execução, como órgão superior de orientação, planejamento, supervisão e fiscalização, tendo em vista, especialmente, o desenvolvimento científico e tecnológico no setor. (BRASIL, 1979, p. 14.791)

Além desses desígnios, a SEI era vinculada a uma comissão de informática constituída por representantes de distintos Ministérios e Secretarias, que tinha a competência de elaborar e executar o PNI, através do Fundo para Atividades de Informática (FAI). De forma independente a outros setores administrava os próprios recursos, entre outras funções. No entanto, nenhuma delas se voltava diretamente ao âmbito educacional. Restringia-se à área de desenvolvimento tecnológico à segurança do território nacional, com propostas de desenvolvimento às forças armadas do país, além de pronunciar-se sobre projetos e/ou espécies de convênios internacionais que tinham como pivô as tecnologias da informação.

O artigo 5º, inciso XXXIII do decreto supracitado, por exemplo, determinava promoção para a “implantação de sistema de informações científicas e tecnológicas para o setor”. Tudo era muito voltado à expansão do próprio setor no caminho dos

sistemas de informação. Sequer deixava aberta alguma lacuna para que o desenvolvimento de tecnologias digitais abrangesse ao menos a parte burocrática de um ambiente educacional. Considera-se subjetivo, dizer que tais políticas públicas tinham alguma especificidade na educação, no entanto, as TDIC poderiam ser vinculadas de forma indireta em algum mecanismo ou processo educacional, sabendo-se que, o decreto em foco apresentava um diferente intuito.

No geral, o “caminho autônomo” de informatização que o Brasil estava tomando na época era com o objetivo de “construir uma base que garantisse uma real capacitação nacional na atividade de informática, considerada, nos meios governamentais, como um fator necessário para impulsionar o desenvolvimento tecnológico e econômico” (AGUIAR, 2013, p. 105).

Conforme as afirmações dessa autora, havia uma mudança de foco nos investimentos em TDIC. O governo, através da SEI, além de considerar como um patrimônio cultural da sociedade, imprimia na área da educação uma fundamental importância quanto a articulação para o avanço científico e tecnológico. Nessa etapa, o Ministério da Educação, junto a SEI e ao Conselho de Segurança Nacional apontavam, de modo geral, a área da educação como a melhor via estratégica para que ocorresse a informatização da sociedade brasileira, trazendo dentre outros caracteres uma melhoria ao processo educacional (MORAES, 1997, p. 2).

De modo geral, percebe-se a partir dessas inferências que as tecnologias digitais estavam assumindo um papel fundamental para o desenvolvimento da sociedade e que tais tecnologias se mantinham exclusivamente dentro de empresas ou em departamentos do governo por pouco tempo. Através do desenvolvimento dos computadores digitais, as TDIC estavam paulatinamente sendo inseridas em ambiente doméstico. Acerca disso, Pereira (2014, p. 410) afirma que,

Até a década de 1970 os computadores mantiveram-se restritos a governos e universidades e tinham o perfil de Mainframes. Foi neste período que começou a difusão do conceito de PC (Personal Computer), aparelhos compactos a serem usados por pessoas físicas ou empresas para executar tarefas. A partir da década de 1980 os PCs se popularizam, marcados pela queda do preço e pelo aumento de capacidade de processamento, que se amplia de forma vertiginosa até hoje (PEREIRA, 2014, p. 410).

Com essa popularização, Pereira (2014) ainda menciona que os personal computers, ou PC, que tiveram como precursores os mainframes, que são computadores utilizados para processar um grande volume de dados, abriram a

porta para que as pessoas de modo geral tivessem a oportunidade de usufruir desses mecanismos tecnológicos. Sendo que,

As primeiras experiências de formação de professores realizadas no Brasil para a utilização das tecnologias tiveram início na década de 80. Como referência, pode-se citar o I Seminário Nacional de Informática Educacional, realizado na Universidade de Brasília – UnB - no período de 25 a 27 de agosto de 1981, em Brasília, como o início de uma cultura nacional para o uso da informática na educação (MELO NETO, 2007, p. 22).

O I Seminário Nacional de Informática Educacional, resultou em várias recomendações, a principal delas foi a de que “o computador deveria ser encarado como um meio que ampliasse as funções do professor ao invés de substituí-lo” (TAVARES, 1999, p. 2). As TDIC de modo geral, são até hoje percebidas como recursos pelos quais professores e estudantes utilizam como ferramenta para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem, conforme a realidade de cada indivíduo.

Outro fator que ajudou grandemente ao Brasil a ter a presença de novas tecnologias na educação foi a criação do Projeto EDUCOM – Educação e Computadores em 1983, pelas Universidade Federais do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, de Pernambuco, Minas Gerais e a Universidade Estadual de Campinas. O projeto, que estava “sob a supervisão da Comissão Especial de Informática na Educação: CE-IE nº 11/83, da SEI, vinculada à Presidência da República e ao Conselho de Segurança Nacional” (MORAES, 2014, p. 40) focava em pesquisa sobre o uso educacional da informática com a aplicabilidade do conhecimento construído a partir dos resultados em escolas públicas. Em 1984, o projeto foi assumido pelo Centro de Informática do MEC, que priorizou a criação de estímulos e acompanhamento da formação de profissionais (MELO NETO, 2007, p. 23; MORAES, 1997, p. 07; MAIA e BARRETO, 2012, p. 49).

O projeto preconizava um ponto de vista à informática, em específico ao computador, a fim de demonstrar a partir da prática em sala de aula, que se tratava mais que uma máquina de ensinar, e sim uma ferramenta para a aprendizagem por via da exploração e descoberta. O trabalho também colocava o estudante como protagonista de sua própria história estudantil, na construção do seu próprio processo de aprendizagem com o uso dos computadores.

Um fato ocorrido em 1985 provocou algumas mudanças concernentes a orientação política e administrativa das despesas de financiamento com o Projeto EDUCOM, tendo como base a justificativa de que a pesquisa sobre as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação voltadas à educação era de pouco interesse (EM ABERTO, 1993, p. 4 - 25). Isto é, a Financiadora de Estudos e Pesquisas (FINEP), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a SEI deixaram de fornecer subsídios financeiros, conseqüentemente comprometendo as atividades que foram propostas no projeto. Contudo,

Em maio de 1987, a Secretaria de Informática do MEC assume a responsabilidade de condução das ações de informática educativa e, conseqüentemente, a responsabilidade direta pela coordenação e supervisão técnica do Projeto EDUCOM. Em julho de 1987 foram transferidos os primeiros recursos para as entidades gestoras dos centros-piloto, após um período de total ausência de financiamento. A implementação do Programa ocorreu, portanto a partir de 1986, mediante a alocação de novos recursos para a pesquisa, através do refinanciamento das atividades do Projeto EDUCOM, do lançamento, em 1987, do Concurso Nacional de Software Educativo e da implementação do Projeto FORMAR, operacionalizado através de dois cursos de especialização em informática na educação, em nível de pós-graduação lato sensu, realizados na UNICAMP, em 1987 e 1989, dedicados aos professores das diversas secretarias estaduais de educação e das escolas técnicas federais (EM ABERTO, 1993, p. 24).

A partir de então, novas perspectivas foram impressas no cenário nacional sobre a aplicação das TDIC no âmbito educacional. Segundo Queiroz e Urt (2007, p. 1 e 2), com o incentivo financeiro vindo do governo, as pesquisas sobre novas tecnologias ganharam mais intensidade, sendo formalizados, inclusive, cursos de graduação e pós-graduação lato sensu em Informática à Educação, através da formação dos Comitês de Assessoramento de Informática na Educação. E em consequência dos comitês vieram também a implementação às Secretarias Estaduais de Educação os Centros de Informática na Educação a partir de 1988. De acordo com Moraes (1997, p. 10).

Ao final de 1988, a Organização dos Estados Americanos - OEA, através de seu Departamento de Assuntos Educativos, reconhecendo o esforço brasileiro nesta área, convidou o Ministério da Educação a apresentar um projeto de cooperação multinacional envolvendo outros países latino-americanos. Iniciava-se, então, naquela época, a primeira cooperação técnica internacional com o México, financiada pela OEA, para avaliação do projeto de informática educativa na área de educação básica: Projeto COEEBA (MORAES, 1997, p. 10).

Isso tudo foi uma prévia para a criação do Programa Nacional de Informática Educativa (PRONINFE), através da Portaria Ministerial nº 549/GM, que tinha como objetivo,

Incentivar a capacitação contínua e permanente de professores, técnicos e pesquisadores no domínio da tecnologia de informática educativa, em todos os níveis e modalidades de ensino, reconhecendo sua importância como instrumento capaz de enriquecer as estratégias pedagógicas e de estimular o surgimento de novas metodologias incentivadoras da participação, da criatividade, da colaboração e da iniciativa entre alunos e professores (BRASIL, 1994, p. 9).

Sendo que em maio de 1989, foi realizada em Petrópolis, no estado do Rio de Janeiro, a Jornada de Trabalho Luso Latino-Americana de Informática na Educação, da qual infere Oliveira e Javaroni (2014, p. 4) que foi uma das primeiras iniciativas de desenvolvimento tecnológico internacional, que tinha como finalidade apontar possíveis áreas que tinham interesse em pesquisas de novas tecnologias, entre os países envolvidos, e através disso, elaborou-se um Projeto Multinacional de Informática Aplicada à Educação Básica, o qual foi apresentado em 1989 e aprovado para o período de 1990 a 1995. Sendo que após 1992, como bem afirma Moraes (1997, p. 11), a proposta foi abandonada por parte do governo brasileiro, já que o pagamento da quota anual de sua contrapartida financeira deixou de existir, comprometendo assim, o desenvolvimento de pesquisas tecnológicas educacionais.

E apesar desse fato desagradável ter ocorrido, Queiroz e Urt (2007, p. 3) afirmam que “em 1992 a Universidade Federal de Alagoas (UFAL) veiculou entre os CIEd em nível nacional, o oferecimento de uma Especialização em Informática na Educação que realizar-se-ia em Maceió- AL”, com o intuito de multiplicar as TDIC na educação em todos os níveis de ensino, proporcionando, além do curso, o desenvolvimento de novas tecnologias educacionais.

Em 1996 a Lei nº 9394/96, denominada Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que em sua versão atualizada em 2017, especificava ainda mais o domínio das tecnologias por parte dos educandos. Em seu artigo 32, na Seção III, que trata do Ensino Fundamental, no inciso II, consta que o cidadão terá sua formação básica mediante “a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade” (BRASIL, 2017, p. 23). Na Seção IV, acerca do Ensino Médio, no IV

inciso, diz que uma das funções dessa etapa é “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 2017, p. 25).

E quando a própria lei menciona a Base Nacional Comum Curricular, através do artigo 35, 8º parágrafo, inciso I, proporciona uma competência de que, cada estudante deve se apropriar de recursos tecnológicos para formalizar seus conhecimentos, considerando a atual realidade em que estamos de um mundo globalizado e conectado. O texto diz que,

Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação processual e formativa serão organizados nas redes de ensino por meio de atividades teóricas e práticas, provas orais e escritas, seminários, projetos e atividades on-line, de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre: I – domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna; II – conhecimento das formas contemporâneas de linguagem (BRASIL, 2017, p. 26).

Assim sendo, partindo da premissa de que as formas contemporâneas de linguagem incluem a forma rápida com que os interlocutores interagem através de um mundo digital, transmitindo um maior número de informação em um menor espaço de tempo possível; e considerando a facilidade e praticidade que a tecnologia pode trazer ao mercado de trabalho e à sociedade no geral, é fundamental que existam políticas públicas para que conteúdos, metodologias e processos avaliativos sejam organizados a fim de subsidiar o uso de Tecnologias Digitais de Informação e comunicação na formação da cidadania com base nos aspectos educacionais. A partir daí se torna possível identificar uma tentativa de adaptação das redes de ensino em busca de uma inovação no processo de ensino e aprendizagem com base nas TDIC.

### **3 ARTIGO 1 – RELAÇÃO ENTRE A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O ENSINO DE GENÉTICA MENDELIANA**

#### **RESUMO**

O presente artigo decorre de um estudo que tem como objetivo analisar o desenvolvimento da Aprendizagem Significativa como estratégia na práxis pedagógica para a aprendizagem de Genética Mendeliana. Além disso, com base nos organizadores prévios, denominados subsunçores, pretende-se mostrar como ocorre a assimilação e a formação de conceitos em estudantes a partir dos estudos de David Paul Ausubel. Abordar-se-á também, como as relações hierárquicas existentes se estabelecem entre os numerosos conceitos pertinentes aos conteúdos de genética, incluindo aspectos histórico-filosóficos, o postulado de Gregor Mendel, a base molecular da transmissão das características genéticas, tendo como foco o DNA, e a genética moderna, a partir do Projeto Genoma. Para tanto, como encaminhamento metodológico, o estudo se organiza a partir de um processo dedutivo, considerando o cotidiano escolar como o local mais característico de aplicabilidade da teoria ausubeliana. O artigo ainda mostra que inúmeros aspectos constituídos em um aprendizado, dependem da coesão entre hierarquias conceituais, sendo importante para embasar novos conceitos a serem construídos no cognitivo de quem aprende, servindo como uma ancoragem entre as informações preexistentes e as que surgem ao longo do processo de aprendizado. A pesquisa mostra, entre outros aspectos, o resultado de uma coleta de dados realizada através da observação em sala de aula. Onde o professor regente coletou as informações de 2 turmas de 3º ano do Ensino Médio em uma Escola Pública da Rede Estadual de Ensino quanto aos resultados obtidos da pontuação em 2017 sem o uso da Aprendizagem Significativa como encaminhamento metodológico e em 2018 com o uso dessa teoria de aprendizagem, onde contou com a participação de 89 estudantes no total, sendo 56 da primeira turma e 33 da segunda.

Palavras-chave: Subsunçores. Prática Pedagógica. Hierarquias Conceituais. Hereditariedade.

#### **ABSTRACT**

This article is based on a study that aims to analyze the development of Meaningful Learning as a strategy in the pedagogical praxis for the learning of Mendelian Genetics. Furthermore, based on the previous organizers, called subsumer, it is intended to show how the assimilation and the formation of concepts in students occurs from the David Paul Ausubel's studies. It will also be discussed how the existing hierarchical relationships are established between the numerous concepts pertinent to genetic contents, including historical-philosophical aspects, the Gregor Mendel's postulate, the molecular basis of the transmission of genetic characteristics, focusing on DNA and the modern genetics, from the Genome Project. For this, as a methodological contribution, the study is organized from a deductive process, considering school everyday as the most characteristic place of applicability of the ausubelian theory. The article shows yet, which many aspects can constitute learning, depending on the cohesion between conceptual hierarchies, and it is

important to support new concepts to be constructed in the cognitive of the learner, serving as an anchorage between the preexisting information and the information that appears throughout the learning process. The research shows, among other aspects, the result of a data collection carried out through observation in the classroom, where the regent teacher collected the information of two classes of the 3rd year of High School in a Public School of the State Education Network to the results obtained from the score in 2017 without the use of Significant Learning as a methodological contribution and in 2018 with the use of this learning theory, where eight-nine students participated in the total, fifty-six of the first group and thirty-three of the second.

Keywords: Subsumer. Pedagogical Practice. Conceptual Hierarchies. Heredity.

### 3.1 Introdução

O presente trabalho tem por objetivo relacionar a teoria da Aprendizagem Significativa no ensino e na aprendizagem de Genética Mendeliana. Conhecimento pelo qual os aprendizes desenvolvem a capacidade de entender de que forma ocorre a herança genética. Capacidade esta que de maneira tangível remete a sociedade a buscar meios de melhorar os processos que norteiam a construção efetiva do conhecimento sistematizado.

Nesse sentido, considerando os estudos de Fernandes (2011, p. 3), cada informação aprendida por cada pessoa pode ser precursora de outra, isto é, pode ser a base para que outro conhecimento seja aprendido – isso depende de sua integração. Este cerne faz parte da Teoria da Aprendizagem Significativa formulada em 1963, pelo pesquisador, médico psiquiatra, norte-americano, David Paul Ausubel (1918-2008). Teoria que envolve o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do homem e da mulher, em que ideias expressas simbolicamente podem interagir de maneira substantiva e interligada com aquilo que o aprendiz já sabe.

Moreira e Masini (1982, p. 7) afirmam que, “a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende” (MOREIRA e MASINI, 1982, p. 7). Essa ancoragem ocorre justamente no que Ausubel denomina de subsunção, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou descoberto. De acordo com a teoria, tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de

significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

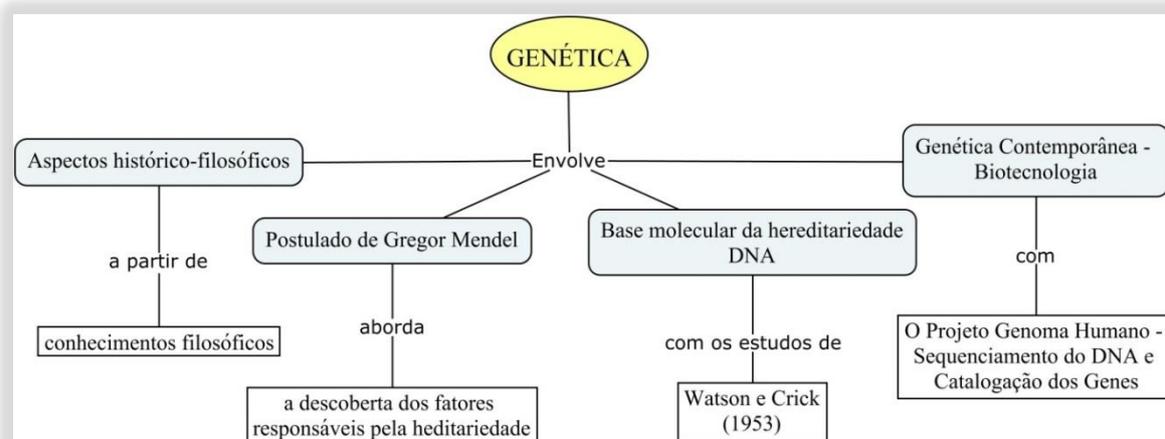
Desse modo, o cotidiano escolar é o lugar mais característico da Teoria de Aprendizagem Significativa, pois, é em sala de aula que ocorre, por parte dos estudantes, uma espécie de negociação de significados, onde acontece paralelamente a reflexão sobre profusos conceitos, os quais são articulados por quem exerce a prática da regência de ensino. Assim, os conceitos gerais inseridos na área da genética envolvem uma complexidade de termos essenciais, e que possivelmente podem ser abordados a partir da aprendizagem mecânica, que de acordo com Pelizzari *et al.* (2002, p. 38), é “quando o conteúdo escolar a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido”, ou seja, quando há aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva.

Dessa forma, o aprendizado significativo dos estudantes se torna comprometido, tornando o processo sem sentido. Então, a aprendizagem significativa possibilita a organização de conceitos prévios, que servirão como âncora para a nova aprendizagem a partir de subsunções, a partir de uma ideia objetiva, incluindo o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

### 3.1.1 Perspectivas sobre a Genética Mendeliana no contexto escolar

A Genética, de modo geral, busca explicar de que modo as características são herdadas entre os seres vivos. Podendo ser subdividida na grade curricular das escolas em três campos: a Genética de Transmissão, também conhecida como Genética Clássica ou Mendeliana, que engloba os princípios básicos da hereditariedade (BURNS, 2012, p. 7); a Genética Molecular, cujo objetivo é estudar a natureza química do gene propriamente dito, de como a informação é codificada, replicada e expressa; e a Genética de Populações, a qual explora a composição genética em membros de uma população e o modo como essa composição muda por meio das variáveis tempo e espaço geográfico (MOTTA, 2011, p. 15 e 133). Pode-se também representar essa organização no mapa conceitual da Figura 3.

Figura 3 – Representação da Genética



Fonte: Autoria própria, 2018.

Segundo Burns (2012, p. 7 e 8), a Genética Mendeliana, também denominada Genética Clássica, trata-se de um marco para as ideias contemporâneas acerca dos processos da hereditariedade. Seus princípios foram instituídos a partir do século XVII quando um monge e naturalista chamado Gregor Johann Mendel (1822-1884) da cidade de Brno, da atual República Tcheca, realizou experimentos de cruzamento com ervilhas de cheiro (*Pisum sativum*) utilizando regras matemáticas de probabilidade para descobrir que existiam “fatores” que estavam aos pares dentro das células. Fatores estes que atualmente são denominados genes (BRANDÃO e FERREIRA, 2009).

Mendel estava interessado no desenvolvimento e evolução dos híbridos e seus descendentes. Hoje se sabe que um organismo híbrido é produzido a partir do cruzamento de animais ou plantas de espécies diferentes. Entretanto, no período em que Mendel estudou os híbridos, a diferença entre espécie e variedade era considerada em bases diferentes das atuais. Muitas vezes o termo híbrido era utilizado para significar variedades numa única espécie diferindo em apenas uma ou poucas características (BRANDÃO e FERREIRA, 2009, p. 47).

Dessa maneira, quando Mendel relacionou os híbridos da ervilha utilizada em seus experimentos, referia-se à variedade da planta conforme a manifestação de uma ou mais características (na mesma espécie). Seus trabalhos tinham o intuito de mediante o cruzamento entre as ervilhas descobrir de que modo funcionava a hereditariedade, o que estava por trás de todo o processo, quem comandava a transmissão das propriedades entre os seres vivos.

Em linhas gerais, a Genética Mendeliana estuda a transmissão de caracteres hereditários. Envolve um processo geral no qual as características controladas por fatores (genes) são transmitidas de geração a geração (KLUG, *et al.* 2010, p. 1; SNUSTAD e SIMMONS, 2010, p. 2). Sua abordagem na Educação Básica se fundamenta na compreensão das pesquisas de Gregor Mendel, que descobriu como as características são transmitidas, da base molecular da hereditariedade revelada por Watson e Crick (1953) que elucidaram a estrutura do DNA, e das atuais pesquisas da Biotecnologia, que envolvem entre muitas, o Projeto Genoma Humano, que elicia a análise detalhada do DNA humano (SNUSTAD e SIMMONS, 2010, p. 3; BRASIL, 2000, p. 19; WATSON, 2005, p. 65).

Partindo do pressuposto de que os seres humanos são constituídos por trilhões de células, e que cada unidade possui basicamente membrana plasmática, citoplasma e núcleo, existe uma classificação pertinente ao material que está contido no núcleo celular. Uma célula humana tem seu material genético organizado em moléculas de DNA, as quais se compactam para formar os cromossomos. Sabendo disso, vale salientar que cada célula pode ter 46 cromossomos emparelhados (formando 23 pares – célula diploide) ou 23 cromossomos (célula haploide). Sendo que as células haploides se originam a partir de um processo de divisão celular chamado meiose, em que uma unidade celular diploide se divide para formar quatro haploides. Lembrando que, as únicas que possuem 23 cromossomos são as células sexuais, denominadas gametas (GRIFFITHS *et al.*, 2013, p. 4).

Dessa forma, cada gameta, o masculino que é o espermatozoide e o ovócito II, que é o feminino, armazenam em seu núcleo metade da informação genética, isto é, 23 cromossomos, para quando houver a fertilização entre as células, os cromossomos oriundos da célula materna se combinem com os da célula masculina, formando assim uma única célula chamada zigoto, capaz de se desenvolver em um novo ser vivo (GRIFFITHS *et al.*, 2013, p. 6 e 7).

Quando Mendel descobriu os “fatores” genéticos, compreendia as células de modo simples, sem muitos detalhes, tampouco das moléculas de DNA. Mas através dos cruzamentos com as ervilhas de cheiro e métodos estatísticos fez a descoberta dos genes, que são fragmentos de moléculas de DNA. Segundo Griffiths *et al.* (2013, p. 27),

Mendel optou por investigar a herança de sete propriedades da espécie de ervilhas que escolheu: cor da semente, forma da semente, cor da vagem, forma da vagem, cor da flor, altura da planta e posição do broto na planta. [...] Para cada uma dessas sete características, obteve de seu fornecedor de horticulturas duas linhagens que apresentavam aspectos distintos e contrastantes (GRIFFITHS *et al.*, 2013, p. 27).

Com isso, Mendel usou linhagens puras, significando que, para cada caráter em questão, toda a geração produzida através dos cruzamentos entre os espécimes dessa linhagem era idêntica. E para cruzar esse tipo de vegetal, o naturalista simplesmente transferia de uma flor para outra, com o auxílio de um pincel, grãos de pólen contendo células sexuais (KLUG *et al.*, 2010, p. 5), as quais levavam os caracteres hereditários. Dentre as sete características supracitadas das ervilhas, as cores, por exemplo, eram amarelas ou verdes e, cruzando linhagens puras das duas cores, o resultado da primeira geração, foi 100% de ervilhas amarelas.

Em outro cruzamento, ele permitiu que essa geração resultante se autofecundasse, pois era uma espécie hermafrodita. Logo, surgiram sementes amarelas (75%) e verdes (25%). Com isso ele concluiu que existiam “fatores” dominantes, referindo-se às que se apresentaram em maior proporção, e “fatores” recessivos, em menor proporção. Conforme afirmam Martins e Prestes (2016, p. 249),

No que pese o valor, originalidade e relevância da contribuição de Mendel, devemos lembrar que o empreendimento científico resulta de um trabalho coletivo que inclui contribuições de vários indivíduos envolvendo acertos e erros, o que se aplica ao caso da Genética (MARTINS e PRESTES, 2016, p. 249).

As autoras explicam em suas pesquisas que os termos genéticos aqui citados foram desenvolvidos com base nos estudos de variados cientistas. Por exemplo, Willian Bateson (1861-1926), tornou os trabalhos de Mendel acessíveis aos povos de língua inglesa ao traduzir os trabalhos do cientista, “*propôs a terminologia “alelo”, “homozigoto”, “heterozigoto” e a notação “F1”, “F2”, empregada para se referir às diversas gerações*” (MARTINS e PRESTES, 2016, p. 249). Dentre várias terminologias pode-se destacar a palavra “gene”, também formulada por Bateson, que se refere ao que Mendel conseguiu desvendar, os “fatores”.

Outro aspecto a ser observado: primeiramente Gregor Mendel realizou os cruzamentos entre as ervilheiras e concluiu que cada planta possui um par de genes determinando uma característica, sendo formulada a Primeira Lei de Mendel. O

naturalista após trabalhar observando uma característica por vez iniciou experimentos com ervilhas de cheiro que se distinguiam em duas características. Ele cruzou a variedade de plantas que produziam sementes amarelas lisas. Ao fazer isso, ele postulou o que atualmente denomina-se Segunda Lei de Mendel, concluindo que os diferentes genes emparelhados (com características distintas) se separam ou se distribuem, independentemente uns dos outros (GRIFFITHS *et al*, 2013, p. 27 e 72).

A partir das conclusões de Mendel, sabe-se nos dias de hoje que os genes estão dentro de cada célula aos pares, significando que um veio de origem materna, desse modo carregando informações genéticas da mãe e o outro oriundo do pai, levando consigo caracteres genéticos paternos. Os quais, durante o processo de meiose, separam-se na formação dos gametas (masculino e feminino) que possivelmente serão fecundados dando origem a um novo ser vivo. A partir dessas descobertas, segundo Matioli e Eggers (2016, p. 251),

Considera-se que, em 1918, uma grande disputa científica acerca das leis da hereditariedade biológica foi formalmente encerrada, com a publicação do artigo *The correlation between relatives on the supposition of mendelian inheritance* [A correlação entre aparentados na premissa de herança mendeliana] pelo matemático inglês Ronald Aylmer Fisher. Com esse artigo, Fisher demonstrou matematicamente que as duas maneiras então vigentes de se entender a herança de caracteres biológicos eram simplesmente como as duas faces da mesma moeda (MATIOLI e EGGERS, 2016, p. 251).

Embora, segundo esses autores, Gregor Mendel já tinha fundamentos o suficiente para explicar a herança das características biológicas e encerrar com essa disputa científica, foi Ronald A. Fisher (1890-1962) quem pôs um fim. E a partir de então, o foco se atinha além da forma com a qual os seres vivos transmitiam suas características genéticas, estabelecendo-se assim um “palco” em que diversas pesquisas relacionavam outros seres vivos e as probabilidades mendelianas para se explicar os mecanismos da hereditariedade.

### 3.2 Encaminhamentos Metodológicos

Ao possibilitar a articulação entre a Teoria de Aprendizagem Significativa e o ensino de Genética Mendeliana, foi definido que esta seria uma pesquisa de abordagem qualitativa, que segundo Moraes e Galiuzzi, (2006, p. 118) pode ser

relacionada com uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas nesse tipo de pesquisa que são as análises de conteúdo e de discurso. Sendo assim, percebida por Chueke e Lima (2012, p. 65) como a metodologia que busca entender o fenômeno em termo dos significados que as pessoas a ele conferem.

Partindo de uma visão mais abrangente, Bruyne *et al.* (1991, p. 29), afirmam que “a metodologia é a lógica dos procedimentos científicos em sua gênese e em seu desenvolvimento, não se reduz, portanto, a uma “metrologia” ou tecnologia da medida dos fatos”. Cujo ponto central se liga em algo a mais do que o produto final, mas principalmente tudo o que está implícito em seu processo. E referente à obtenção dos dados o trabalho se definiu através do método da observação, que de acordo com Gray (2012, p. 321) “envolve o olhar sistemático sobre as ações das pessoas e o registro, análise e interpretação de seu comportamento”. Verificando assim, os possíveis significados atribuídos pelos participantes.

Além disso, o trabalho também se deu por levantamento bibliográfico, o qual, parafraseando Gil (2008, p. 41), permite maior familiaridade com o problema, possibilitando-o se tornar mais explícito, com o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, considerando os mais variados aspectos envolvidos na pesquisa.

Dessa forma, partindo dessa pesquisa bibliográfica serão abordados aspectos que torne clara a relação entre a Teoria de Aprendizagem Significativa e o ensino e a aprendizagem de Genética Mendeliana, com a inserção das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação na construção da informação sistematizada.

### 3.2.1 Contexto e participantes da pesquisa

O estudo foi realizado com base no relato de experiências vivenciadas em sala de aula, em que foram observadas 2 turmas de estudantes de 3º ano do Ensino Médio em uma escola pública no Nordeste brasileiro. Sendo que, antes de iniciar a pesquisa, foi aplicado junto aos participantes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, cuja cópia se encontra no Apêndice I. A primeira turma participante foi de 2017 e era composta por 56 estudantes com a faixa etária entre 16 e 18 anos. E a segunda turma foi de 2018, perfazendo o total de 33 estudantes com a mesma média de faixa etária da anterior, sendo entre 16 e 18 anos.

Sobre o quantitativo de estudantes por sexo biológico observe a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Número de estudantes por sexo biológico

3º ANO							
2017				2018			
Sexo	Nº	Sexo	Nº	Sexo	Nº	Sexo	Nº
Masculino	17	Feminino	39	Masculino	9	Feminino	24

Fonte: Autoria Própria, 2018.

As observações ocorreram durante 6 aulas do primeiro bimestre (período de fevereiro a abril, em ambos os anos correlatos), tendo 60 minutos de duração cada, e em 3 semanas consecutivas. Os estudantes da turma de 2017 foram submetidos a um formato de aula expositiva, através de slides, livro didático e avaliados através de exercícios escritos no caderno e do material didático. Já os de 2018 foram submetidos a uma abordagem dos conteúdos a partir da Aprendizagem Significativa, iniciando-se com um debate sobre como os seres vivos herdaram suas características de geração a geração.

Além disso, para relacionar o conhecimento prévio dos estudantes com o conhecimento científico proposto da aula, nesse último grupo foram utilizados alguns slides, e para que ocorresse a contextualização como um momento de sensibilização sobre a relevância da temática, foram empreendidos 2 textos paradidáticos relacionando o cotidiano da turma com as ideias da herança genética e 1 jogo no estilo de perguntas e respostas elaboradas pelos jovens participantes, sob intermédio do professor regente da aula.

Quanto ao jogo de perguntas e respostas idealizadas pelos estudantes, teve o seguinte procedimento: a turma foi dividida em grupos de 4 ou 5 pessoas e cada grupo montava seu banco de dados em casa. As perguntas só poderiam ser organizadas com base no material didático proposto. Na aula seguinte, com os grupos reunidos, foi instituída uma ordem numérica: as equipes tinham um tempo cronometrado para realizar suas perguntas, bem como a responder utilizando o livro didático e os textos paradidáticos. Cada resposta correta representava 1 ponto para o agrupamento que respondeu. Os pontos eram marcados no quadro. Ao finalizar o

jogo, as equipes eram pontuadas proporcionalmente a quantidade de acertos que tinham obtido.

Para uma melhor memorização de alguns termos essenciais da Genética, foram formadas duplas ou trios e cada equipe recebeu um envelope contendo um quebra cabeça de letras contendo uma expressão fundamental para entender os mecanismos da herança genética. Para montar a palavra, todos receberam a regra de que era proibido se comunicar verbalmente. Previamente, sem que os participantes soubessem, de cada envelope foi trocada 1 letra, para que ao tentar concluir, a equipe percebesse que era necessário trocar alguma letra que estivesse incoerente com a sua palavra. Ao cumprir com a montagem, o grupamento tinha que pesquisar no livro ou nos textos paradidáticos a definição da expressão e escrever no quadro para que todos visualizassem.

À guisa de conclusão, foi exibido um vídeo de 4 minutos e 53 segundos sobre a história e as contribuições de Gregor Mendel com o intuito de eles associarem os conceitos relevantes preexistentes com o que aprenderam a respeito da hereditariedade. Essa ferramenta digital foi extraída do recurso educacional aberto YouTube pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=wDIhmW6X8AA>, que tem como título “Gregor Mendel: Vida e Obra”. Como forma de avaliação, os envolvidos construíram um mapa conceitual contendo os principais conceitos abordados durante as aulas.

### 3.3 Resultados e Discussão

É notório que o ser humano, diante da biodiversidade existente no planeta Terra, destaca-se por sua incrível capacidade de raciocinar, isso devido à complexidade organizacional do seu encéfalo. Desse modo, pertencer à espécie *Homo sapiens* significa, acima de tudo, fazer também parte das diferentes formas de perceber o ambiente e o que está em seu entorno. Com isso, os humanos conseguem definir certos aspectos da vida conforme à sua percepção, com a influência direta ou indireta do conhecimento, seja ele empírico ou sistematizado, adquiridos ao longo do tempo.

E em se tratando do conhecimento acerca dos conceitos genéticos apresentados neste trabalho, pode-se inferir que estão respaldados pela Base Comum Curricular Nacional – Ensino Médio, cuja Competência Específica 2, diz que

Entender a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização permite aos estudantes atribuir importância à natureza e seus recursos, reconhecendo a imprevisibilidade de fenômenos e os limites das explicações e do próprio conhecimento científico (BRASIL, 2018, p. 542)

Com essa afirmativa, confirma-se que o conhecimento científico se conecta a atributos que norteiam a vida, dentre eles a Genética Mendeliana, a qual ajuda a entender como os processos da herança genética se estabelecem na vida. Para tanto, é essencial que a aprendizagem faça sentido para quem assimila um conteúdo. E no que diz respeito à Teoria de Aprendizagem Significativa, foram abordados pontos acerca da importância que têm as hierarquias conceituais para que haja uma congruência entre o que se aprende e o que já se sabe sobre as características hereditárias regidas pelos postulados do pai da Genética – Gregor Mendel.

Além disso, foram pautados caracteres pertinentes a formação e a assimilação dos conceitos partindo do estabelecimento dos constructos com a ancoragem em subsunçores que são capazes de tornar uma aprendizagem significativa.

Portanto, durante as observações realizadas com a turma de 2017, foi possível notar o desinteresse da maioria a partir do feedback sobre um exercício teórico do livro didático que eles tinham a disposição. Dos 56 estudantes, 62,5% (Figura 4) tiveram dificuldades em responder a maioria das questões, afirmando que o assunto era complexo e atribuindo a atividade como chata ou monótona, sem concluir o que foi proposto durante a aula, tendo que levar a atividade para terminar em casa. Apenas 7 estudantes concluíram a proposta em tempo hábil.

Figura 4 – Participação dos estudantes durante uma atividade em sala de aula



Fonte: Autoria Própria, 2018.

O gráfico da Figura 4 representa o percentual de participantes durante o uso de um exercício contido no livro didático. O modo com o qual as informações foram trabalhadas, foi insuficiente para prender a atenção da turma, facilitando assim a fácil dispersão por parte dos estudantes. Durante as aulas foi possível perceber que alguns fatores, além da aprendizagem mecanizada, contribuíram para com o desinteresse dos participantes, seja de forma direta ou indireta. A tabela 2 destaca, em ordem decrescente, alguns desses aspectos.

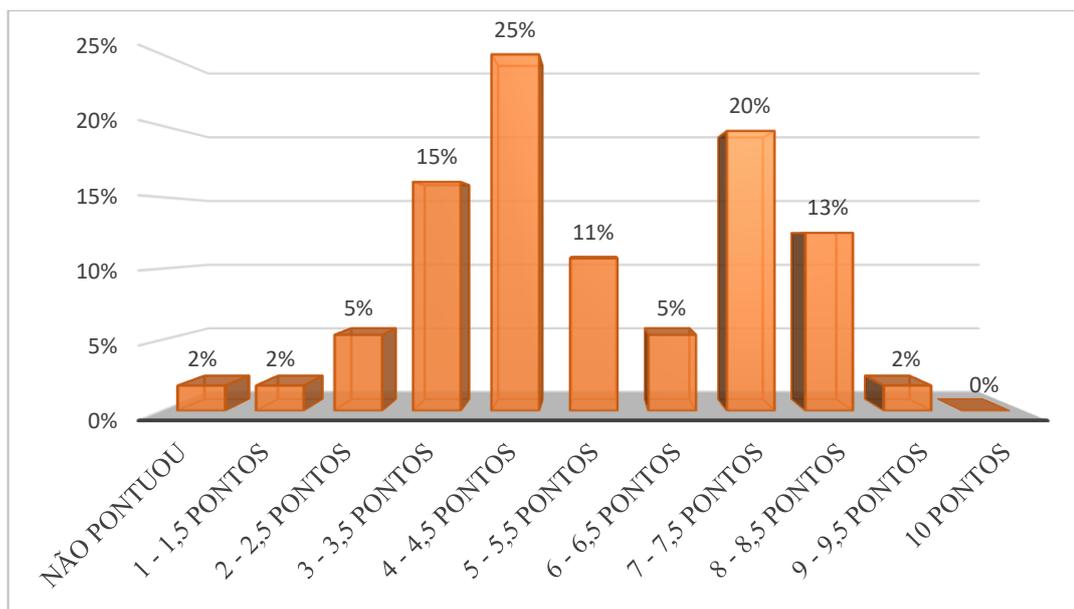
Tabela 2 – Fatores influentes para com o desinteresse dos estudantes

<b>Caracteres observados</b>	<b>Discriminação</b>
<i>O uso constante de celulares do tipo smartphone para entretenimento.</i>	Para ouvir música, uso de jogos e redes sociais.
<i>Estudantes sem o livro didático.</i>	Tinham o livro, mas deixaram em casa. Alguns diziam que não usavam o material em outras disciplinas com tanta frequência, e acabavam esquecendo também o de Biologia; outros mencionavam o peso que incomodava.
<i>Estudantes que faltaram a aula anterior.</i>	Os que estavam ausentes durante as explicações da aula anterior sentiram dificuldade em relacionar as perguntas com o assunto abordado, mesmo tendo sido revisado durante a aula seguinte.
<i>A insistente tentativa de conversas paralelas.</i>	O desinteresse pela aula fazia com que surgissem as conversas paralelas. O que atrapalhava a concentração de todos.

Fonte: Autoria Própria, 2018.

Como consequência do insatisfatório desempenho durante as atividades avaliativas propostas que compuseram o bimestre, constatou-se que 36 participantes tiveram resultados abaixo da média esperada de 6 pontos por bimestre, com a necessidade de passar pelo processo de recuperação bimestral. Vale salientar que a pontuação estabelecida pela escola se baseia na Sistemática de Avaliação da Aprendizagem da Rede Estadual de Ensino de Alagoas, regulamentada pela Portaria SEDUC de número 1.325/2016.

Figura 5 – Resultados do 1º Bimestre da turma 2017 - pontuação por intervalos



Fonte: Autoria Própria, 2018.

O gráfico da Figura 5 demonstrou que 40% da turma de 2017 obteve a média estipulada pelo sistema de ensino da instituição educacional. E a maioria que ficou abaixo dessa faixa, cerca de 60%, correlaciona-se ao mesmo percentual exibido no gráfico da Figura 4 dos que apresentaram dificuldades em concluir com uma das atividades avaliativas.

Como dizem Vieira *et al* (2010, p. 96), “é necessário saber de antemão os fatores que podem contribuir para criar ambientes propícios ao interesse em aprender e, em particular, que formas de atuação podem ajudar concretamente na maximização do ensino”. Pois quando inexistente esse estabelecimento, pode comprometer a efetiva construção do saber. E na ocasião em que os estudantes se interessam por algo, estabelecem-se as condições fundamentais à aprendizagem, tornando-os assim motivados a desenvolver a capacidade cognitiva. Aulas dinâmicas, com metodologias inovadoras podem tornar aulas mais interessantes e surpreendentes, independente do assunto abordado.

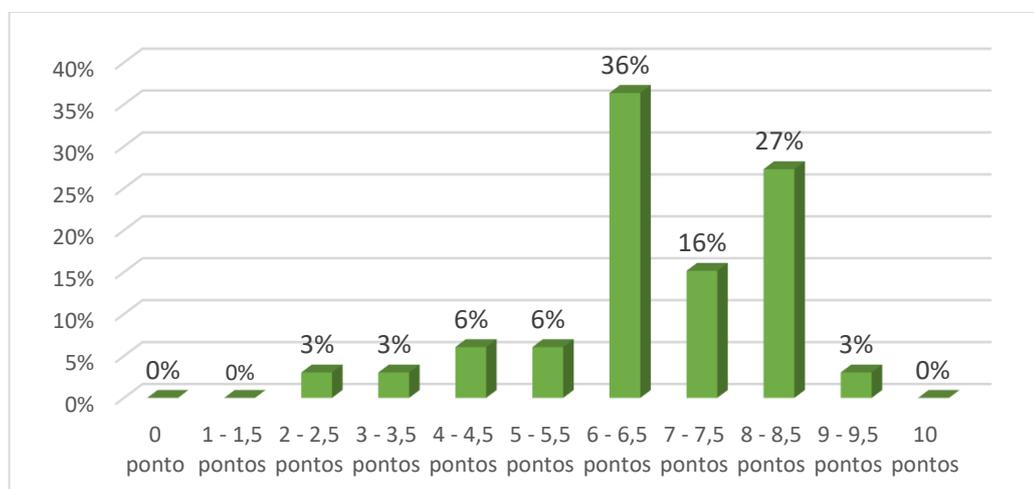
Ao iniciar os estudos com a turma de 2018 utilizando um debate sobre os mecanismos da hereditariedade, realizou-se paralelamente uma sondagem sobre os subsunçores que os estudantes tinham em sua cognição e em que tipo de ancoragem havia fixado, isto é, procurou-se perceber se o conhecimento prévio era análogo ao da literatura. Na ocasião, constatou-se em unanimidade que os

estudantes estavam a par da carga genética de 50% a qual cada prole poderia receber de sua geração parental.

Durante a abordagem dos slides, os próprios participantes eram convidados ao quadro branco para destacar com um marcador alguns pontos mencionados nos diapositivos que acreditavam ter maior relevância na assimilação dos conceitos hierárquicos. Quanto a atividade que listou os termos essenciais da Genética, viu-se que os participantes se apropriaram de muitas expressões importantíssimas para o bom entendimento da Genética Mendeliana, pois utilizavam-nas com domínio, sabendo o que cada uma significava. Dentre elas, destacam-se: monoibridismo, diibridismo, heredograma, alelos, cromossomos e cromossomos homólogos, heterozigoto, homozigoto, cruzamento e retrocruzamento, genes dominantes, genes recessivos, genótipo, fenótipo, gerações (parental, F1 e F2).

Relativamente ao uso do vídeo resumido sobre a história e contribuições de Mendel, os estudantes interagiram de forma positiva uns com os outros a respeito dos fundamentos da Genética Mendeliana, buscando sempre um sentido para cada palavra mencionada. E como forma de desfecho, quando os participantes foram designados a montar um mapa conceitual com suporte dos materiais trabalhados durante as aulas, puderam construir um modo de hierarquia organizacional de conceitos, formalizando assim, o sentido sobre as conexões que cada vocábulo genético possui. Há inclusive uma diferença no tocante aos resultados do primeiro bimestre da turma de 2018, conforme mostra o gráfico da Figura 6.

Figura 6 – Resultados do 1º Bimestre da turma 2018 - pontuação por intervalos



Fonte: Autoria Própria, 2018.

Desse resultado, 82% da turma alcançou ou ultrapassou a média bimestral exigida para ter um resultado satisfatório. Isso denota que as aulas a partir da aplicação da Aprendizagem Significativa elencam um melhor empenho dos estudantes. Remete a entender que eles tiveram uma maior atenção às atividades propostas durante a regência de aulas, representando uma maior e efetiva assimilação dos conteúdos. Pela maior coluna representada nesse último gráfico consiste em dizer que houve um maior número de pessoas que tiveram a pontuação entre 6,0 e 6,5.

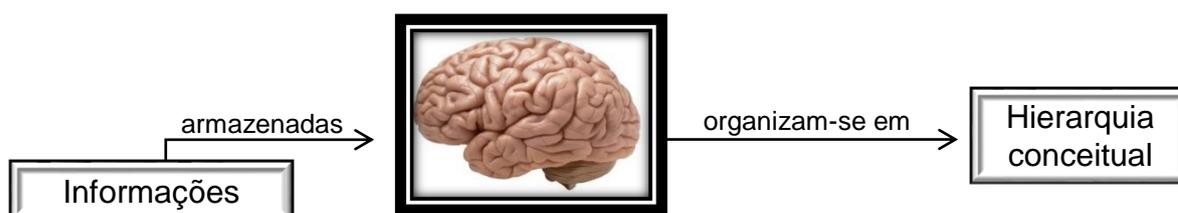
### 3.3.1 Hierarquias conceituais

Vários aspectos podem definir um aprendizado. Segundo a teoria da Aprendizagem Significativa todo e qualquer conteúdo tem uma estrutura articulada em forma de hierarquia, a qual organiza os conceitos constituintes do sistema de informações. Moreira e Masini (1982, p. 23 e 24) afirmam isso com conseqüência parafrazeando os estudos de Ausubel, quando dizem que,

(...) esses conceitos estruturais pode ser identificados e ensinados a um aluno, constituindo para ele um sistema de processamento de informações, um verdadeiro mapa intelectual que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas (MOREIRA e MASINI, 1982, p. 23 e 24).

Conforme os estudos dos autores supracitados, Ausubel correlacionava o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo altamente organizado, que automaticamente forma uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos do conhecimento são assimilados a conceitos mais gerais, mais inclusivos, formando assim uma estrutura cognitiva significativa sob abstrações da experiência do aprendiz.

Figura 7 – Hierarquia organizacional de informações



Fonte: adaptado de Yeager, 2018. Disponível em: <<https://www.the-scientist.com/the-nutshell/what-made-human-brains-so-big-36663>>.

Dessa maneira, a aprendizagem parte da mera generalização e transferência de informações para uma caracterização dos conceitos em uma reflexão específica, segundo a qual cada indivíduo aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado para si próprio.

Em se tratando da Genética, assim como em outras áreas, para que o conteúdo trabalhado no ambiente de sala de aula seja relevante, também ocorre essa hierarquização. Pois cada estudante necessita ordenar as informações, fazendo assim, uma organização dos conteúdos que são pré-requisitos uns dos outros conforme o fluxo que o conhecimento se discorre.

Uma amostra disso se estabelece nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000, p. 49), os quais organizam uma sequência de abordagens dos conteúdos nas séries do ensino médio de modo hierarquizado, mas cada conteúdo é colocado de forma significativa, contextualizada, possibilitando aos professores de adaptar o conhecimento a realidade dos estudantes. Os PCN ainda mostram que,

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, 2000, p. 49).

Para possibilitar a reflexão dos estudantes sobre essas informações, seguindo um molde hierárquico dos conhecimentos pertinentes à genética, é necessário primeiro que tenham como subsunçores conceitos relevantes sobre a base genética, desde as bases histórico-filosóficas, passando pelas bases moleculares contidas em uma célula, até os avanços tecnológicos que norteiam os estudos da genética moderna a partir do Projeto Genoma.

Utilizar de uma organização hierárquica como a demonstrada anteriormente na Figura 7 em um mapa conceitual, por exemplo, possibilita “atribuir novos significados aos conceitos de ensino, aprendizagem e avaliação” (MOREIRA, 1997, p. 6). Permite então determinar quais são os conceitos mais gerais e inclusivos. A partir daí, desenvolve-se a capacidade de assimilação e formação dos conceitos, cerne que será abordada a seguir.

### 3.3.2 Formação e assimilação dos conceitos

Como citado anteriormente, na Teoria da Aprendizagem Significativa, os organizadores prévios são mecanismos pelos quais o cérebro se baseia para desenvolver os constructos a partir de subsunçores. Com isso, ocorre o que Ausubel denominou de formação de conceitos, que se caracteriza no indivíduo ainda criança em idade pré-escolar, em que consiste na aquisição espontânea de ideias genéricas por meio da experiência empírico-concreta, envolvendo generalizações de instâncias específicas (MOREIRA, 1997, p. 15 e 16).

No caso de genética, assim como outras áreas, as informações podem ser um constructo a partir de conhecimentos empíricos, que vão se moldando ou se modificando de acordo com a ancoragem de um conhecimento significativo apreendido durante o processo de ensino e aprendizagem do indivíduo.

Com isso, acontece o processo denominado de subsunção, cujo teor está dissoluto na forma pela qual as crianças mais velhas, bem como os adultos, adquirem novos conceitos pela recepção de seus atributos criteriais e pelo relacionamento desses atributos com ideias relevantes já estabelecidas em sua estrutura cognitiva. A Figura 8 demonstra, de forma resumida, os principais aspectos que envolvem a formação e a assimilação dos conceitos.

Figura 8 – Formação de subsunçores



Fonte: Rufino, 2015.

Moreira e Masini (1982, p. 23) enfatizam que, a assimilação está adiante da aquisição e retenção de símbolos e significados. Nessa perspectiva a assimilação dos conceitos de Genética Mendeliana se torna efetiva a partir da utilização de ferramentas que facilitam a sua compreensão no processo de aprendizado. Ferramentas estas que devem estar inseridas na dinâmica de ensino de cada professor. Em seus estudos, Martinez *et al* (2014, p. 24) afirmam que,

Métodos inovadores de ensino que envolvam arte, modelos e jogos mostram-se promissores para serem aplicados no ensino de Genética. Tais atividades, quando aplicadas de forma lúdica, complementam o conteúdo teórico permitindo uma maior interação entre conhecimento-professor-aluno, trazendo contribuições ao processo ensino-aprendizagem (MARTINEZ *et al*, 2014, p. 24)

Durante as aulas de genética no Ensino Médio, é notável que diversos fatores dificultam a aprendizagem dos estudantes, como a falta de estímulo oriunda de aulas monótonas e desmotivadoras. Além dos aspectos externos à escola que influenciam diretamente na vida estudantil, como a ausência da família no processo de ensino e aprendizagem. É nesse instante que devem ser adotados métodos que estabeleçam uma conexão entre o conhecimento prévio que os estudantes adquiriram a partir de uma aprendizagem mecânica, em que se estruturou um constructo, às novas ideias que surgem a partir de uma aprendizagem significativa, montando subsunçores que auxiliem na assimilação e compreensão dos conteúdos. Como bem falam Sousa *et al* (2016, p. 16),

O conteúdo de genética tem enfrentado uma série de dificuldades em ser compreendido pelos alunos em várias escolas desse país. Muitas delas são atribuídas a deficiências em conhecimentos prévios da área da Biologia Molecular, Citologia e, principalmente, ao raciocínio matemático. Além disso, as ferramentas metodológicas, empregadas por muitos dos professores, não têm contribuído para uma aprendizagem significativa do tema (SOUSA *et al*, 2016, p. 16).

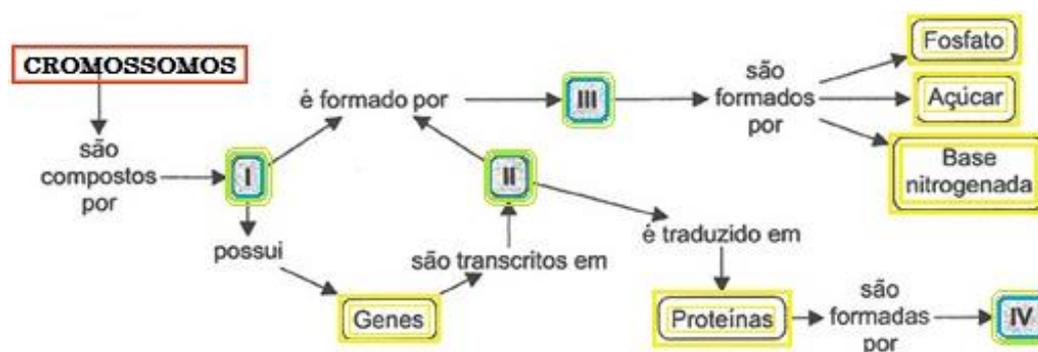
Ao se depararem com os estudos sobre a Genética Mendeliana em sala de aula, os estudantes muitas vezes se apegam ao tipo de aprendizado mecanizado, nas inúmeras tentativas de apenas memorizar alguns termos utilizados durante as aulas, como recessividade, alelos, cromossomos, as regras de probabilidade voltadas para a herança de caracteres, entre outros. Deixam de compreender que a

mecanização da aprendizagem deve fazer parte da vida estudantil como uma base para se estipular subsunçores que facilitem na incorporação de um conhecimento sistematizado e que faça sentido em suas respectivas vivências.

Uma das formas de se trabalhar a aprendizagem significativa em âmbito escolar, é a partir de mapas conceituais, a partir dos quais professoras e professores podem elencar tópicos considerados fundamentais para a construção de uma informação, de maneira dinâmica e criativa, utilizando-se de cores e balões que chamem a atenção de quem participa das aulas. Logo, quando a aprendizagem se torna significativa, aquele ou aquela que aprende pode ter uma sensação boa, prazerosa, habilita-se a novas aprendizagens.

A Figura 9 mostra um mapa conceitual sobre genética molecular, conteúdo comumente abordado em aulas do 1º ano do ensino médio na educação básica.

Figura 9 – Mapa conceitual sobre cromossomos



Fonte: Adaptado de Santos, 2014.

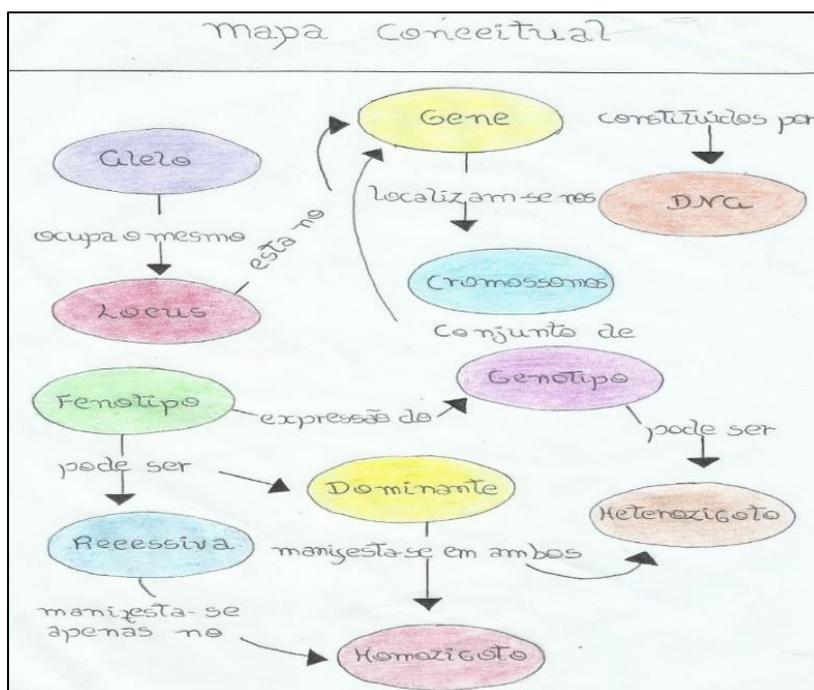
O mapa conceitual da Figura 9 traz um balão principal com a palavra “cromossomos” sendo o conceito-chave do assunto. Por isso, ocupa no mapa uma posição hierarquicamente superior. Propõe que os estudantes, com a utilização de conceitos anteriormente trabalhados, possam relacionar uma correta resposta aos balões enumerados de I a IV. Isso pode fazer com que cada aprendiz tenha a oportunidade de rever alguns termos utilizados durante aulas anteriores e consequentemente conectar a outros, formando assim uma estrutura hierarquizada dos conceitos, a partir de constructos e subsunçores.

Sabendo da importância que têm os mapas conceituais, em representar a esquematização de um conjunto de conceitos, como bem afirma Tavares (2007, p. 72) “ele é considerado como um estruturador do conhecimento”, permitindo assim

explicar de forma concisa como o entendimento sobre determinado conteúdo pode estar organizado na estrutura cognitiva do indivíduo.

E para exemplificar um mapa de conceitos construído por estudantes da turma 2018, pode-se observar na Figura 10 uma ilustração com o resumo dos principais tópicos que foram trabalhados durante as aulas, como mostra a seguir.

Figura 10 – Exemplo de mapa conceitual – Estudante A



Fonte: Estudante A, 2018.

Baseando-se nos fundamentos genéticos abordados durante as aulas, percebe-se que a Estudante A, conseguiu relacionar de forma coerente e simplificada, os principais tópicos considerados “base” para uma efetiva assimilação de conteúdos, pois o mapa exibe uma conexão entre as expressões, dando sentido a uma linha de raciocínio geral do que está constituído na Genética Mendeliana. Contudo, é necessário que o indivíduo o qual constrói um mapa conceitual se aproprie dos objetivos que este recurso integrativo pode oferecer, para que a relação entre o assunto e o conhecimento prévio tenham um significado, dando consequência a uma formação coesa dos conceitos.

Esses e outros aspectos podem se destacar também na Figura 11, na qual, de maneira mais expressiva, há um detalhamento sobre os principais tópicos abordados nos fundamentos genéticos. Os quais foram destacados a partir de tópicos marcados com cores diferenciadas e fonte em caixa alta.

Figura 11 – Exemplo de mapa conceitual – Estudante B

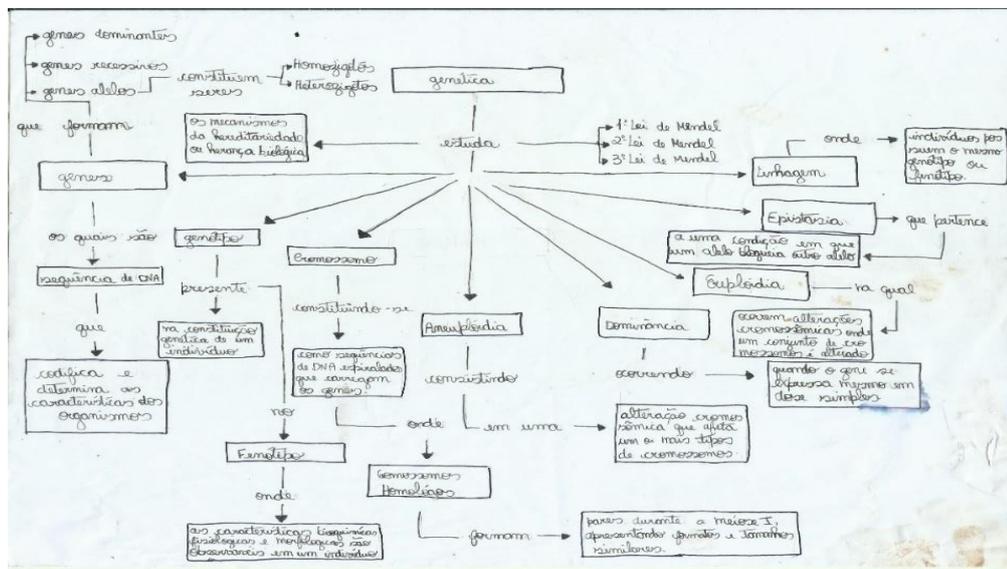


Fonte: Estudante B, 2018.

Observa-se na Figura 11 que cada palavra-chave foi destaca com uma coloração distinta para que chamasse a atenção do leitor, diferenciando um pouco os níveis hierárquicos envolvidos entre os conceitos citados. É possível perceber que algumas palavras são conectadas umas às outras, fazendo assim uma relação de conhecimento prévio. Nessa figura, o(a) autor(a) colocou a definição de cada um dos itens, formalizando sua percepção sobre os conceitos.

Outro exemplo pode ser mostrado na Figura 12, que apresenta o mesmo tema trabalho nas duas últimas figuras (Figuras 10 e 11), mas com uma outra forma de abordagem mostrando os principais tópicos em pequenos balões.

Figura 12 – Exemplo de mapa conceitual – Estudante C



Fonte: Estudante C, 2018.

Nota-se na Figura 12 um formato peculiar em relação aos outros apresentados, com a presença de conceitos hierarquizados, setas, conectivos indicativos e balões isolando termos e definições da Genética. De forma simples, o exemplo mostra a maior parte das expressões trabalhadas nos fundamentos mendelianos, o que facilita ao estudante em estabelecer seus próprios constructos, devido à conexão existente entre cada um dos tópicos.

Sobretudo, tanto os professores quanto os estudantes necessitam usufruir dos adventos metodológicos que a educação tem à disposição. Sendo que, uma aprendizagem se torna significativa, quando educadores e educadoras saem da condição de transmissores e transmissoras do conhecimento e passam para o papel de mediadores da construção desse conhecimento, de forma sistematizada.

### 3.4 Considerações Finais

A partir das inferências discorridas neste trabalho, foi possível apontar estratégias, como os mapas conceituais e o uso de recursos tecnológicos, para se trabalhar os conteúdos de Genética Mendeliana na Educação Básica sob o olhar da Teoria da Aprendizagem Significativa, a qual lida com pessoas num contexto social, respeitando seus significados, sem leis abstratas gerais de aprendizagem. Além disso, viu-se também que para Ausubel, é importante que as pessoas participem ativamente de seu processo de aprendizagem e colaborem de forma consciente para as necessidades sociais que passam a perceber.

De modo geral, mostrou-se que a prática pedagógica dos professores se baseando na Aprendizagem Significativa, pode propiciar o estabelecimento de subsunções como forma de ancoragem para a formação e a assimilação de novos conceitos. Nesse sentido, viu-se também que, a forma hierárquica de se trabalhar uma informação é uma possibilidade de fazer com que o aprendiz estabeleça seus próprios constructos de forma organizada envolvendo conceitos relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva. Desse modo, aprendizagem tem o significado de organização e integração de um novo conhecimento em cada aprendiz. Considerando que, essa estrutura abrange a hierarquização ou a interação entre os conceitos inclusivos e mais relevantes, e também as modificações na estrutura cognitiva preestabelecida.

Ter a percepção de como a teoria de aprendizagem significativa funciona, é ter a habilidade de desenvolver a construção do conhecimento de forma efetiva. Pois, com a inexistência de teorias de ensino que auxiliem a práxis pedagógica, profissionais que exercem a docência são induzidos a tentar descobrir técnicas de ensino através de tentativas de ensaio e erro. Esses e outros aspectos podem interferir direta e/ou indiretamente na aprendizagem de estudantes, uma vez que, exercem influência na estrutura cognitiva de cada um. É importante conhecer a realidade do aprendiz, para definir o tipo de estratégia a ser utilizado com base na teoria de Ausubel. E a prática pedagógica desses profissionais é que pode fazer a diferença para que o aprendiz se sinta interessado pelas aulas.

## Referências

ALAGOAS. Secretaria de Estado da Educação. **Portaria SEDUC nº 1.325/2016**. [Estabelece a Sistemática de Avaliação da Aprendizagem da Rede Estadual de Ensino de Alagoas]. Maceió: 11 abr. 2016. Disponível em: [http://www.educacao.al.gov.br/component/jdownloads/send/111-2016/305-portaria-seduc-n-1-325-2016?option=com\\_jdownloads](http://www.educacao.al.gov.br/component/jdownloads/send/111-2016/305-portaria-seduc-n-1-325-2016?option=com_jdownloads). Acesso em: 15 nov. 2018.

BRANDÃO, G. O.; FERREIRA, L. B. M. O ensino de Genética no nível médio: a importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos da hereditariedade. **Filosofia e História da Biologia**. v. 4. Brasília: 2009, p. 43 e 47. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-02-Gilberto-Brandao-Louise-Ferreira.pdf>. Acesso em: 23 de mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**: ensino médio. Brasília (DF): 2018, p. 542. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/BNCC\\_EnsinoMédio\\_embaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/BNCC_EnsinoMédio_embaixa_site_110518.pdf). Acesso em: 07 de nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000, p. 19 e 49. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 08 de ago. 2016.

BRUYNE, P.; HERMAN, J.; SCHOUTHEETE. **Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais**: os polos da prática metodológica. Trad. Ruth Joffily. 3. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991, p. 29.

BURNS, G. W. **Genética**. Tradução João Paulo de Campos e Paulo Armando Motta. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012, p. 7 e 8.

CHUEKE, G. V.; LIMA, M. C. Pesquisa qualitativa: evolução e critérios. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 128. Maringá: 2012, p. 65. Disponível em <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/12974/8511>. Acesso em 13 de jul. 2017.

FERNANDES, E. David Ausubel e a Aprendizagem Significativa. **Revista Nova Escola**. Ed. 248. São Paulo: 2011. p. 3. Disponível em: <http://novaescola.org.br/formacao/david-ausubel-aprendizagem-significativa-62262.shtml>. Acesso em: 07 de ago. 2016

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008, p. 41. Disponível em: [https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod\\_resource/content/1/como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf). Acesso em: 20 de jan. 2018.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012, p. 321.

GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; CARROLL, S. B.; DOEBLEY, J. **Introdução à Genética**. 10. ed. Tradução Idília Vanzellotti. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013, p. 4, 6, 7, 27 e 72.

KLUG, W. S.; CUMMINGS, M. R.; SPENCER, C. A.; PALLADINO, M. A. **Conceitos de Genética**. Tradução de Maria Regina Borges-Osório e Rivo Fischer. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 1 e 5.

MARTINEZ, E. R. M.; FUJIRARA, R. T.; MARTINS, C. Show da Genética: um Jogo Interativo para o Ensino de Genética. **Genética na Escola**. Botucatu (SP): 2014, p. 24. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/261471976>. Acesso em: 15 de jul. 2018.

MARTINS, L. A. P.; PRESTES, M. E. B. Mendel e depois de Mendel. **Genética na Escola**. Ribeirão Preto (SP), v. 11, n. 2, p. 249, 2016. Seção Conceitos em Genética. Disponível em: [http://docs.wixstatic.com/ugd/b703be\\_05eb696e7d6a4317afd5cbe205f0e5d0.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/b703be_05eb696e7d6a4317afd5cbe205f0e5d0.pdf). Acesso em: 15 de jul. 2017.

MATIOLI, S. R.; EGGERS, S. O Mendel que não era mendelista. **Genética na Escola**. Ribeirão Preto (SP), v. 11, n. 2, p. 251, 2016. Seção Genética e Sociedade. Disponível em: [http://docs.wixstatic.com/ugd/b703be\\_05eb696e7d6a4317afd5cbe205f0e5d0.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/b703be_05eb696e7d6a4317afd5cbe205f0e5d0.pdf). Acesso em: 15 de jul. 2017.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Revista Ciência e Educação**, v. 12. n. 1. Bauru: 2006, p. 118. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>. Acesso em: 13 de jul. 2017.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 07 de ago. 2016. Porto Alegre: 1997, p. 6, 15 e 16.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982, p. 7, 23 e 24.

MOTTA, P. A. **Genética Humana**: aplicada a Psicologia e toda a área biomédica. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011, p. 15 e 133).

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. **Teoria de Aprendizagem Significativa segundo Ausubel**. Revista PEC. vol. 2. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em: 03 de ago. 2016. Curitiba: 2002, p. 38.

RUFINO, K. M. **David Ausubel – Teoria da Aprendizagem Significativa**. São Paulo: 2015, p. 8. Disponível em <http://pt.slideshare.net/ketemartinsrufino/david-ausubel-aprendizagem-significativa>. Acesso em: 13 de dez. 2016.

SANTOS, D. **Testes de Genética Molecular**. Recife: 2014. Disponível em <https://djalmasantos.wordpress.com/2014/03/25/testes-de-genetica-molecular-1/>. Acesso em 13 de dez. 2016.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. Tradução de Paulo A. Motta. **Fundamentos de Genética**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010, p. 2 e 3.

SOUSA, E. S.; NUNES JÚNIOR, F. H.; CAVALCANTE, C. A. M.; HOLANDA, D. A. S. A Genética em sala de aula: uma análise das percepções e metodologias empregadas por professores das escolas públicas estaduais de Jaguaribe Ceará. **Revista Conexão, Ciência e Tecnologia**. v. 10. nº 4. Fortaleza (CE): 2016, p. 16. Disponível em: <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/download/1106/833>. Acesso em: 20 de dez. 2016.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Revista Ciência e Cognição**. Vol. 12. João Pessoa (PB): 2007, p. 72. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>. Acesso em: 02 de ago. 2016.

VIEIRA, F. L.; SILVA, G. M.; PERES, J. P. S.; ALVES, E. D. L. Causas do desinteresse e motivação dos alunos nas aulas de Biologia. **Universitas Humanas**. DOI: 10.5102/univhum.v7i1.1061. Brasília: 2010, p. 96. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/259358993\\_Causas\\_do\\_desinteresse\\_e\\_d\\_esmotivacao\\_dos\\_alunos\\_nas\\_aulas\\_de\\_Biologia](https://www.researchgate.net/publication/259358993_Causas_do_desinteresse_e_d_esmotivacao_dos_alunos_nas_aulas_de_Biologia). Acesso em: 25 de nov. 2018.

WATSON, J. D. **DNA**: o segredo da vida. Trad. Carlos Afonso Maferrari. São Paulo: Companhia das Letras, 2005, p. 65.

YEAGER, A. **What Made Human Brains So Big?** Revista The Scientist. Maio, 2018. Midland (CA): 2018. Disponível em: <https://www.the-scientist.com/the-nutshell/what-made-human-brains-so-big-36663>. Acesso em 24 de nov. 2018.

#### 4 PRODUTO EDUCACIONAL – GENÉTICA FÁCIL

Esta dissertação está vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, pela Universidade Federal de Alagoas, programa de mestrado profissional o qual, de acordo com a Portaria Normativa/MEC nº 17, de 28 de dezembro de 2009, tem como ênfase,

Os princípios de aplicabilidade técnica, flexibilidade operacional e organicidade do conhecimento técnico-científico, visando treinamento de pessoal pela exposição dos alunos aos processos da utilização aplicada dos conhecimentos e o exercício da inovação, visando a valorização da experiência profissional (BRASIL, 2009, p. 20).

Mesmo considerando como trabalho de conclusão a entrega desta, é de suma importância ter em vista que a natureza desta produção é diferente da que se observa em mestrados acadêmicos. Pois, de acordo com a mesma portaria (op. cit.) no artigo 7, em seu 3º parágrafo, o produto educacional é uma das propostas de trabalho de conclusão final. Sendo que, “os produtos educacionais são apresentados de forma destacada nas dissertações que apresentam também o processo de aplicação e avaliação dos mesmos” (VITAL e GUERRA, 2017, p. 2 e 3).

Nessa perspectiva, Allevato e Silveira (2016, p. 2) consideram o produto educacional como um material construído a partir de pesquisas acadêmicas desenvolvidas dentro de um mestrado profissional a fim de ser utilizado por escolas, professores e/ou estudantes dentro de um espaço formativo. A fim de impactar de forma positiva no processo de ensino, e conseqüentemente no de aprendizagem, o objeto educacional precisa, segundo Leite (2018, p. 331) ser aplicado,

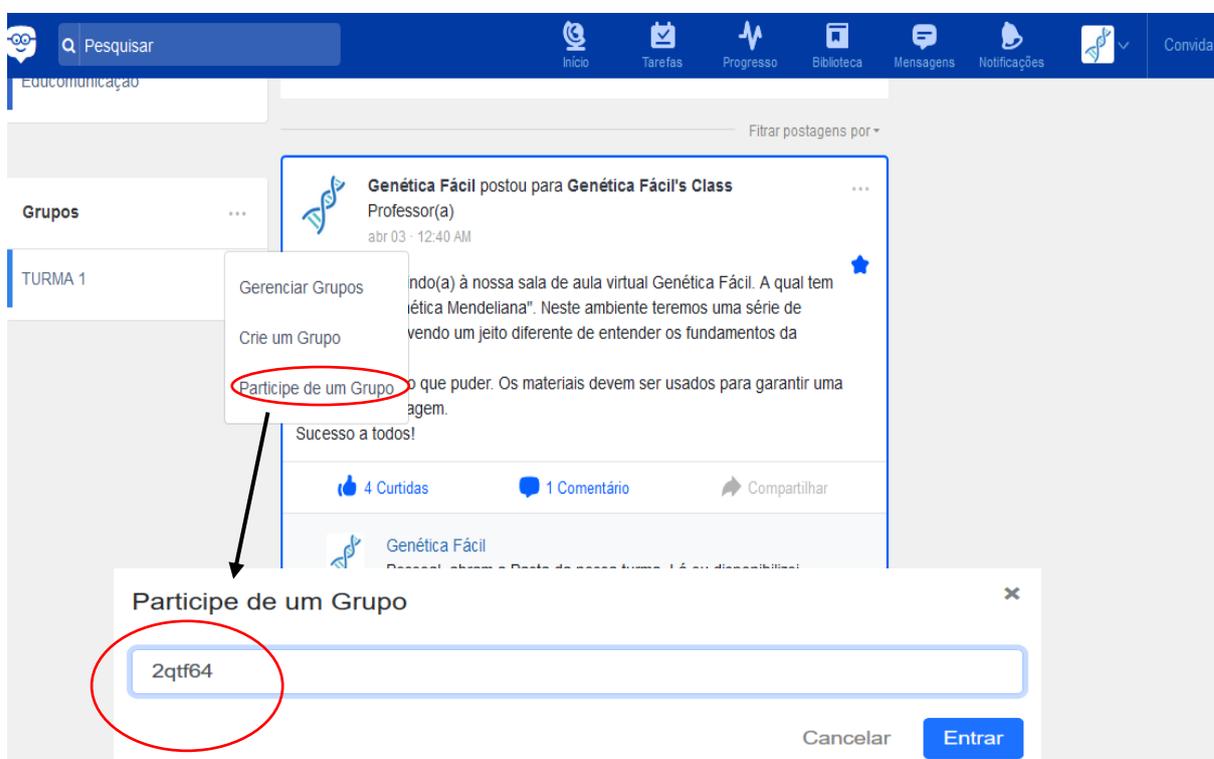
Em condições reais de sala de aula ou de espaços não formais ou informais de ensino e podem assumir as seguintes formas: mídias educacionais; protótipos educacionais e materiais para atividades experimentais; propostas de ensino; material textual; materiais interativos; atividades de extensão e desenvolvimento de aplicativos. O trabalho final do curso deve incluir um relato fundamentado dessa experiência, do qual o produto educacional desenvolvido é parte integrante (LEITE, 2018, p. 331).

Nesse sentido, o produto educacional oriundo desta pesquisa se trata de uma sala de aula virtual online que tem por nome “Genética Fácil” hospedado em uma plataforma chamada Edmodo, que tem o acesso pelo endereço [www.edmodo.com](http://www.edmodo.com).

O ambiente é de fácil acesso onde o usuário tem à sua disposição conteúdos e atividades diversas sobre a Genética Mendeliana.

Para ter acesso ao ambiente virtual de aprendizagem (AVA), é necessário acessar o site, fazer o cadastro escolhendo um dos perfis (PROFESSOR, ALUNO ou RESPONSÁVEL). Em seguida, o usuário deve clicar com o cursor do mouse na guia “Participe de um grupo”, escrever o código disponibilizado pelo professor mediador no espaço que será aberto e acessar o botão “Entrar”, conforme a Figura 13.

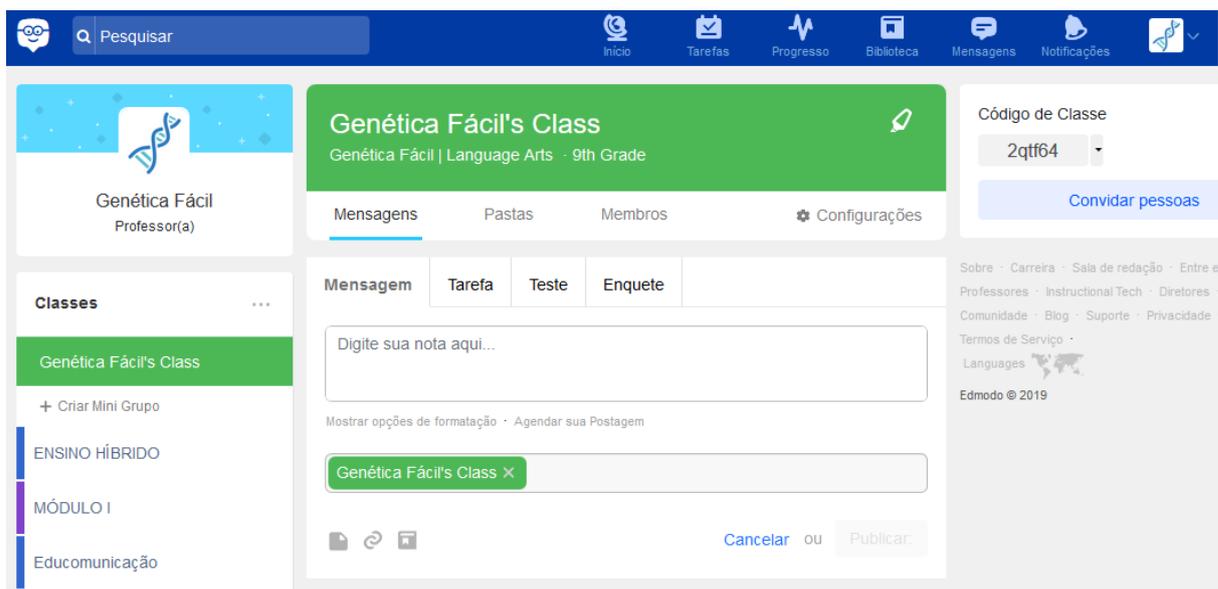
Figura 13 – Acesso à Sala de Aula Virtual



Fonte: Edmodo, 2018. Disponível em: <https://new.edmodo.com/groups/43enética-facils-class-27383607>.

A partir dessa etapa já se tem acesso aos objetos digitais de aprendizagem disponibilizados na plataforma, de modo que, na própria página inicial da sala possuem os tutoriais para se realizar as atividades propostas. Contudo, havendo dúvidas, o participante pode fazer perguntas através de mensagens no próprio grupo, como demonstra a Figura 14, que mostra interface inicial do AVA, ou pode enviar para o contato [genetic.facil@gmail.com](mailto:genetic.facil@gmail.com).

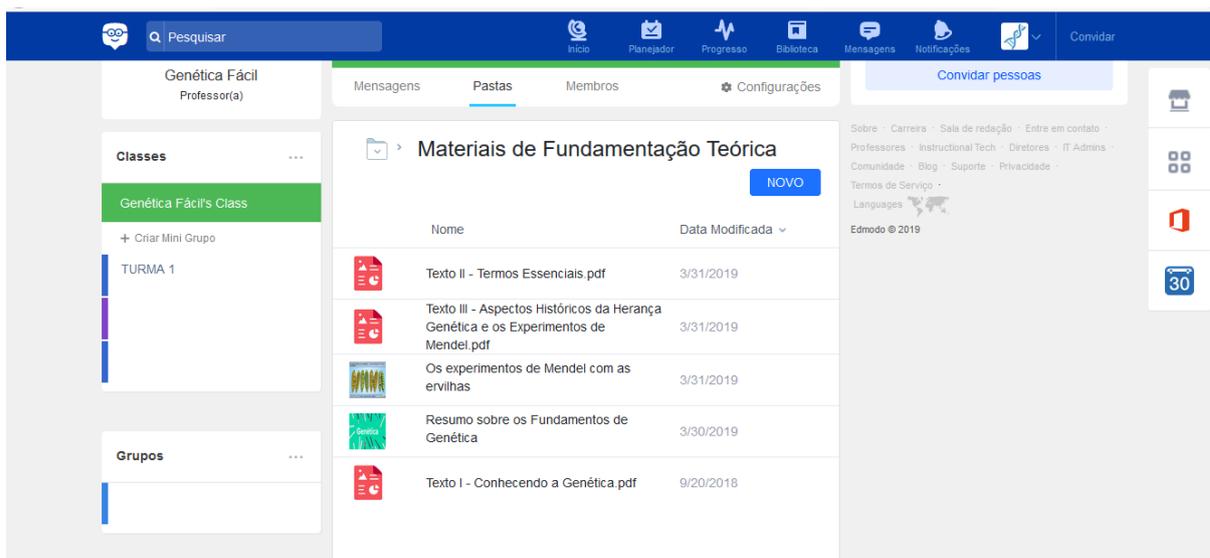
Figura 14 – Interface inicial da sala de aula virtual



Fonte: Edmodo, 2018. Disponível em: <https://new.edmodo.com/groups/44enética-facils-class-27383607>.

Dentre os conteúdos de Genética Mendeliana, podem ser encontrados os conceitos/expressões essenciais bem como os primórdios dessa área a partir de um breve histórico dos postulados de Gregor Mendel e como ocorre a herança genética, todos contidos em uma pasta virtual, como mostra a Figura 15.

Figura 15 – Pasta de materiais de fundamentação teórica



Fonte: Edmodo, 2018. Disponível em: <https://new.edmodo.com/groups/genetica-facils-class-27383607>

Dentre as atividades, o participante tem acesso a vídeos explicativos com animações, textos e outros materiais, consoante a lista abaixo.

- 3 textos paradigmáticos no formato PDF (Texto I – Conhecendo a Genética; Texto II – Termos Essenciais; Texto III – Aspectos Históricos da Herança Genética e os Experimentos de Mendel) como consta nos Apêndices A e B;
- 1 atividade de construção de um mural virtual de imagens relacionadas à Genética por meio da plataforma Padlet no endereço [www.padlet.com](http://www.padlet.com), que está no Apêndice C;
- 1 atividade envolvendo o vocabulário da Genética Mendeliana em formato de palavras cruzadas online elaborada pelo programa off-line Eclipse Crossword, conforme o Apêndice D;
- 2 vídeos oriundos do recurso digital aberto Youtube (Os experimentos de Mendel com as ervilhas - <https://www.youtube.com/watch?v=GNyETSLqIc0>; e Resumo sobre os fundamentos de Genética - <https://www.youtube.com/watch?v=-Vv3USW7iRU>);
- 1 Quiz construído com a própria plataforma Edmodo, como mostra o fragmento do Apêndice F;
- 1 atividade com questões abertas feita através da plataforma Google Forms, de acordo com o fragmento da Figura 16.

Figura 16 – Fragmento da atividade com questões abertas

Atividade - Termos Essenciais da Genética

Este formulário tem o objetivo de verificar de que maneira os estudantes percebem alguns termos utilizados em Genética Mendeliana. Para cada definição, escreva uma expressão correspondente.

1. Células sexuais (reprodutoras) dos seres vivos, podendo ser masculina ou feminina. conhecidas como 1 ponto

Sua resposta

2. Representação gráfica que ilustra como ocorreu a transmissão de uma determinada característica em uma família. 1 ponto

Sua resposta

3. Indivíduo que possui um par de alelos diferentes para uma determinada característica. 1 ponto

Sua resposta

4. Indivíduo que possui um par de alelos iguais para uma determinada característica. 1 ponto

Sua resposta

5. Gene cuja característica não fica aparente quando há dois alelos distintos. É um gene cuja característica não fica 1 ponto

Sua resposta

Fonte: Edmodo, 2018. Disponível em: <https://forms.gle/bmpQbXtZBb4y89r17>

As atividades propostas são à distância, sem a necessidade da formação de turmas para a participação dos usuários. Ou seja, há um fluxo contínuo de entrada e saída de pessoas, sem que o usuário dependa do outro para a conclusão do mesmo. Ao finalizar as proposições de aprendizagem, o participante é convidado a preencher um formulário de avaliação da sala de aula digital, para possíveis melhorias do próprio ambiente.

## **5 ARTIGO 2 – AS TECNOLOGIAS E O ENSINO DA GENÉTICA MENDELIANA: contextos e aproximações a partir de uma sala de aula virtual**

### RESUMO

Pensar nos processos de ensino e aprendizagem nos dias atuais, exige que professores e estudantes dominem uma série de competências e habilidades concernentes ao corrente mundo tecnológico, onde as informações estão em um intenso fluxo multidimensional. Nesse sentido, este trabalho teve o objetivo de identificar Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação que pudessem ser utilizadas para ensinar Genética Mendeliana, também conhecida como Genética Clássica. Foram envolvidos 23 estudantes de 3º ano do Ensino Médio e 8 professores de Biologia, ambos de uma escola pública do Nordeste brasileiro. Quanto a coleta de dados, os estudantes participaram de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), no qual foi organizada uma sala de aula digital com a utilização da plataforma adaptativa Edmodo, em que os usuários tiveram acesso a materiais didáticos diversos (apostilas, textos, livros, entre outros), puderam compartilhar mensagens, realizaram tarefas de modo interativo de maneira que, os conceitos genéticos pudessem ser assimilados a partir da utilização de vários objetos digitais de aprendizagem. Ao concluir as experimentações com as ferramentas do AVA, os estudantes deixaram suas concepções acerca do ambiente em um questionário semiestruturado. Para analisar a percepção dos estudantes sobre o ambiente de aprendizagem, foram utilizados os seguintes critérios: níveis de dedicação às atividades da sala de aula virtual; níveis de aprendizado sobre a Genética (antes e depois do AVA); aspectos mais úteis do ambiente virtual; melhorias no AVA; fatores que motivaram a participação dos estudantes; dificuldades encontradas para realizar as atividades; e a participação em outros ambientes digitais. No tocante à coleta de informações junto aos docentes, foi realizada uma entrevista semiestruturada acerca dos principais aspectos que permeiam o uso de TDIC em sala de aula.

Palavras-chave: Fundamentos Genéticos. Ambiente Virtual de Aprendizagem. Tecnologias educacionais.

### ABSTRACT

Thinking about the processes of teaching and learning today requires that teachers and students to understand a sequence of skills and abilities concerning the current technological world where information is in an intense multidimensional flow. In this sense, this work had as goal to identify digital information and communication technologies that could be used to teach Mendelian Genetics, also known as Classical Genetics. Twenty-three high school students and eight Biology professors were registered, both from a public school in the Brazilian Northeast. As for data collection, students participated in a Virtual Learning Environment (VLE), in which a digital classroom was organized using the Edmodo adaptive platform, where users had access to various didactic materials (handouts, texts, books, among others), they could share messages, performed tasks in an interactive way so that genetic

concepts could be assimilated from the use of several digital learning objects. In concluding the experiments with the VLE tools, the students left their conceptions about the environment in a semi-structured questionnaire. In order to analyse students' perceptions about the learning environment, the following criteria were used: levels of dedication to the activities of the virtual classroom; levels of learning about Genetics (before and after VLE); most useful aspects of the virtual environment; improvements in VLE; factors that motivated student participation; difficulties encountered in carrying out the activities; and participation in other digital environments. About of the collection of information from the teachers, a semi-structured interview was conducted on the main aspects that permeate the use of DICT at the classroom.

Keywords: Genetic Basis. Virtual learning environment. Educational technologies.

## 5.1 Introdução

A Biologia, ciência que estuda a vida, constitui-se de uma variedade de áreas, as quais tentam explicar como ocorrem os inúmeros processos que mantêm os seres vivos. Uma delas, a Genética, que ajuda a entender os mecanismos de transmissão das características dos seres vivos ao longo das gerações, tem o importante papel de fundamentar o ser humano a elaborar métodos científicos que beneficiem a manutenção da biodiversidade, através do desenvolvimento sustentável.

Dessa maneira, os estudos da hereditariedade, definida como o “fenômeno pelo qual os genes e as características dos pais são transmitidos aos filhos” (CONSOLARO *et al*, 2004, p. 86), permeiam, conforme afirmam Snustad e Simmons (2010, p. 2), as três subáreas da Genética Geral: a Genética Molecular, Genética de Populações e a Genética Mendeliana, também denominada Clássica

Por conseguinte, a Genética Mendeliana, que faz parte do cerne deste trabalho, possui um campo de estudo baseado nos experimentos de Gregor Johann Mendel (1822-1884), considerado o pai da Genética por ter sido o primeiro a comprovar o modo pelo qual as características hereditárias são passadas de pais para filhos. Baseando-se nas afirmações de Schrödinger (1944, p. 15), mesmo sem conhecer os cromossomos ou o fenômeno da mutação, Mendel conseguiu explicar de que maneira os seres vivos herdaram suas informações genéticas, por intermédio dos cruzamentos entre as ervilhas de cheiro da espécie *Pisum sativum*.

Com base nessas experiências, Gregor Mendel conseguiu provar que as características herdadas são expressas por “fatores” (genes) independentes que se transmitem nos seres vivos de maneira constante, entre as gerações. E que esses fatores se manifestam aos pares nos indivíduos, sendo um proveniente do pai e outro da mãe, e normalmente um domina sobre o outro (gene dominante). Ao mesmo tempo que nesse segundo gene, considerado “mais fraco”, os efeitos podem desaparecer numa geração, (gene recessivo). E que na formação das células reprodutoras (gametas), segundo Griffiths *et al* (2013, p. 4, 6 e 7), os dois fatores de cada um dos pares em ambas as partes (pai e mãe) se separam, e somente um de cada par é herdado pelo descendente.

Diante disso, a Genética Mendeliana, tida como o alicerce da Genética contemporânea, faz parte de um contexto educacional em que a,

Grande quantidade de conceitos teóricos existentes e a falta de uma metodologia voltada para o aprendizado lúdico e motivador, dificulta a assimilação destes conceitos, levando os alunos a memorização e não ao aprendizado (SOUZA e COSTA, 2017, p. 1)

Em vista disso, para se entender o funcionamento da molécula de DNA, de que forma determinada característica é transmitida ao longo de gerações, as possibilidades de um melhoramento genético, a cura de certas doenças, um teste de paternidade, entre outros aspectos, faz-se necessário que o indivíduo compreenda os fundamentos mendelianos, a fim de ocorrer uma aprendizagem significativa, estabelecendo-se o que Moreira e Masini (1982, p. 23) de constructos, os quais se baseiam em subsunçores previamente organizados.

Partindo desse pressuposto, considerando as inferências de Cieb Notas Técnicas #6 (2017, p. 1 – 20), as correntes mudanças na sociedade dadas pela ubiquidade dos avanços tecnológicos, têm propiciado diversas formas de ensino e aprendizagem, facilitando cada vez mais aos estudantes e professores de desenvolverem capacidades e autonomia nos processos que permeiam a construção do saber. Tecnologias móveis e a internet, por exemplo, por meio de aplicativos, plataformas adaptativas, objetos digitais de aprendizagem, dentre outras metodologias ativas, atreladas ao fazer pedagógico, podem ser consideradas instrumentos que proporcionam estratégias inovadoras ao aprendizado.

Assim, pressupondo que o uso da tecnologia pode tornar o aprendizado mais dinamizado, este trabalho tem como objetivo identificar recursos digitais (TDIC) que possam ser utilizados para ensinar Genética Mendeliana, de maneira que esses conceitos integrantes sejam assimilados por intermédio de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), com a implementação de meios tecnológicos inovadores disponíveis na rede.

## 5.2 O uso das tecnologias para o ensino de Genética Mendeliana

É notável que a escola tem passado por acentuadas mudanças, caracterizando-se mais como um ambiente de construção de conhecimento, ao invés de um mero espaço de reprodução da informação. Assim, o jeito de ensinar tem ganhado um novo significado, de modo que o indivíduo que aprende não é apenas um receptor de conteúdos, e sim autor na formação do seu próprio saber. A explicação para isso pode estar relacionada há vários fatores, dentre eles, às novas práticas de aprendizagem com o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, que segundo Silva (2012, p. 55), trazem uma inovação para o design didático, requerendo práticas pedagógicas condizentes com o estilo contemporâneo de informar, comunicar e aprender em um mundo globalmente conectado.

A “nova roupagem” do ensino faz parte da sociedade da informação, do conhecimento múltiplo e do aprendizado contínuo, em que a escola não é mais a fonte primária de conhecimento para os estudantes. E nesse sentido, acompanhando as reflexões de Pozo e Crespo (2009, p. 24), é correto inferir que, no mundo contemporâneo o aprendiz é constantemente bombardeado por várias fontes, que inclusive, produzem uma saturação formativa. A informação chega ao indivíduo sem este sequer procura-la, ou seja, é ela que os atinge, em configurações praticamente mais ágeis e atrativas, móveis e flexíveis. Com isso, a inovação tecnológica pode ajudar a proporcionar capacidades de aprendizagem que permitam uma assimilação crítica da informação a partir do ambiente escolar, levando a um conhecimento sistematizado.

Diante desse cenário, inerente à área da Biologia, considerando que o ensino sobre a hereditariedade possui um papel fundamental para o desenvolvimento do cidadão, podendo “interferir diretamente na forma de participação na sociedade, colaborando na formação de um sujeito social mais crítico, autônomo e

comprometido com sua cidadania” (CARDOSO e OLIVEIRA, 2010, p. 101), a revolução cultural no uso de tecnologias da informação em sala de aula, pode trazer diversas alternativas metodológicas para a melhoria do ensino de Genética Mendeliana.

Partilhando desta ideia, Temp (2011, p. 25) escreveu que,

Estratégias dinâmicas e alternativas programadas para serem aplicadas no ensino fundamental e médio, são boas práticas pedagógicas para provocar a curiosidade e manter a atenção dos estudantes durante o desenvolvimento de conteúdos em aulas de genética (TEMP, 2011, p. 25).

Parafraseando Oliveira *et al* (2017, p. 499) a aprendizagem se apresenta de maneira mais efetiva quando o professor faz uso de diferentes metodologias, usando os recursos tecnológicos como instrumentos contribuintes para um cotidiano escolar mais dinâmico e propício à composição do saber, permitindo que os estudantes passem a desenvolver ainda mais sua percepção e forma de agir, interagindo de modo consciente com relação aos outros seres, ao meio ambiente, à qualidade de vida das populações e aos sistemas tecnológicos, adquirindo maiores conhecimentos para saber se posicionar diante de questões com sentido prático e crítico em seu cotidiano.

Entretanto, quando a aprendizagem, passa a ser realizada de modo mecanizado, conceitos fundamentais deixam de ser efetivamente entendidos e passam a ser memorizados, isto é, “os alunos muitas vezes usam a terminologia científica confundindo o significado de diferentes termos” (ROCHA e SPERANDIO, 2016, p. 3). Nesse caso, o papel da tecnologia é de tornar mais atrativas as aulas de Genética Mendeliana, pois muitos assuntos genéticos deixam de ser compreendidos por diferentes fatores.

Alguns desses fatores estão relacionados ao vocabulário muito específico da hereditariedade, grande quantidade de termos técnicos os quais não se relacionam com o cotidiano dos estudantes e o uso de cálculos matemáticos (ARAÚJO e GUSMÃO, 2017, p. 2; BORGES *et al*, 2017, p. 62 e 63). Além do preparo das aulas, do material para apresentação do assunto e a maneira como é abordado pelo professor, que algumas vezes se limita apenas ao livro didático e às atividades do próprio material.

Vale salientar que esses fatos destacados não ocorrem com exclusividade no Brasil. Em um estudo realizado na Escócia e publicado em 2019 sobre as principais dificuldades que estudantes tinham em aprender Biologia, as pesquisas de Bahar e Hansell (2010, p. 84) apontam que dois tópicos se destacaram como os mais problemáticos em se aprender, e um deles foi a Genética. Constataram que um dos motivos mais relevantes que dificultava na aprendizagem sobre a hereditariedade tinha relação com o vocabulário vasto e complexo, além do uso de raciocínio matemático para entender os mecanismos da hereditariedade.

Considerando que as tecnologias digitais estão presentes no dia a dia dos estudantes, ao fazer uso destas de modo planejado, o docente,

Estará contribuindo para que o estudante aprenda de forma prazerosa, oportunizando novas formas de aprender e de pesquisar, levando a inúmeras descobertas. O aluno tem acesso a muitas informações e necessita de um professor que o auxilie a filtrar, analisar, sistematizar e se localizar nesse mundo das informações (SILVA e ROSA-SILVA, 2014, p. 3).

Através de simuladores, imagens, vídeos, animações, sites, entre outros mecanismos digitais, o estudante tem a possibilidade de aprender por um viés inovador, percebendo então os aspectos da Genética Mendeliana de modo mais dinâmico, interativo e menos abstrato. Contudo, é necessário também que o professor adapte sua didática buscando estratégias metodológicas que se flexionem à atual realidade da educação. Melo e Carmo (2009, p. 596) afirmam que a contextualização da Genética, de modo geral, respeitando as possibilidades presentes no ambiente escolar, apresente-se como uma alternativa factível à construção do conhecimento sistematizado.

Desse modo, os recursos tecnológicos podem facilitar o processo de ensino trazendo ao professor os instrumentos que mais podem se adequar à realidade do seu público, trazendo diversas maneiras de contextualizar a Genética Mendeliana com a vivência dos aprendizes.

### 5.3 Encaminhamentos Metodológicos

O presente trabalho propôs a identificação de recursos digitais (TDIC) disponibilizados para o ensino de Genética Mendeliana, de modo que os conceitos pudessem ser compreendidos mediante um Ambiente Virtual de Aprendizagem

(AVA), no qual foram propostas atividades pertinentes ao conteúdo ministrado, inserindo instrumentos inovadores no planejamento dos critérios conceituais e avaliativos.

Partindo do pressuposto de que o mundo é “examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos limita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo” (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 49), esta pesquisa se trata de uma análise qualitativa, em que busca identificar aspectos sobre a percepção do público envolvido acerca das tecnologias voltadas ao ensino e à aprendizagem de Genética Mendeliana por meio de instrumentos digitais.

O estudo foi realizado em uma escola pública do Nordeste brasileiro, com a participação de 23 estudantes de 3º ano do Ensino Médio e 8 professores de Biologia da Rede Estadual de Ensino. Após o preenchimento do Termo de Livre Consentimento e Esclarecido (TCLE), o qual se encontra no Apêndice I, todos os envolvidos na pesquisa foram convidados a participar de uma sala de aula virtual denominada “Genética Fácil”, a partir da Plataforma Edmodo, onde tiveram abordagens diversificadas sobre os fundamentos da Genética Mendeliana.

Para acessar o AVA, usando o laboratório da unidade de ensino, cada aprendiz fez um simples cadastro no endereço [www.edmodo.com](http://www.edmodo.com) e inseriu um código de acesso exclusivo da turma para poder interagir entre si e com as proposições de aprendizagem, dentre as quais incluíram,

- 3 textos paradidáticos (Autoria Própria) no formato PDF (Texto I – Conhecendo a Genética; Texto II – Termos Essenciais; Texto III – Aspectos Históricos da Herança Genética e os Experimentos de Mendel);
- 2 vídeos oriundos do recurso digital aberto Youtube (Os experimentos de Mendel com as ervilhas - <https://www.youtube.com/watch?v=GNyETSLqIc0>; e Resumo sobre os fundamentos de Genética - <https://www.youtube.com/watch?v=-Vv3USW7iRU>);
- 1 Quiz construído com a própria plataforma Edmodo;
- 1 atividade com questões abertas feita através da plataforma Google Forms;
- 1 atividade envolvendo o vocabulário da Genética Mendeliana em formato de palavras cruzadas online elaborada pelo programa off-line Eclipse Crossword;

- 1 atividade de construção de um mural virtual de imagens relacionadas à Genética por meio da plataforma Padlet no endereço [www.padlet.com](http://www.padlet.com).

Após realizadas as atividades sobre Genética Mendeliana, os participantes responderam a um questionário semiestruturado elaborado no Google Forms para avaliar a sala de aula virtual, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Proposições do Questionário para os Estudantes

<b>Proposições</b>	<b>Justificativa da pergunta</b>
<i>Nível de esforço do participante com relação a dedicação nas atividades</i>	O quanto cada participante se esforçou para realizar as atividades
<i>Nível de aprendizado antes e depois do AVA</i>	Relevância sobre o que o estudante sabia antes e o que passou a conhecer após as propostas didáticas
<i>Avaliação sobre a receptividade do professor moderador</i>	Importância da moderação do professor a fim de articular melhor a interação entre os participantes e as atividades
<i>Conteúdo do curso – objetivos, organização e nivelamento sobre o conhecimento prévio</i>	Conhecer se os objetivos das tarefas atenderam às expectativas
<i>Quais os aspectos do AVA foram úteis ou valiosos?</i>	Quais os instrumentos mais relevantes para a aprendizagem no AVA
<i>Como você melhoraria este curso?</i>	Saber de possíveis melhorias
<i>O que te levou a participar do AVA?</i>	Aspectos que motivaram a participar do Ambiente Virtual de Aprendizagem
<i>Qual a maior dificuldade que você encontrou?</i>	Principais problemas encontrados que podem servir como base para futuras melhorias
<i>Já participou de algum Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)?</i>	Verificar o quanto os estudantes têm imerso no cenário de AVA no processo de aprendizagem
<i>Você indicaria o “curso” para outras pessoas?</i>	Através dessa pergunta se pretende analisar o interesse dos participantes em fazer uso de TDIC no processo de aprendizagem

Fonte: Autoria Própria, 2018.

No que tange à coleta de dados junto aos docentes participantes desta investigação, os tais foram submetidos à uma entrevista, que segundo Marconi e Lakato (2003, p. 195) trata-se de um,

Encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. É um procedimento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social (MARCONI e LAKATO, 2003, p. 195).

O instrumento utilizado foi elaborado no formato de questionário semiestruturado, onde os participantes puderam deixar suas impressões acerca do ensino de Genética Mendeliana, com ênfase no uso de tecnologias digitais a partir das seguintes perguntas contidas na Tabela 4.

Tabela 4 – Ensino de Genética Mendeliana e o uso de Tecnologias Digitais

<b>Proposições</b>	<b>Justificativa da pergunta</b>
1) <i>Qual das subáreas da Genética você tem mais aptidão/domínio para lecionar?</i>	Conhecer a área da Genética que os professores mais gostam de lecionar.
2) <i>Em rápidas palavras, você gosta de ensinar os conteúdos de Genética Mendeliana? Faça uma breve justificativa.</i>	Observar se existe uma relação entre a preferência (ou não) de ensinar Genética Mendeliana e a qualidade no processo de ensino
3) <i>Quais recursos tecnológicos (digitais ou não) você tem a disposição para ministrar aulas sobre Genética Mendeliana?</i>	Saber se os professores possuem à disposição recursos digitais necessários
4) <i>No intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem, se você pudesse, o que gostaria de inserir de inovação tecnológica em suas aulas sobre a Genética Mendeliana?</i>	Essa proposição permite relacionar as principais expectativas que os participantes têm em usar as TDIC em sala de aula
5) <i>Se houvesse uma possibilidade, o que mudaria na abordagem sobre os temas dentro da Genética Mendeliana?</i>	Saber de que forma os professores percebem a abordagem acerca da Genética Mendeliana
6) <i>Como você considera sua formação inicial em relação a sua aprendizagem dos temas que constituem a Genética Mendeliana?</i>	Relevância sobre o quanto os professores assimilaram sobre a Genética Mendeliana durante a graduação
7) <i>Você participaria de um curso online sobre “estratégias de ensino sobre os conteúdos de Genética Mendeliana?”</i>	Verificar o interesse em participar de um AVA temático na área de Genética Mendeliana
8) <i>Ao ministrar a sua aula sobre Genética Mendeliana, normalmente, qual a reação dos(as) estudantes acerca do assunto?</i>	Diagnosticar aspectos da vivência dos professores durante a abordagem dos conteúdos genéticos em sala de aula
9) <i>A grosso modo, você considera que a abordagem sobre os mecanismos da hereditariedade em livros didáticos é interessante? Faça um breve comentário.</i>	Considerações dos professores sobre os conteúdos de Genética Mendeliana em livros didáticos
10) <i>Você considera que o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação são importantes no processos de ensino e aprendizagem de Genética Mendeliana? Faça um breve comentário sobre isso.</i>	O quanto os participantes consideram importante a utilização de TDIC nos processos de ensino e aprendizagem

Fonte: Autoria Própria, 2019.

## 5.4 Resultados e Discussão

Utilizar a tecnologia na educação já é uma necessidade incontestável, perceptível por qualquer docente que tenta acompanhar as últimas tendências na área de ensino. Entretanto, faz-se necessário uma maior atenção, pois nem sempre tais instrumentos são aplicados no âmbito escolar de maneira clara e objetiva. Depende do quanto estudantes e professores têm imergido nos processos tecnológicos educacionais. E essa imersão em tecnologia e educação permite a possibilidade de,

Realizar uma educação regrada em criatividade e inventividade, usando vários recursos e contando com um ambiente baseado em experimentação com o aluno no centro do processo de aprendizagem. Equipamentos são importantes, mas é fundamental que venham acompanhados de práticas pedagógicas que possibilitam vivências significativas, respeitando docentes e alunos (GAROFALO, 2018, p. 1).

E tais práticas pedagógicas estão embasadas pela Competência Geral de número 5 da Base Nacional Comum Curricular, a qual permite,

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 9)

Dessa forma, o indivíduo carece de estar inserido na educação contemporânea de forma efetiva, a partir da capacidade de ampliar a utilização das linguagens de um modo mais crítico, compreendendo os processos envolvidos na semiose do conhecimento sistematizado. Os estudantes do século XXI necessitam,

“Explorar tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), compreendendo seus princípios e funcionalidades, e utilizá-las de modo ético, criativo, responsável e adequado a práticas de linguagem em diferentes contextos. Avaliar o impacto das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) na formação do sujeito e em suas práticas sociais, para fazer uso crítico dessa mídia em práticas de seleção, compreensão e produção de discursos em ambiente digital” (BRASIL, 2018, p. 497).

Diante do exposto, ao fazer com propriedade o uso de determinados recursos tecnológicos, os estudantes amplificam seu criticismo e a busca por informação e

conhecimento de qualidade, tornando-se cada vez mais curadores daquilo que pretendem aprender para manter a vida em sociedade. Sendo assim, protagonistas na busca do saber.

Portanto, esta produção científica teve como propósito a identificação de recursos digitais disponíveis ao ensino de Genética Mendeliana a partir de uma sala de aula virtual, onde 23 estudantes do Ensino Médio tiveram a oportunidade de experimentar instrumentos digitais que proporcionaram diferentes formas de abordagem sobre os principais aspectos que fundamentam a hereditariedade. Além de envolver 8 docentes de Biologia para saber como percebiam as TDIC no contexto escolar a partir de um ambiente de aprendizagem via internet.

Sobre a coleta de dados com os estudantes, a partir do questionário “Avaliação do Ambiente Virtual de Aprendizagem”, foi perguntado qual o nível de dedicação que tiveram em relação às atividades. O resultado pode ser visto na Tabela 5 que trata sobre o nível de dedicação às atividades da sala de aula virtual que cada participante aplicou.

Tabela 5 – Nível de dedicação às atividades da sala de aula virtual

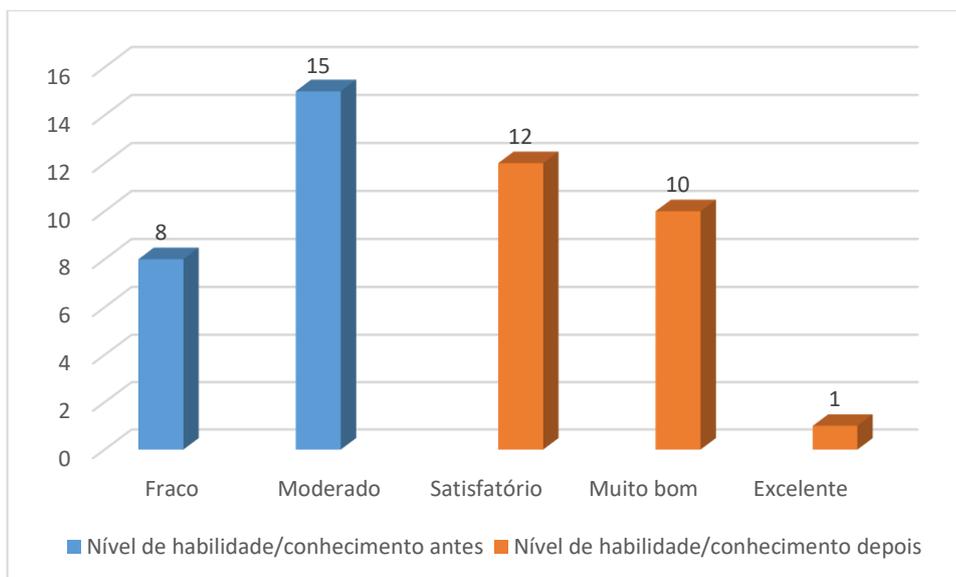
<b>Nível de esforço</b>	<b>Número de participantes</b>
<i>Fraco</i>	1
<i>Moderado</i>	8
<i>Satisfatório</i>	11
<i>Muito bom</i>	3
<i>Excelente</i>	0

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Conforme as informações contidas na Tabela 5, é possível perceber que houve um considerável índice de comprometimento em relação à participação de cada um nas atividades, e isso está relacionado ao nível de aprendizado que cada um obteve, já que há uma relação proporcional entre comprometimento e resultado final.

Em relação ao nível de aprendizado antes e depois do AVA, houve o seguinte resultado demonstrado na Figura 17 que representa o nível de aprendizado a partir de um gráfico.

Figura 17 – Nível de aprendizado



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Através do gráfico na Figura 17 foi percebido que o nível de aprendizado o qual os estudantes tiveram foi relevante, visto que antes, os 23 envolvidos consideravam entre fraco e moderado, e depois das atividades propostas, esse número mudou para as colunas “Satisfatório”, “Muito Bom” e “Excelente” – 12, 10 e 1, respectivamente. Além disso, os envolvidos participaram de diferentes estratégias de abordagens dos assuntos (palavras cruzadas, animação em Prezi, questionário aberto, Quiz e construção de mural digital), o que talvez tenha possibilitado uma melhor assimilação dos conceitos.

Quando perguntados sobre a habilidade e receptividade do professor mediador da sala, concordaram plenamente que este organizou bem as apresentações e as atividades, estimulou a cada um em participar das proposições de forma dinâmica ao processo de apropriação dos conceitos abordados. Alguns estudantes afirmaram que gostaram muito do jogo de palavras cruzadas por causa da abordagem do vocabulário de Genética que incluem palavras que não são do cotidiano.

Vale salientar que, a abordagem do vocabulário de Genética Mendeliana pode definir o estabelecimento de entraves ou de entendimento no que diz respeito aos processos de herança genética. De fato, para que melhor se entenda os mecanismos genéticos, necessita que o aprendiz se aproprie de algumas expressões e suas respectivas definições para entender como de fato ocorre a

hereditariedade. Termos como genótipo, fenótipo, heterozigoto, homozigoto, entre outros, não fazem parte do cotidiano dos estudantes. O que pode dificultar ainda mais o seu aprendizado, principalmente se a abordagem dos conteúdos não for contextualizada.

Em relação às atividades, foi perguntado aos estudantes quais aspectos da sala de aula virtual foram úteis ou valiosos. De acordo com as atividades propostas é possível demonstrar os resultados em relação ao número de estudantes que escolheu a opção a qual considerou ser mais relevante, conforme as informações contidas na Tabela 6.

Tabela 6 – Aspectos mais relevantes do AVA percebidos pelos estudantes

<b>Proposta</b>	<b>Quantidade de estudantes</b>
<i>Quiz</i>	9
<i>Palavras cruzadas</i>	6
<i>Mural digital</i>	5
<i>Apresentação de slides pelo Prezi</i>	2
<i>Apostilas</i>	1
<i>Atividade com questões abertas</i>	0

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Os dados exibidos na Tabela 6 que representam em ordem decrescente os principais aspectos que os estudantes perceberam como mais valiosos, mostram que a maioria dos estudantes atribuiu o Quiz o instrumento digital mais valiosa ou útil para sua aprendizagem. Isso pode estar relacionado ao formato de avaliação que as universidades brasileiras submetem aos egressos do Ensino Médio. Outro dado que se destacou foi que, ninguém afirmou que a atividade com questões abertas teria alguma relevância, abrindo possibilidade de procura por outros elementos digitais de aprendizagem que possam prender mais a atenção dos estudantes e, assim, contribuir para um melhor entendimento do conteúdo.

Quando perguntados o que melhorariam no ambiente de aprendizagem virtual, os estudantes apontaram informações que possibilitaram traçar os seguintes parâmetros sobre as atividades de aprendizagem: Simulados, Ampliação do AVA para assuntos diversos da Biologia, Jogos, Vídeos, Resolução de questões, Resumo de conteúdos e Mural digital. Esses padrões estão relacionados com as respostas dadas pelos estudantes demonstradas na Tabela 7.

Tabela 7 – Melhorias no AVA

<b>Respostas dos estudantes</b>	<b>Parâmetro</b>
<i>Colocando mais tarefas de simulados.</i>	Simulados
<i>Trazer mais simulados</i>	
<i>Colocar mais exercícios de questões de simulados</i>	
<i>Trocar as perguntas abertas pelas fechadas</i>	
<i>Deixaria tudo o que tem e botava mais simulados</i>	Ampliação do AVA para assuntos diversos da Biologia
<i>Fazer com outros conteúdos sem ser a genética</i>	
<i>Acrescentar outros assuntos</i>	
<i>Colocar mais assuntos da Biologia</i>	
<i>Abordando além da Genética</i>	Jogos
<i>Mais atividade com jogos</i>	
<i>Mais joguinhos</i>	
<i>Trazia mais palavras cruzadas</i>	Vídeos
<i>Colocava mais vídeos</i>	
<i>Colocaria mais vídeos</i>	
<i>Poderia postar dicas de como resolver algumas questões</i>	Resolução de questões
<i>Incluiria resumos de alguns assuntos</i>	Resumo de conteúdos
<i>Acrescentaria mais atividade como a do Padlet</i>	Mural digital
<b>6 participantes disseram que não melhoraria nada</b>	

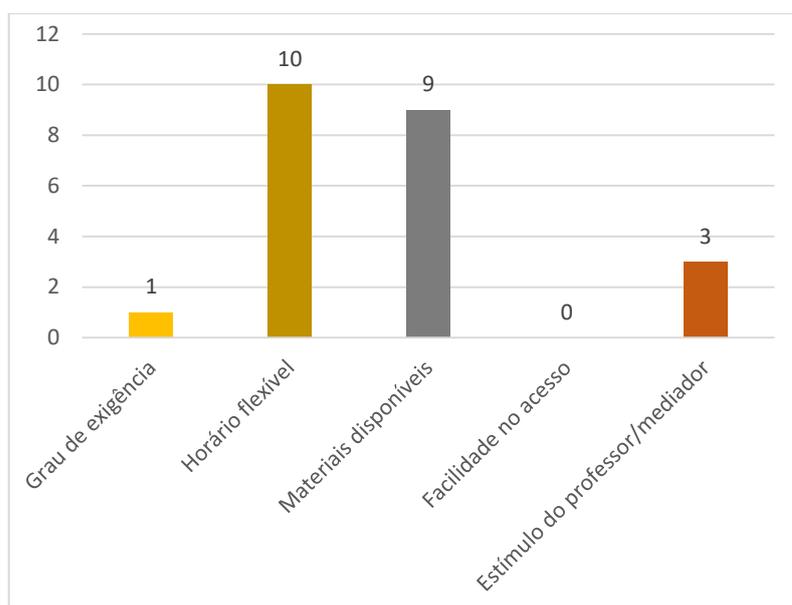
Fonte: Autoria Própria, 2019.

Com base nessas informações, é correto inferir que, a busca dos estudantes por instrumentos do tipo simulados digitais, também conhecidos por atividades com questões objetivas (Quiz), mais uma vez se destacou dentre as opções elencadas pelos mesmos. Isso pode estar relacionado com o atual formato de avaliação dos vestibulares no Brasil, que requer dos estudantes melhor domínio sobre a interpretação de enunciados nesse tipo de questão.

Percebeu-se também, que os participantes identificaram o formato do AVA como uma possibilidade de ser usado para abordar outros conteúdos do currículo além da Genética Mendeliana. O que é possível, já que a sala de aula online pode ser adaptada com base na temática proposta pelo mediador.

Ao indaga-los sobre o que os levou a participar do Ambiente Virtual de Aprendizagem, foi possível apontar 5 fatores motivadores: grau de exigência, horário flexível, materiais disponíveis, facilidade no acesso e estímulo do professor/mediador. O resultado dessa coleta pode ser visualizado no gráfico descrito na Figura 18, que representa as respostas ligadas aos padrões de motivação estabelecidos pelos estudantes participantes.

Figura 18 – Fatores que motivaram a participação dos estudantes.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Nesse sentido, os aspectos que motivaram esse público a participar no AVA são considerados de suma importância, pois através deles é possível perceber o que mais consegue chamar a atenção ou o que poderia servir como um desestímulo, possibilitando um viés para tornar o ambiente mais atrativo. E nessa mesma perspectiva, segundo Padilha e Selvero (2012, p. 1), a motivação pode ser considerada, “um aspecto dinâmico da ação, no sentido de ser o propulsor do ato do sujeito, ou seja, é o que o impulsiona para ir em busca de seus objetivos”. Ou seja, o interesse dos estudantes pode ser considerado um aspecto fundamental que desempenha uma influência irrefutável sobre o seu comportamento no processo de aprendizagem.

Quando perguntados sobre qual a maior dificuldade encontrada durante o “curso”, 10 estudantes mencionaram ter encontrado dificuldades em realizar o cadastro no Edmodo e 4 em encontrar a opção de mudança de idioma da página, pois ao acessá-la, o usuário encontra toda a interface em inglês. O Estudante B, por exemplo, não seguiu o tutorial de como acessar a plataforma digital, o que dificultou ainda mais qual era o objetivo geral das atividades. Os demais não mencionaram dificuldades.

Ao serem questionados se já tinham participado de algum AVA, todos responderam que nunca havia realizado tal atividade. Contudo, sabe-se que existe legislação que indica o uso de tais recursos tecnológicos, como a Lei de Diretrizes e

Bases da Educação, a qual elucida na Seção IV, artigo 36, parágrafo 11, inciso IV, que os sistemas de ensino podem identificar competências a fim de realizar cursos “por meio de educação a distância ou educação presencial mediada por tecnologias” (BRASIL, 2018, p. 27). Tecnologias que possibilitam que o aprendiz seja protagonista na construção do conhecimento sistematizado.

E quando perguntados se indicariam o “curso” para outras pessoas, os estudantes, em unanimidade, responderam que sim. Isso mostra que os ambientes digitais podem ser uma possibilidade a mais para que ocorra uma aprendizagem significativa no Ensino Médio. Talvez, alguns entraves possam surgir, pelo fato de alguns estudantes não terem seu próprio computador ou dispositivo móvel (smartphone, tablet, entre outros) para realizar participar das atividades online.

Acerca da coleta de dados junto aos professores, foi possível identificar que 6 eram do sexo masculino e 2 do sexo feminino. Além dessas características a Tabela 8 traz outros aspectos.

Tabela 8 – Algumas características dos professores participantes

<b>Nº</b>	<b>Ano de Conclusão da Graduação</b>	<b>Faixa Etária (Anos)</b>	<b>Com Pós-graduação</b>	<b>Período de exercício no magistério em anos</b>
1	2018	40 – 45	Não possui	Nenhum
3	2008	30 – 35	Sim	7 a 9
2	2007	35 – 40	Sim	11
2	2014	25 – 30	Sim	3 e 4

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Ao serem perguntados qual das subáreas da Genética eles tinham preferência, dentre as 3 opções descritas no questionário, 4 professores mencionaram preferir lecionar a Genética Molecular e 4 escolheram a Genética Mendeliana. Nenhum professor optou pela Genética de Populações. Talvez esse último tópico, esteja relacionado com a pouca abordagem nos principais vestibulares brasileiros, comparado com os 2 primeiros tópicos citados.

Quando perguntados se gostavam de ensinar o assunto Genética Mendeliana, a maior parte disse que sim, mas com comentários diversificados, conforme mostra a Tabela 9.

Tabela 9 – Opinião dos professores sobre o “gostar de ensinar” Genética Mendeliana

<b>Respostas – Justificativas</b>
Sim pois é um desafio p/ aprendizagem.
Sim, mas preciso me aprimorar mais em alguns aspectos
Sim gosto, pois é muito importante para o aprendizado
Sim, muito importante e interessante para o estudo da humanidade.
Sim, amo genética e me realizo ministrando aulas de genética especialmente os cruzamentos.
Sim. Tudo o que é relacionado a característica hereditária é interessante.
Não. São conteúdos difíceis de transmitir.
Sim. Mas gostaria que tivesse mais recursos tecnológicos na escola onde trabalho

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Baseando-se nas informações da Tabela 9, pode-se perceber que apenas 1 professor negou que gostava de ensinar os conteúdos de Genética Mendeliana por considerar que são difíceis de “transmitir”. Os demais mencionaram que gostavam de trabalhar o conteúdo. Dentre eles, um citou que gostaria que houvesse mais recursos tecnológicos na escola em que trabalha, deixando claro que é preciso mais para que o uso das TDIC faça parte de um contexto de inovação educacional.

Foi questionado sobre quais recursos tecnológicos (digitais ou não) os educadores dispunham para ministrar aulas sobre Genética Mendeliana. As informações obtidas podem ser observadas na Tabela 10, que mostra uma lista sobre os principais equipamentos que a escola possui.

Tabela 10 – Recursos tecnológicos presentes no ambiente escolar dos professores

<b>Quantidade</b>	<b>Recursos</b>
08	Quadro branco
03	Data show
02	Notebook
02	TV
02	Rede de Internet

Fonte: Autoria Própria, 2019.

A lista que consta na Tabela 10 mostra os tipos e a quantidade de recursos que a unidade de ensino possui à disposição dos professores. Nota-se que dentre as ferramentas citadas, há uma necessidade de mais tecnologias digitais que possam ser utilizadas em sala de aula, pois sabe-se que atualmente tais materiais servem como estratégia para uma educação inovadora, já que a atual geração de estudantes está imersa na era digital.

No intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem, foi perguntado o que cada professor gostaria de inserir de inovação tecnológica em suas aulas de Genética Mendeliana. As informações coletadas podem ser vistas na Tabela 11.

Tabela 11 – Sugestões dos professores sobre inovação tecnológica nas aulas de Genética Mendeliana

<b>Ferramentas sugeridas</b>
Aulas práticas em laboratório
Lousa digital e aplicativos que envolvessem esse conteúdo
Inserir experimentos no ensino
Laboratório de campo para os alunos
Microscópios de jogos
Fazer uso de tecnologias digitais
Microscópios
Aplicativos sobre os assuntos

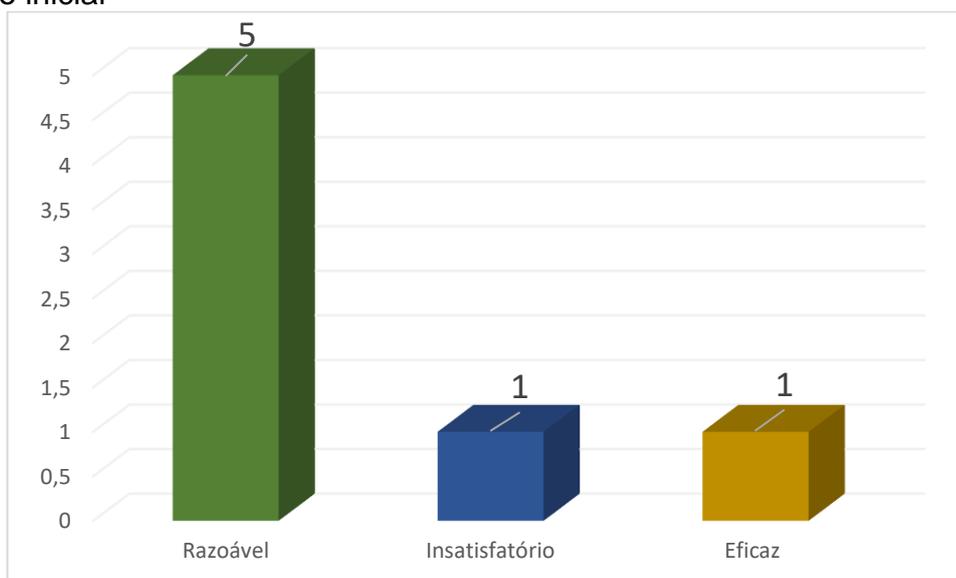
Fonte: Autoria Própria, 2019.

Diante das sugestões pautadas por esses participantes, os dados da Tabela 11 mostram que a procura por aulas práticas e aplicativos é predominante, incluindo o uso de microscópios e do próprio laboratório para as experimentações em genética. E parafraseando Oliveira *et al* (2017, p. 497), tratar esses conteúdos somente de forma expositiva, sem contextualização, dificultam os estudantes de aplicarem o que aprendeu em seu contexto social, tornando ainda mais abstrato o conhecimento sobre a Genética Mendeliana.

Os professores foram questionados sobre o que mudariam na abordagem sobre os temas dentro da Genética Mendeliana. Dos 08 participantes, 4 gostariam de fazer mudanças: na forma de abordagem dos livros didáticos, tornando os conteúdos menos extensos; na sequência dos conteúdos; tornar os conteúdos mais contextualizados com a realidade dos estudantes; aplicar uma forma mais simples das regras de probabilidades utilizadas nas Leis de Mendel.

Quando perguntados sobre o que aprenderam de Genética Mendeliana durante a formação inicial, a maioria afirmou que teve uma aprendizagem regular. Os dados gerais coletados podem ser percebidos no gráfico representado na Figura 19.

Figura 19 – Aprendizagem dos professores sobre Genética Mendeliana durante a formação inicial



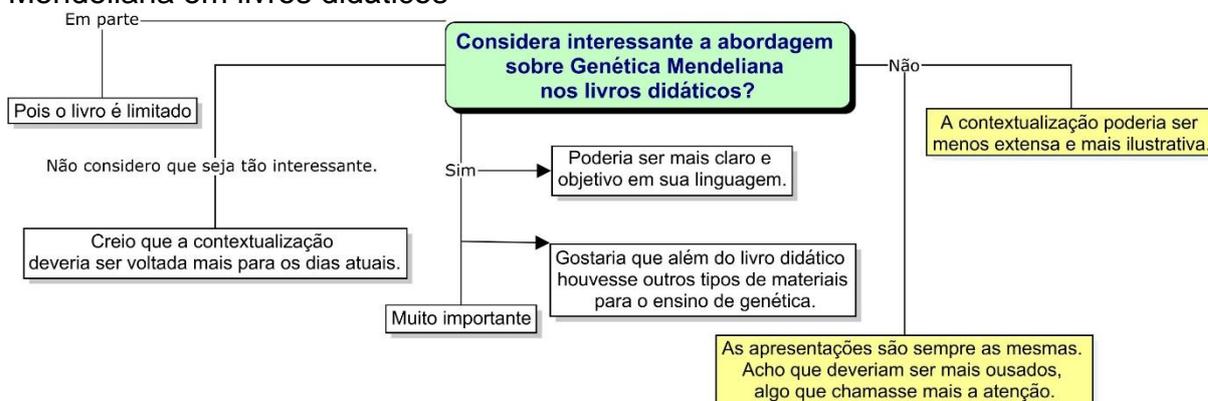
Fonte: Autoria Própria, 2019.

As informações da Figura 19 denotam que, para a maior parte desse público, a formação inicial não foi o suficiente no intuito de lhes proporcionar uma efetiva aprendizagem dos conteúdos de Genética Mendeliana. Na investigação os docentes mencionaram que não houve o devido aprofundamento, para que eles tivessem um maior domínio. No entanto, um deles afirmou que aprendeu com eficácia, atribuindo isso a atuação dos professores que lecionaram aulas sobre os Fundamentos Mendelianos.

Concernente à pergunta “ao ministrar a sua aula sobre Genética Mendeliana, normalmente, qual a reação dos(as) estudantes(as) acerca do assunto?”, os entrevistados citaram frases dos estudantes, tais como: “É um assunto chato e difícil de ser compreendido”; “Desperta a curiosidade”; “De difícil compreensão”. Essas inferências trazem uma análise acerca do que cada docente pode melhorar em sua prática pedagógica a fim de tornar o assunto mais fácil de ser compreendido, ainda mais interessante, a partir da contextualização e o uso de inovação e tecnologia.

De maneira geral, foram interrogados se consideram interessante a abordagem sobre os mecanismos da hereditariedade em livros didáticos. Os resultados desta pergunta podem ser visualizados na Figura 20.

Figura 20 – Comentários dos professores acerca da abordagem de Genética Mendeliana em livros didáticos

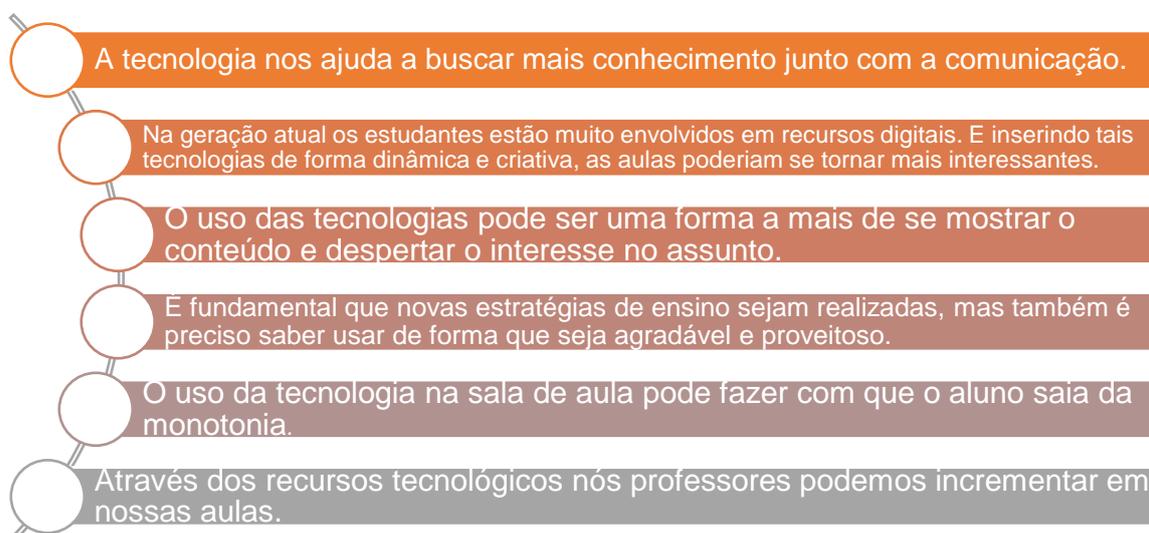


Fonte: Autoria Própria, 2019.

Além de 02 professores considerarem importante a abordagem sobre Genética Mendeliana nos livros didáticos, houve uma parcela de opiniões distintas. Considerando que o livro didático é um recurso fundamental no processo de ensino e aprendizagem, os comentários trazem a concepção de que é necessário algo a mais para que todos os aspectos ganhem um verdadeiro sentido no contexto escolar, quer seja no próprio material didático ou trazendo outras ferramentas que possam ser utilizadas como complemento.

Foi solicitado no questionário que os professores participantes fizessem um breve comentário referente à importância do uso de TDIC no ensino de Genética Mendeliana, Diante do exposto, é possível verificar os resultados na Figura 21.

Figura 21 – Comentários sobre a importância das TDIC em sala de aula



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Os comentários feitos pelos professores que foram apresentados na Figura 21, confirmam o quanto é fundamental o uso das inovações tecnológicas a fim de se desenvolver uma aprendizagem significativa, de modo que, os estudantes obtenham competências e habilidades as quais possibilitem uma melhor compreensão dos mecanismos da hereditariedade, preparando-se assim para os desafios contemporâneos.

### 5.5 Considerações Finais

No contexto social da atualidade, fazer uso da tecnologia em âmbito educacional pode ser considerado uma realidade inevitável que possibilita inúmeros benefícios ao processo de ensino e aprendizagem, proporcionando estratégias inovadoras as quais fazem do estudante um indivíduo protagonista, crítico e dinâmico quanto à construção do conhecimento sistematizado, requerendo que o professor transforme também sua prática pedagógica.

Entretanto, é necessário saber usar esses recursos, para que não sirvam apenas como uma nova forma de ensinar, mas sim como estratégias que auxiliem a transformar as informações que os aprendizes levam consigo em conhecimento de qualidade. É nessa circunstância que o professor passa a ser o mediador das aulas, e não mais um transmissor do saber. Logo, consoante a este trabalho, percebeu-se que a utilização da tecnologia pode ser uma alternativa metodológica para tornar o aprendizado mais dinamizado e contextualizado relativo ao ensino de Genética Mendeliana.

Durante a pesquisa, foi possível identificar alguns recursos digitais que podem ser empregados para abordar os conceitos da Genética Clássica por intermédio de um AVA produzido na plataforma virtual Edmodo ([www.edmodo.com](http://www.edmodo.com)). Nele foram dispostos textos paradidáticos no formato PDF, links de vídeos relacionados aos fundamentos mendelianos, Quiz construído com a própria plataforma, questionário construído pelo Google Forms, animação em Prezi, jogo de palavras cruzadas elaborado pelo programa off-line Eclipse Crossword, atividade de construção de um mural virtual de imagens relacionadas à Genética por meio da plataforma Padlet no endereço [www.padlet.com](http://www.padlet.com) e uma avaliação sobre o próprio ambiente digital.

O formato desse ambiente permitiu a interação dos participantes através de postagens de mensagens e mídias de diversos formatos. Nele há a possibilidade do professor organizar uma sala de aula virtual colocando à disposição dos estudantes uma diversidade de recursos digitais abertos voltados à área temática proposta. No caso do AVA desenvolvido durante a pesquisa, envolveu 23 estudantes do ensino médio de uma escola da rede pública de ensino, os quais experimentaram ferramentas que os auxiliaram a compreender os fundamentos genéticos postulados por Gregor Mendel.

No decorrer da coleta de dados foi possível perceber que alguns estudantes sentiram dificuldade por ter sido a primeira vez em se envolver no processo de aprendizagem através de um método totalmente digital. No entanto, os resultados foram satisfatórios, uma vez que os usuários tiveram variadas formas de abordagens sobre o tema supracitado, o que os possibilitou analisar sob diferentes ângulos as evidências da herança genética, tendo assim, a viabilidade de assimilar os assuntos da melhor maneira possível conforme sua percepção.

A partir da aplicação das atividades, foi observado que os estudantes tiveram como preferência a aplicação do Quiz, que é uma forma de exercício simulado de vestibulares. Ocupando a segunda posição, as palavras cruzadas foram citadas pelos participantes dentre as mais úteis, constatando assim que, chamavam mais a atenção do público envolvido as atividades que eram mais contextualizadas. Além disso, o formato lúdico dessa atividade permitiu maior integração com os conteúdos.

Em relação à participação dos professores nesta pesquisa, foi uma grande contribuição. Pois as informações colhidas possibilitaram ter um panorama geral das principais dificuldades que os tais enfrentam para fazer uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação em sala de aula com um direcionamento ao ensino de Genética Mendeliana. Por esse viés, percebeu-se claramente a necessidade de participação de formações continuadas, tanto na subárea biológica em destaque quanto em TDIC. Sugestivo como continuidade e aprofundamento deste estudo.

## Referências

ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. As principais dificuldades encontradas no ensino de Genética na Educação Básica Brasileira. **10º Encontro Internacional de Formação de Professores**. Aracajú: 2017, p. 2. Disponível em:

<https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/viewFile/4710/1566>. Acesso em: 14 de jan. 2019.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação** – uma introdução à teoria e aos métodos. Porto (PT): Porto Editora, 1994, p. 49. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/albinonunes/disciplinas/pesquisa-em-ensino/investigacao-qualitativa>. Acesso em: 28 de mar. 2019.

BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C. C.; REIS, A. R. H. As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das Leis de Mendel enfrentados por alunos do Ensino Médio. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. V. 12, n. 6. Manaus: 2017, p. 62 e 63. Disponível em: [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID403/v12\\_n6\\_a2017.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID403/v12_n6_a2017.pdf). Acesso em: 14 de jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**: ensino médio. Brasília: 2018, p. 9 e 497. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/BNCC\\_EnsinoMedio\\_emaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/BNCC_EnsinoMedio_emaixa_site_110518.pdf). Acesso em: 14 de fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. 2. ed. Brasília: 2018, p. 37. Disponível em: [http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/544283/lei\\_de\\_diretrizes\\_e\\_bases\\_2ed.pdf](http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/544283/lei_de_diretrizes_e_bases_2ed.pdf). Acesso em: 21 de fev. 2019.

CARDOSO, L. R.; OLIVEIRA, V. S. O Uso das Tecnologias da Comunicação Digital: desafios no ensino de genética mendeliana no ensino médio. **Revista Informática na Educação**: teoria & prática. V. 13, n. 1. Porto Alegre: 2010, p. 101. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/download/8638/12018>. Acesso em: 20 de mar. 2019.

CIEB NOTAS TÉCNICAS #6. **Criação de espaços de inovação nas escolas**: repensando o laboratório de informática. São Paulo: 2017, p. 1 – 20. Disponível em: <http://www.cieb.net.br/wp-content/uploads/2017/10/CIEB-Notas-6-criacao-de-espaços-de-inovacao-nas-escolas-repensando-o-laboratorio-de-informatica.pdf>. Acesso em 18 de dez. 2018.

CONSOLARO, A.; CONSOLARO, R. B.; MARTINS-ORTIZ, M. F.; FREITAS, P. Z. Conceitos de genética e hereditariedade aplicados à compreensão das reabsorções dentárias durante a movimentação ortodôntica. **Revista Dental Press Ortodon Ortop Facial**. v. 9. n. 2. Maringá: 2004, p. 86. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/dpress/v9n2/v09n2a09.pdf>. Acesso em: 20 de jan. 2019.

GAROFALO, D. Educação 4.0: o que devemos esperar. **Nova Escola**. São Paulo: 2018, 1. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/9717/educacao-40-o-que-devemos-esperar#>. Acesso em: 25 de mar. 2019.

GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; CARROLL, S. B.; DOEBLEY, J. **Introdução à Genética**. 10. ed. Tradução Idília Vanzellotti. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013, p. 4, 6 e 7.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003, p. 195. Disponível em: [https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy\\_of\\_historia-i/historia-ii/china-e-india](https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india). Acesso em: 20 de mar. 2019.

MELO, J. R.; CARMO, E. M. Investigações sobre Genética Molecular no Ensino Médio Brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciência e Educação**. Vol. 15, n. 3. Vitória da Conquista: 2009, p. 596. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n3/09.pdf>. Acesso em: 20 de jan. 2018.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982, p. 23.

OLIVEIRA, H. T. A. S.; FERREIRA, K. E.; RIBEIRO, P. A. C.; ROCHA, M. L.; COSTA, F. J.; MARTINZ, E. M. Metodologias alternativas para o ensino de Genética em um curso de licenciatura: um estudo em uma universidade pública de Minas Gerais. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. v. 15, nº 1. Três Corações (MG): 2017, p. 497 e 499. Disponível em: [http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/download/2790/pdf\\_646](http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/download/2790/pdf_646). Acesso em: 20 de mar. 2019.

PADILHA, E. C.; SELVERO, C. M. **A importância da motivação no ensino a distância (EAD)**. Santa Maria (RS): 2012, p. 1. Disponível em: <http://ead.fanese.edu.br/site/wp-content/uploads/2017/01/A-IMPORTANCIA-DA-MOTIVA%C3%87%C3%83O-NO-ENSINO-A-DISTANCIA.pdf>. Acesso em: 21 de mar. 2019.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências** – do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Tradução Naila Freitas. Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 24.

ROCHA, C. S.; SPERANDIO, V. M. M. R. O lúdico no ensino de Genética. **Cadernos PDE** – Os desafios da escola paranaense na perspectiva do professor PDE. Curitiba: 2016, p. 3. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2016/2016\\_artigo\\_bio\\_ufpr\\_silvanacruzdarocha.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_bio_ufpr_silvanacruzdarocha.pdf). Acesso em: 19 de fev. 2019.

SCHRODINGER, E. **What is life?** Dublin (IRL): Cambridge University Press, 1944, p. 15.

SILVA, M. **Formação de professores para docência online**. São Paulo: Edições Loyola, 2012, p. 55.

SILVA, E. P.; ROSA-SILVA, P. O. O uso das tecnologias digitais nas aulas de Biologia. **Cadernos PDE** – Os desafios da escola paranaense na perspectiva do professor PDE. Curitiba: 2014, p. 3. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pd](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pd)

e/2014/2014\_uel\_bio\_artigo\_eleuzi\_pinheiro\_da\_silva.pdf. Acesso em: 14 de jan. 2019.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. Tradução de Paulo A. Motta. **Fundamentos de Genética**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010, p. 2

SOUZA, A. S. F.; COSTA, M. A. A. **Ensino de Genética**: proposta didática para as leis de Mendel. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO\\_EV073\\_MD1\\_SA16\\_ID397\\_16102017210232.pdf](https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD1_SA16_ID397_16102017210232.pdf). Acesso em: 14 de jan. 2019.

TEMP, D. S. **Facilitando a aprendizagem de genética**: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria (RS): 2011, p. 26. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/6656/TEMP%2C%20DAIANA%20SONEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 de mar. 2019.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste momento em que se aproxima da finalização desta dissertação, faz-se necessário reafirmar que o problema que deu origem à investigação tem relação com a vivência que a sociedade contemporânea possui sobre o ágil acesso às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), seus respectivos avanços e suas contribuições para a educação, correspondendo assim, com o objetivo de investigar a maneira em que o ensino e a aprendizagem de Genética Mendeliana podem ser mediados pelas TDIC, tendo a Teoria de Aprendizagem Significativa como pressuposto para a construção do conhecimento sistematizado, a partir dos subsunçores em que se estabelecem os processos de assimilação de informação.

Foi analisando elementos orientados como os citados acima para que esta investigação apresentasse de que forma um ambiente virtual online poderia ser estratégico no processo de ensino e aprendizado acerca dos fundamentos mendelianos. E para criar esse ambiente, foi utilizada a plataforma digital gratuita Edmodo, construída pela empresa Google, onde o aprendiz tem contato com várias ferramentas digitais online, as quais proporcionam um ensino prático e uma aprendizagem dinâmica elaborada a partir de vídeos explicativos, com animações, textos, imagens, mapas conceituais (mentais) interativos, construção de painel virtual, links de consultas, perguntas norteadoras, fóruns de discussões sobre os conceitos abordados em Genética Mendeliana e atividades avaliativas (simulado).

No que se refere à fundamentação teórica, realizou-se um levantamento de dados sobre os principais aspectos históricos que marcaram as tecnologias digitais aplicadas na educação brasileira. Com base nisso, foi possível observar que, de início, as TDIC não foram trazidas ao Brasil para o âmbito educacional, pois conforme Ozelame (2012, p. 11), o país tinha outros interesses, como por exemplo, a inserção de dispositivos eletromecânicos no Ministério da Fazenda, em 1917, que foram os precursores das tecnologias digitais, as quais vieram aparecer na década de 1930, com a proposta da IBM de construir uma máquina calculadora digital capaz de fazer cálculos envolvendo as quatro operações fundamentais, e da construção de um protótipo de computador eletrônico digital.

No tocante à teoria de aprendizagem abordada no trabalho, foi apresentado o artigo “Relação entre a Teoria de Aprendizagem Significativa e o ensino de Genética

Mendeliana” que teve como objetivo analisar a prática dessa teoria na práxis pedagógica para a aprendizagem dos fundamentos genéticos propostos. Tendo como participantes estudantes do Ensino Médio de uma escola pública da Rede Estadual de Ensino. Na ocasião, foi exposto o modo como ocorre a assimilação e a formação desses conceitos junto aos participantes dessa investigação, bem como as relações hierárquicas se estabelecem dentre os conceitos genéticos.

Para isso, com uma abordagem dedutiva, considerando que o âmbito escolar se trata de um espaço apropriado para a aplicabilidade da teoria ausubeliana, o artigo supracitado envolveu o método de observação em sala de aula, de onde foram coletadas informações acerca dos resultados obtidos da pontuação de 2 turmas de 3º ano do Ensino Médio. Os dados relacionados envolveram os resultados da pontuação do 1º Bimestre de uma turma de 2017, contendo 56 estudantes, e de outra em 2018 com 33 participantes, no mesmo período bimestral que a anterior.

Com a inserção da teoria de aprendizagem nessa segunda turma, percebeu-se nitidamente maior integração com o assunto trabalhado. E em consequência, os resultados bimestrais foram superiores. Com isso, nota-se que, as estruturas cognitivas construídas com relação ao que Moreira e Masini (1982, p. 23) falaram concernente à constituição de um sistema de processamento de informações se estabeleceu de forma positiva. E quando isso ocorre, segundo os autores, os elementos peculiares do conhecimento são compreendidos e associados, organizando-se assim, uma hierarquia conceitual no aprendiz.

Além disso, houve a apresentação de um segundo artigo, que abordou o tema “Tecnologia e o ensino da Genética Mendeliana: contextos e aproximações a partir de uma sala de aula virtual”, o qual teve o objetivo de identificar Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação que pudessem ser utilizadas para ensinar os conceitos gerais sobre os fundamentos da hereditariedade a uma turma de 23 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, utilizando objetos digitais de aprendizagem colocados no AVA.

A pesquisa também contou com a colaboração de 8 professores da área de Biologia, que expressaram suas concepções acerca do uso de TDIC no ensino de Genética Mendeliana a partir de um questionário semiestruturado. O que possibilitou identificar diversos aspectos, entre eles, sugestões de inovação tecnológica nas aulas, quais as possíveis modificações que gostariam de fazer na abordagem da

herança genética, informações sobre aprendizagem dos fundamentos mendelianos durante a formação inicial, dentre outros.

Através desta análise, considerando a presente realidade em que a sociedade está sendo inserida cada vez mais em um mundo conectado em rede, é possível perceber que o ensino e a aprendizagem de Genética Mendeliana, intermediados por tecnologias digitais, pode ser uma maneira de melhorar a qualidade das aulas referente às metodologias utilizadas na abordagem dos conteúdos, tendo como base a Teoria de Aprendizagem Significativa.

Visto que, a interação entre estudantes e as tecnologias fluíram de modo dinâmico, o propósito da pesquisa foi alcançado, pois fazendo uso de várias ferramentas digitais, foi trabalhado um conteúdo considerado de difícil compreensão por muitos, em que os estudantes envolvidos demonstraram resultados positivos no decorrer das proposições metodológicas a eles colocadas. Percebeu-se, de modo geral, que a inovação, independente do recurso tecnológico usado, deve estar sempre presente com o ensino e a aprendizagem, não só na subárea biológica em pauta, mas em todas as áreas.

Ao longo da pesquisa, foi constatada a pouca interação mantida por alguns participantes no AVA por diversos fatores, dentre eles, a falta de internet em domicílio, restringindo o acesso às atividades apenas na escola. Contudo, as atividades não deixaram de ser realizadas, mesmo se apresentando essa limitação. Acerca da participação dos professores, não houve entraves. Entretanto, os mesmos tinham certa resistência em utilizar ferramentas digitais em sala de aula, pelo fato de não dominarem ou não conhecerem alguns recursos.

Um fato importante que deve ser destacado e que poderia dificultar os resultados desta investigação, foi o envolvimento de 2 turmas distintas de estudantes, em anos diferentes (2017 e 2018), pois ambas, mesmo sendo de mesma modalidade, etapa e níveis iguais, poderiam ter apresentado tendências momentâneas com relação a diversos aspectos, dos quais podem se destacar, as mudanças no perfil entre os estudantes, disponibilidade de recursos tecnológicos dentro e fora de sala de aula, além da quantidade de estudantes que participaram entre um grupo e outro. Contudo, não houve obstáculo para que os resultados esperados fossem alcançados.

Com isso, considerando a continuidade deste, sugere-se a possibilidade de ações interventivas no que diz respeito à formação continuada em inovação e

tecnologia para a docência na educação básica, para que a classe envolvida cada vez mais possa desenvolver o seu papel de forma coerente ao perfil de estudantes que está se estabelecendo no mundo contemporâneo. Outrossim, na qualidade de sugestão para trabalhos futuros se pode propor um estudo acerca da sala de aula invertida.

À guisa de conclusão, esta pesquisa pode trazer várias contribuições ao ensino, no estabelecimento de estratégias pedagógicas em sala de aula através das TDIC, ressignificação do espaço escolar a partir de uma aprendizagem mais dinamizada, criando possibilidades de fazer com que os estudantes se tornem mais protagonistas no processo de construção do saber, e o professor deixe de ser o transmissor de informação e passe a ser o facilitador para que a aprendizagem seja mediada por métodos inovadores.

## REFERÊNCIAS

ABREU, K. C. K. História e usos da internet. **Biblioteca online de Ciências da Computação**. ISSN 1646-3137. Porto (PT): Universidade Fernando Pessoa, 2009, p. 2. Disponível em: <http://www.bocc.ubi.pt/pag/abreu-karen-historia-e-usos-da-internet.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2018.

AGUIAR, N. J. S. **Discurso docente sobre a inserção das tecnologias digitais no cotidiano escolar: professores tecendo sentidos**. Caruaru, PE: Universidade Federal de Pernambuco, 2013, p. 105. Dissertação de mestrado. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/11236/1/Dissertação Natália Jimena Aguiar.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/11236/1/Dissertação%20Nat%20%20Natalia%20Jimena%20Aguiar.pdf). Acesso em: 29 de abr. 2018.

ALLEVATO, N. S. G.; SILVEIRA, I. F. **Produtos Educacionais**. Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências e Matemática. São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2016, p. 2. Disponível em: <https://www.cruzeirodosul.edu.br/wp-content/uploads/2016/09/Instru%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 9 de set. 2018.

BARROS, R. A história da LDB. **Revista Educação**. Ed. 235. Pinheiros (SP): Segmento, 2016, p. 1. Disponível em: <http://www.revistaeducacao.com.br/historia-da-ldb/>. Acesso em 20 de jun. 2017.

BELENS, A. J.; PORTO, C. M. Ciência e tecnologia, uma abordagem histórica na sociedade da informação, in: PORTO, C. M. (Org). **Difusão e cultura científica: alguns recortes**. Salvador: EDUFBA, 2009, p.31. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/68/pdf/porto-9788523209124-02.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2018.

BRASIL. **Portaria Normativa/MEC nº 17, de 28 de dezembro de 2009**. Diário Oficial da União. nº 248. Brasília: MEC, 2009, p. 20. Disponível em: [https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/PortariaNormativa\\_17 MP.pdf](https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/PortariaNormativa_17_MP.pdf) Acesso em: 8 de set. 2018.

BRASIL. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. **Congresso Nacional**. Brasília: Senado Federal, 2017, p. 23, 25 e 26. Disponível em: [http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei\\_de\\_diretrizes\\_e\\_base\\_s\\_1ed.pdf](http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_base_s_1ed.pdf). Acesso em: 20 de jun. 2017.

BRASIL. **Programa Nacional de Informática Educativa**. Brasília: PRONINFE, 1994, p. 9. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002415.pdf>. Acesso em 25 de jan. 2018.

BRASIL. Decreto nº 84.067 de 8 de outubro de 1979. **Câmara dos Deputados**. Brasília: 1979, p. 14.791. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-84067-8-outubro-1979-433428-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 20 de dez. 2017.

BRASIL. Lei nº 4.024 de 20 de dezembro de 1961. **Congresso Nacional**. Brasília: 1961, p. 11.429. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960->

1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-publicacaooriginal-1-pl.html. Acesso em 20 de jun. 2017.

CALCULADOR automático. **O Estado de São Paulo**. São Paulo, ano 35, n. 10.937, pág. 16. 8 nov. 1946. Disponível em: <http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/19461108-21927-nac-0016-999-16-not/busca/c%C3%A9rebro+eletr%C3%B4nico>. Acesso em: 25 de mar. 2018.

CHAVES, E. O. C.; VALENTE, J. A.; BARANAUSKAS, M. C. C.; SILVA, H. V. R. C.; RIPPER, A. V.; VILLALOBOS, A. M. P. **Projeto EDUCOM**: proposta original. Memorando nº 01. Disponível em: [www.nied.unicamp.br/ojs/index.php/memos/article/download/57/56](http://www.nied.unicamp.br/ojs/index.php/memos/article/download/57/56). Acesso em: 25 de mar. 2018. Campinas: NIED, 1983, p. 3 a 5.

CORRÊA, F. S. **Um estudo qualitativo sobre as representações utilizadas por professores e alunos para significar o uso da internet**. Ribeirão Preto (SP): USP, 2013, p. 17. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59137/tde-08102013-162610/pt-br.php>. Acesso em: 25 de mar. 2018.

EDMODO. **Plataforma digital de compartilhamento de informações em formato de sala virtual**. Califórnia: 2018. Disponível em: <https://new.edmodo.com/groups/genetica-facils-class-27383607>. Acesso em: jul. 2018.

EM ABERTO. **Tendências na Informática em Educação**. Brasília: INEP, 1993, p. 4 e 25. ISSN 0104-1037. Disponível em [http://portal.inep.gov.br/informacao-da-publicacao/-/asset\\_publisher/6JYIsGMAMkW1/document/id/490615](http://portal.inep.gov.br/informacao-da-publicacao/-/asset_publisher/6JYIsGMAMkW1/document/id/490615). Acesso em 20 de jun. 2017.

FONSECA FILHO, C. História da computação: **O Caminho do Pensamento e da Tecnologia**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, p. 100 e 158. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/online/historiadacomputacao.pdf>. Acesso em: 25 de jan. 2018.

HEINZ NIXDORF MUSEUMS. **Herman Hollerith**. Disponível em: <https://www.hnf.de/en/permanent-exhibition/exhibition-areas/hall-of-fame/herman-hollerith-1860-1929.html>. Acesso em: 29 de abr. 2018.

IBM 100. **The punched card tabulator**. Nova York: 2018. Disponível em: [http://www-03.ibm.com/ibm/history/ibm100/images/icp/I948157I46677K94/us\\_\\_en\\_us\\_\\_ibm100\\_\\_tabulator\\_\\_hollerith\\_machine\\_\\_620x350.jpg](http://www-03.ibm.com/ibm/history/ibm100/images/icp/I948157I46677K94/us__en_us__ibm100__tabulator__hollerith_machine__620x350.jpg). Acesso em 29 de abr. 2018.

LEITE, P. S. C. **Produtos Educacionais em Mestrados Profissionais na Área de Ensino**: uma proposta de avaliação coletiva de materiais educativos. 7º Congresso Ibero-Americano de em Investigação Qualitativa. Fortaleza (CE): 2018, p. 331. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2018/article/download/1656/1609/>. Acesso em 8 de set. 2018.

MAIA, D. L.; BARRETO, M. C. Tecnologias digitais na educação: uma análise das políticas públicas brasileiras. **Revista Educação, Formação e Tecnologias**. Ceará: 2012, p. 49. Disponível em <http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/213>. Acesso em: 25 de jan. 2018.

MELO NETO, J. A. **Tecnologia Educacional** – formação de professores no labirinto do ciberespaço. Rio de Janeiro: MEMVAVMEM, 2007, p. 22. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ea000434.pdf>. Acesso em 20 de dez./2017.

MENDONÇA, J. A ditadura das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no Brasil e suas influências na educação brasileira. **Temporalidades - Revista Discente do Programa de Pós-Graduação em História da UFMG**, v. 6. Belo Horizonte: 2014, p. 89 e 90. Disponível em: <https://seer.ufmg.br/index.php/temporalidades/article/view/3251/2430>. Acesso em: 29 de abr. 2018.

MORAES, M. C. Informática Educativa no Brasil: Uma história vivida, algumas lições aprendidas. **Revista Brasileira de Informática na Educação**. n. 1, 1997, p. 2 a 11. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/rbie/1/1/003.pdf>. Acesso em 20 abr. 2018.

MORAES, R. A. **A política de informática na educação brasileira: do nacionalismo ao neoliberalismo**. Tese de Doutorado. Campinas: 1999, p. 66. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/252477>. Acesso em: 15 de ago. 2017.

MORAES, R. A. **Educom, Eureka e Gênese**: projetos pioneiros de informática nas escolas públicas brasileiras. *Eccos – Revista Científica*, nº 34. São Paulo: 2014, p. 40. Disponível em: <https://www4.uninove.br/ojs/index.php/eccos/article/viewFile/4372/2830>. Acesso em: 08 de fev. 2017.

NASCIMENTO, J. K. F. **Informática aplicada à educação**. Brasília: UNB, 2009, p. 10. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=606-informatica-aplicada-a-educacao&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=606-informatica-aplicada-a-educacao&Itemid=30192). Acesso em: 20 de jun. 2017.

OLIVEIRA, F. T.; JAVARONI, S. L. **Tecnologias informáticas no contexto escolar: uma história de pouco sucesso?** Campo Mourão (PR): 2014, p. 14. ISSN 2175-2044. Disponível em: <http://sbemparana.com.br/arquivos/anais/epremxii/ARQUIVOS/COM UNICACOES/CCAAutor/CCA032.PDF>. Acesso em: 08 de fev. 2017.

OZELAME, D. M. **A importância do uso das tecnologias em sala de aula no ensino de ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira (PR): 2012, p. 11. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2495/1/MD\\_ENSC IE\\_III\\_2012\\_17.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2495/1/MD_ENSC IE_III_2012_17.pdf). Acesso em: 29 de abr. 2018.

PEREIRA, Lucas de Almeida. Os primórdios da informatização no Brasil: o "período paulista" visto pela ótica da imprensa. **Revista História**, v. 33, n. 2, p. 409 e 410, dez. 2014. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-90742014000200408&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-90742014000200408&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 22 de mai. 2018.

QUEIROZ, V. D. S.; URT, S. **Desafios históricos e políticos do uso da informática na educação em Mato Grosso do Sul**: algumas reflexões. Campo Grande: 2007, p. 1 a 3. Disponível em: [http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer\\_histedbr/jornada/jornada7/\\_GT2%20PDF/DESAFIOS%20HIST%20RICOS%20E%20POL%20CDTICOS%20DO%20USO%20DA.pdf](http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer_histedbr/jornada/jornada7/_GT2%20PDF/DESAFIOS%20HIST%20RICOS%20E%20POL%20CDTICOS%20DO%20USO%20DA.pdf). Acesso em: 20 de jun. 2017.

RAMOS, M. R. V. O uso de tecnologia em sala de aula. **Revista Eletrônica LENPES-PIBID de Ciências Sociais – UEL**. Londrina, vol. 1, p. 5, ed. 3, nov. 2012. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/lenpes-pibid/pages/arquivos/2%20Edicao/MARCIO%20RAMOS%20-%20ORIENT%20PROF%20ANGELA.pdf>. Acesso em: 14 de fev. 2018.

SILVA, L. W. Internet foi criada em 1969 com o nome de "Arpanet" nos EUA. **Jornal Folha de São Paulo**. São Paulo: 2001. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u34809.shtml>. Acesso em: 26 de mar. 2018.

VITAL, A.; GUERRA, A. **Produtos educacionais elaborados no Mestrado Profissional em Ensino**: uma reflexão sobre a distância entre a pesquisa e a prática docente. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis: 2017, p. 2 e 3. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0230-1.pdf>. Acesso em 8 de set. 2018.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Texto I – Genética: O que vem a ser?

#### Genética: o que vem a ser?

É a ciência que estuda a transmissão das características hereditárias ao longo das gerações. Todas as informações genéticas de um indivíduo estão contidas em seus genes, podendo também, ser obtidas a partir do produto destes. Essas informações são hereditárias e únicas, ou seja, não existem duas pessoas que apresentem informações genéticas idênticas, excetos gêmeos monozigóticos (gêmeos idênticos).

Devido a essas características, há muitos anos os médicos utilizam as informações genéticas para realização de diagnósticos clínicos. Baseados no histórico médico familiar, por exemplo, os médicos podem calcular a probabilidade do surgimento de alguma patologia hereditária em uma criança, ainda durante a gravidez.

Existem alguns tipos básicos de testes que podem ser feitos a partir das informações genéticas de um indivíduo:

- **Testes pré-nupciais:** podem ser utilizados para identificar se algum membro de um casal saudável, que planeja ter um filho, é portador de uma cópia defeituosa de um gene, e prever a probabilidade de seus filhos ou filhas herdarem o gene defeituoso.
- **Testes pré-natais:** Pode ser feito a partir do material genético coletado do embrião, é utilizado para diagnosticar possíveis doenças físicas ou mentais.
- **Testes Preventivos:** detectam a doença logo após o nascimento, podendo impedir o surgimento das complicações futuras. O famoso exame do pezinho, que é uma prática rotineira nos hospitais brasileiros, é um exemplo.
- **Rastreio de doenças de manifestação tardia:** detectam doenças possíveis de acontecer em adultos com determinada característica

genética. Podem ser preditivos ou diagnósticos.

- **Identificação de identidade:** esse tipo de teste é utilizado para a identificação de pessoas, tem grande aplicação forense, podendo ser utilizado, tanto para determinar a paternidade de um indivíduo, como para identificar um criminoso, uma vítima de acidente ou crime bárbaro.

A Genética teve seu início a partir da obra do monge agostiniano Gregor Johann Mendel (1822-1884) que nasceu em Heinzendorf, na parte da Silésia, que pertencia a Áustria. Filho de camponeses, observava e estudava as plantas. Sua vocação científica desenvolveu-se paralela à vocação religiosa. Aos 11 anos, entrou para a escola. Estudou filosofia em Ormutz. Seu trabalho em plantas de ervilha, publicado em 1866, descreveu o que veio a ser conhecido como Herança mendeliana. Desprezado em sua época, seu trabalho só foi compreendido no início do século XX e hoje ainda é referência para todos os geneticistas.

Através dos cruzamentos ocorridos entre as linhagens de ervilhas, Mendel pôde observar que havia “fatores” distintos que eram transmitidos dos genitores para a prole. Sendo que, os padrões de herança observados pelo monge agostiniano correspondem aos padrões de distribuição dos cromossomos nos gametas no processo da meiose. Mais tarde, com o aprofundamento das pesquisas, os “fatores” foram chamados de genes.

Em 1902, na Universidade de Columbia, nos EUA, Walter Sutton, como estudante de graduação, foi o primeiro a declarar, em 1902, que os cromossomos seguem os padrões das leis mendelianas. Em seu trabalho, o estudante conseguiu concluir que, na meiose, processo de divisão para originar células filhas com metade da informação genética da célula mãe, no qual são produzidos óvulos e espermatozoides, cada célula reprodutora recebe somente um cromossomo de cada tipo. Nas outras partes do corpo, as células possuem dois cromossomos de cada tipo, herdados de cada genitor.

## REFERÊNCIAS

CANHAS, I. **Genética.** Disponível em: <https://www.infoescola.com/ciencias/genetica/>. Acesso em: 18 de jul. 2018.

COSTA, C. **Informação Genética.** Disponível em: <http://www.ghente.org/temas/informacao/index.htm>. Acesso em: 18 de jul. 2018.

SANTOS, C. **Os seguidores de Mendel:** dos cromossomos ao DNA. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/genetica---os-seguidores-de-mendel-dos-cromossomos-ao-dna.htm>. Acesso em: 18 de jul. 2018.

## APÊNDICE B – Herança Genética – Texto de Apoio

# HERANÇA GENÉTICA

## Texto de apoio

### I. Aspectos gerais da Genética

- a. O que é? É a ciência que estuda a transmissão das características hereditárias ao longo das gerações. Para uma melhor compreensão, é necessário apreender algumas expressões que nortearão a aprendizagem em Genética.
- b. Termos essenciais da Genética
  - i. **Gene** – fragmento de DNA
  - ii. **DNA** – conhecido por ácido desoxirribonucleico, constitui-se de uma molécula responsável por armazenar o código genético de um organismo.
  - iii. **RNA** – denominado ácido ribonucleico, é uma molécula que auxilia na transmissão, tradução e expressão do código genético.
  - iv. **Código genético** – mensagem genética contida no DNA. Toda informação hereditária que constitui o DNA.
  - v. **Cromossomos** – são longas cadeias de DNA associadas a proteínas chamadas histonas
  - vi. **Cromossomos homólogos** - São partes constituintes do DNA que, quando unidos em dois pares iguais, unificam seus genes (materno e paterno) para atribuírem as características de uma nova vida. Ou seja, são cromossomos emparelhados.
  - vii. **Locus** – local ocupado por um gene em um cromossomo. No plural: loci.
  - viii. **Alelos** - são genes que ocupam o mesmo locus em cromossomos homólogos e estão envolvidos na determinação de um mesmo caráter, estão em pares, sendo um deles proveniente da mãe e outro do pai.
  - ix. **Genótipo** - conjunto de genes que um indivíduo possui.
  - x. **Fenótipo** - expressão do genótipo mais a interação do ambiente.
  - xi. **Proteína** - molécula composta a partir de uma combinação complexa de aminoácidos, podendo ter funções como, estrutural, hormonal, de defesa, auxiliar no transporte de substâncias, de enzima, etc.
  - xii. **Hereditariedade** -

- xiii. processos relativos a transmissão das características genéticas entre os indivíduos, inclui aspectos físicos e psíquicos que são transmitidos dos ascendentes (pais) aos seus descendentes (filhos).
- xiv. **Gene dominante** – é aquele que determina uma característica hereditária mesmo quando em dose simples no genótipos. Ele determina seu caráter mesmo na ausência de seu alelo dominante.
- xv. **Gene recessivo** - é um gene cuja característica não fica aparente quando há dois alelos distintos. É um gene cuja característica não fica aparente quando há dois alelos distintos.
- xvi. **Homozigoto** – é o indivíduo que possui um par de alelos iguais para uma determinada característica.
- xvii. **Heterozigoto** – é o indivíduo que possui um par de alelos diferentes para uma determinada característica.
- xviii. **Heredograma** – representação gráfica que ilustra como ocorreu a transmissão de uma determinada característica em uma família.
- xix. **Cruzamento** – é o mecanismo de combinação entre genes, ocorrendo entre indivíduos diferentes para gerar uma prole.
- xx. **Retrocruzamento** - é um processo muito parecido com o cruzamento teste, pois utiliza a mesma técnica, porém o indivíduo recessivo utilizado no teste é de algum ancestral do indivíduo com genótipo dominante desconhecido.
- xxi. **Gametas** – são as células sexuais (reprodutoras) dos seres vivos.
- xxii. **Meiose** – processo de divisão celular em que 1 única célula origina células filhas com a metade da informação genética contida dentro de si. Ocorre em células diploides para formar células haploides. Ex.: formação de gametas.
- xxiii. **Crossing over** - troca de material genético entre cromossomos (cruzamento cromossômico)

## II. Mecanismos da Herança Genética

### a. Fundamentos Mendelianos

#### Um pouco de história

A genética teve seu início a partir da obra do monge agostiniano Gregor Johann Mendel (1822-1884) que nasceu em Heinzendorf, na parte da Silésia, que pertencia a Áustria. Filho de camponeses, observava e estudava as plantas. Sua vocação científica desenvolveu-se paralela à vocação religiosa. Aos 11 anos, entrou para a escola. Estudou filosofia em Ormutz. Seu trabalho em plantas de ervilha, publicado em 1866, descreveu o que veio a ser conhecido como Herança mendeliana. Desprezado em sua época, seu trabalho só foi compreendido no início do século XX e hoje ainda é referência para todos os geneticistas.

A partir de cruzamentos entre linhagens de ervilhas, Mendel observou a existência de “fatores” distintos que eram transmitidos dos genitores para a prole. Os padrões de herança observados por Mendel correspondem aos padrões de distribuição dos cromossomos nos gametas no processo da meiose. Mais tarde, com o aprofundamento das pesquisas, os “fatores” foram chamados de genes.

A escolha pela ervilha da espécie *Pisum sativum* como material para seus experimentos não foi por acaso, pois era uma planta fácil de cultivar, de ciclo reprodutivo curto e que produz muitas sementes. Além disso, a ervilha de cheiro possibilitava uma fácil comparação, já que havia apenas uma variação entre as características da planta, como mostrou a Figura 1. Sendo que já existiam muitas variedades disponíveis, dotadas de características de fácil comparação. Por exemplo, a variedade que flores púrpuras podia ser comparada com a que produzia flores brancas; a que produzia sementes lisas poderia ser comparada com a que produzia sementes rugosas, e assim sucessivamente. Outra vantagem dessas plantas é que estame e pistilo, os componentes envolvidos na reprodução sexuada do vegetal, ficam encerrados no interior da mesma flor, protegidas pelas pétalas. Isso favorece a autopolinização e, por extensão, a autofecundação, formando descendentes com as mesmas características das plantas genitoras. Desse modo, essa espécie de ervilhas possui basicamente 7 fenótipos como mostra a Figura 1.

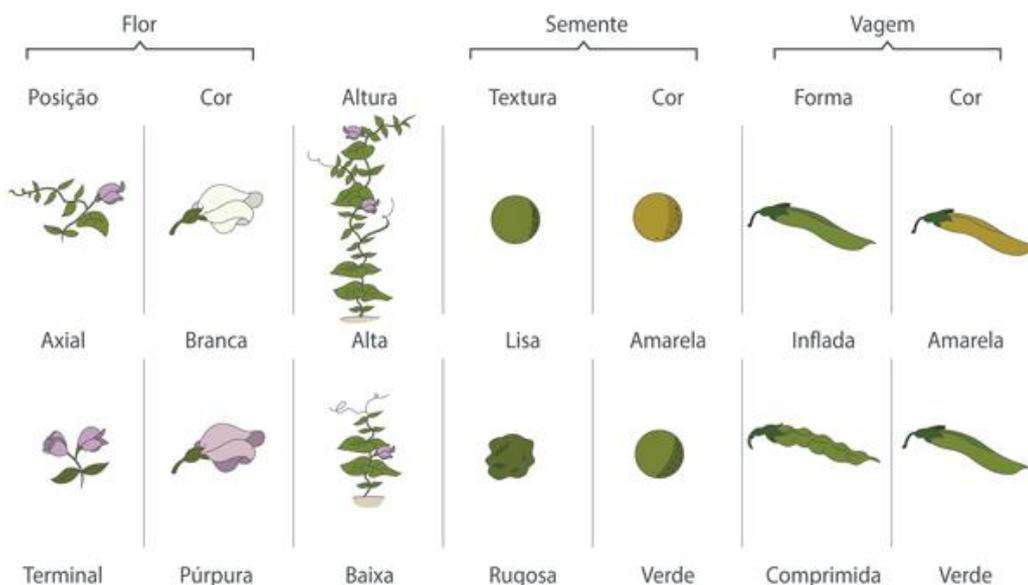


Figura 1. Os caracteres fenotípicos da ervilha de cheiro.

Fonte: <http://www.universiaenem.com.br/sistema/faces/pagina/publica/conteudo/texto-html.xhtml?redirect=17070288214439791650080981807>

Embora representasse um grande fato, os trabalhos escritos de Mendel passaram despercebidos até 1900, quando outros cientistas como o botânico holandês Hugo de Vries, conseguiu obter os mesmos resultados, embora Mendel tenha feito as mesmas descobertas 34 anos antes.

Walter Sutton, um estudante de graduação no laboratório da Universidade de Columbia, nos EUA, foi o primeiro a declarar, em 1902, que os cromossomos obedecem às leis de Mendel. Ele se especializou no estudo de cromossomos de gafanhotos, dando início às pesquisas citológicas que contribuiriam para a elaboração da teoria cromossômica da hereditariedade.

### Os experimentos de Gregor Mendel com as ervilhas

Em seus experimentos, Mendel escolheu plantas de sementes puras, por exemplo, plantas de sementes amarelas que originassem somente sementes amarelas, plantas de sementes verdes que originassem somente sementes verdes. Vale salientar que as características das ervilhas foram estudadas de forma separada.

Com as plantas puras, Gregor Mendel cruzou a parte masculina de uma planta de semente amarela, com a parte feminina de outra planta de semente verde, conforme ilustração na Figura 2. A primeira geração resultante desse cruzamento (geração parental ou P) ele cruzou entre si, obtendo a geração F1 (primeira geração híbrida), com todos os descendentes de sementes amarelas. Mendel chamou esses indivíduos de híbridos, porque descendiam de pais com características diferentes (semente amarela e verde). Ele observou que sempre, na geração F1, uma característica se sobressaía sobre a outra.

## EXPERIMENTO DE MENDEL

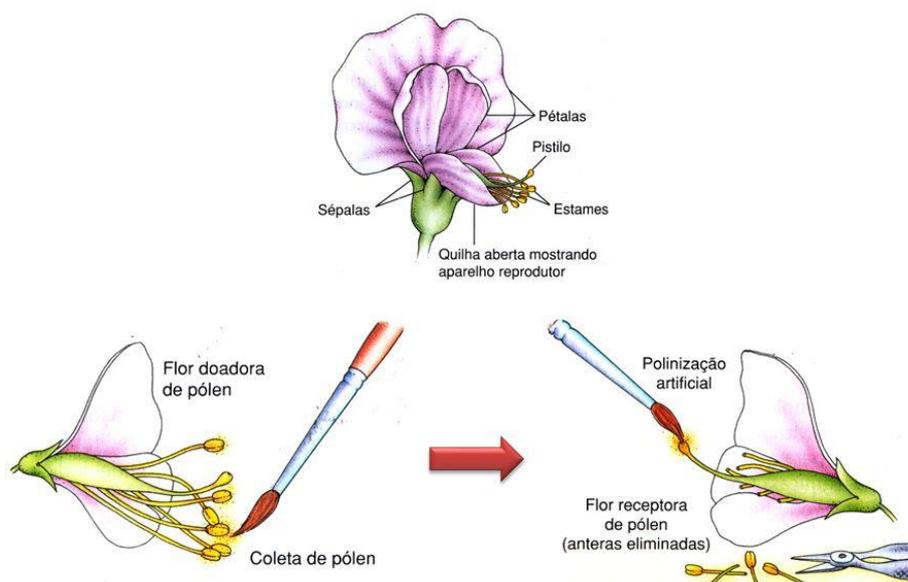


Figura 2. Demonstração da polinização artificial a partir do cruzamento de ervilhas de cheiro.  
Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/10854101/>>

Após realizar a autofecundação de um desses indivíduos híbridos de semente amarela (geração F2 ou segunda geração híbrida), ele viu que 75% eram de sementes amarelas e que os 25% restantes eram de sementes verdes, na proporção de 3 sementes amarelas para 1 semente verde (3:1).

Vendo isso ele descobriu que algumas características são dominantes sobre outras. Neste caso específico, a cor amarela é dominante, enquanto a cor verde é recessiva. Em experimentos com outras partes da planta, como forma da semente, cor da flor, tamanho da planta, ele chegou à conclusão de que as algumas características sempre se sobressaem a outras, sempre na proporção de 3:1.

A partir destes experimentos, Mendel chegou à conclusão de que **os filhos herdam características dos seus pais por meio dos genes**. Quando da fecundação do óvulo pelo espermatozoide, há a formação do zigoto que carrega informações genéticas do pai e da mãe. Os filhos herdarão dos pais apenas 1 gene de cada característica, podendo ocorrer a manifestação apenas da característica dominante.

A partir disso, o cientista formulou a Primeira Lei da Hereditariedade, muito conhecida atualmente como a 1ª Primeira Lei de Mendel. A qual descreve os seguintes princípios:

- As características hereditárias são determinadas por fatores herdados dos pais e das mães na mesma proporção;
- Tais fatores se separam na formação dos gametas;
- Indivíduos de linhagens puras possuem todos seus gametas iguais, ao passo que híbridos produzirão dois tipos distintos, também na mesma proporção.

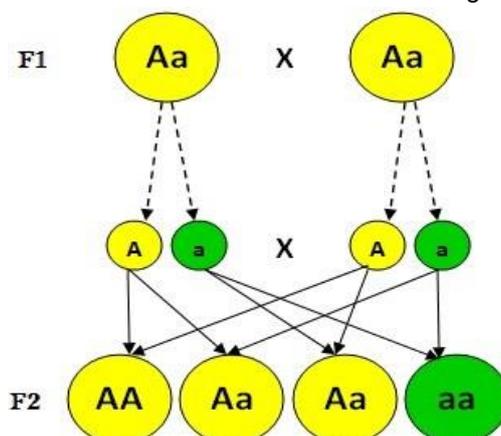
Com isso sabemos que esses fatores são os Genes e que eles estão nas nossas células. Em células do nosso corpo, temos o conjunto inteiro de Genes presentes em células diploides. E nas células sexuais que são os gametas classificados como células haploides, podemos encontrar a metade do conjunto.

Utilizando o clássico exemplo da ervilha, suponha que a cor amarela seja a dominante, isto é: para a semente ser amarela tem que ser AA ou Aa. O Gene que dá a cor é representado por A ou a. Se a planta tem cor verde nas sementes temos uma planta com característica recessiva aa.

Na geração P, linhagem pura as plantas amarelas AA cruzaram com as verdes aa. Lembra que cada gameta vai receber uma metade do par. Então os gametas da amarela serão todos A e os gametas da verde serão a. Cruzando teremos: Aa (todas amarelas)

No entanto, ao cruzarmos a geração F1 (Aa X Aa), cada gameta vai receber alguns somente o A e outros somente o a. E teremos a seguinte geração F2:

Figura 3. Cruzamento entre as ervilhas da geração F1.



## b. A produção de gametas e a hereditariedade

Considerando a biodiversidade podemos classificar os seres vivos em unicelulares (aqueles constituídos por apenas 1 única célula) e os pluricelulares (que possuem mais de 1 célula em sua organização corporal). Sendo que esses últimos mencionados podem apresentar células com funções específicas e, assim como os unicelulares possuem número de cromossomo definido: sendo suas células classificadas em diploides ou aploides. As diploides apresentam o dobro do número de cromossomos em relação as haploides. E essas, por sua vez, possuem a função de produzir os gametas, células responsáveis pela reprodução dos seres vivos.

Quando Mendel fez seus experimentos e descobriu a existência dos “fatores” (genes) responsáveis pela transmissão da hereditariedade, proporcionou conhecimento sobre como as células trabalham para reproduzir os caracteres genéticos. Para melhor entendermos, vamos analisar a forma com a qual as células originam umas às outras, que é através da divisão celular. A gametogênese trata da origem dos gametas e envolve os dois tipos de divisões celulares: a **mitose** e a **meiose**. A mitose aumenta a população de células-mãe, e a meiose reduz a quantidade do material genético de diploide para haploide (figura 4). Com a fusão do gameta masculino ao feminino, a diploidia da espécie é restabelecida. Essa fusão

representa, a fecundação que ocorre entre duas células

haploides, havendo assim **combinação entre a metade da informação genética que veio da mãe e a outra metade que veio do pai** a partir dos gametas masculino e feminino. Lembrando que, pode existir o cruzamento cromossômico durante o processo de divisão meiótico, também conhecido por crossing over, em que há a troca de material genético entre cromossomos homólogos.

A conclusão disso é a manifestação de genes que se combinaram após a separação dos cromossomos durante a meiose e interagiram a partir da fusão entre o material genético do pai e da mãe, oriundo de células haploides (gametas).

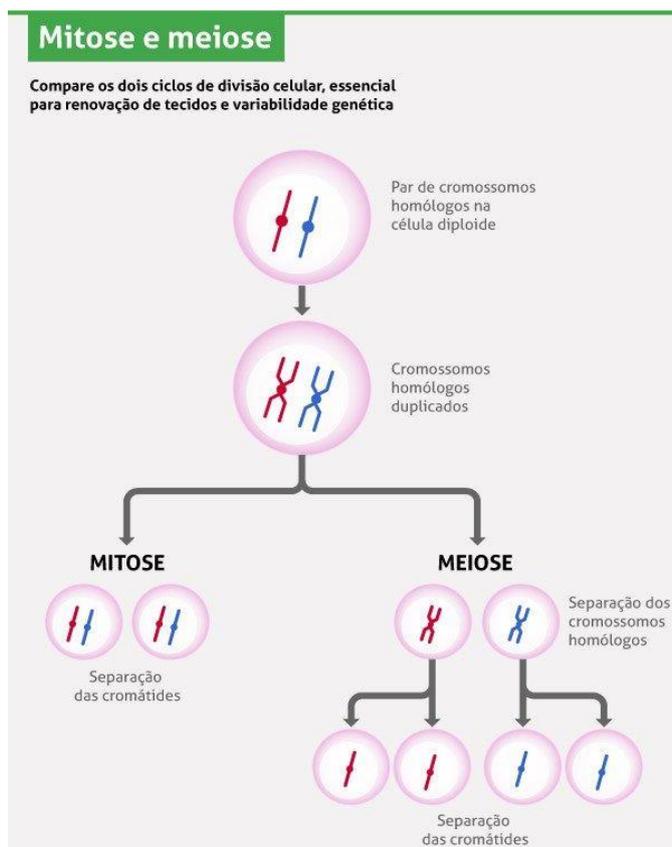


Figura 4. Organização dos cromossomos durante a meiose. Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/812266482763846813/>>.

Vejam agora o exemplo das ervilhas de cheiro, mas só que no lugar do A temos V, e, no lugar do a temos v. Além de estudar isoladamente diversas características fenotípicas da

ervilha, Mendel estudou também a transmissão combinada de duas ou mais características. Neste estudo Mendel postulou sua 2ª Lei: “Os fatores para duas ou mais características segregam-se no híbrido, distribuindo-se independentemente para os gametas, onde se combinam ao acaso”. Traduzindo: as características dos genes são distribuídas ao acaso e sem interferência uma com a outra.

Além da cor das sementes, Mendel estudou também sua textura. Imagine que a característica Rugosa seja recessiva (*rr*) e a Lisa seja dominante (*Rr* ou *RR*). Segue o cruzamento entre as sementes, agora colocando em evidência as duas características mencionadas para a cor e textura da semente, como mostra a Figura 5.

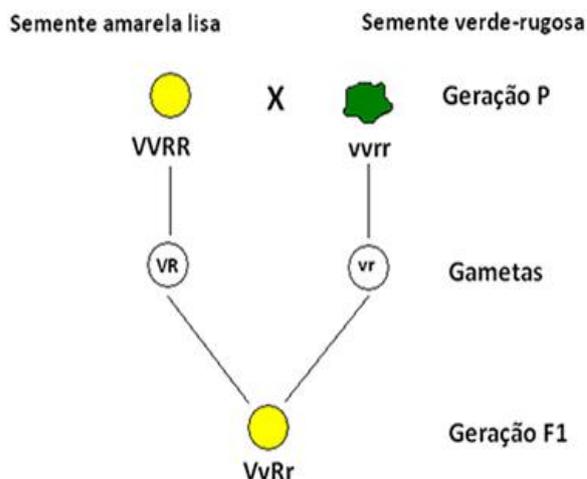
Com o resultado representado na Figura 5, Mendel deixou que a semente resultante se autofecundasse, ocorrendo assim o retrocruzamento entre duas sementes da geração F1 **VvRr** surgindo e surgindo a geração F2, com as proporções genotípicas e fenotípicas representadas na Figura 6. Obtendo os seguintes resultados:

- 9 sementes amarelas e lisas (V\_R\_)
- 3 sementes amarelas e rugosas (V\_rr)
- 3 sementes verdes e lisas (vvR\_)
- 1 semente verde e rugosa (vvrr)

Vale lembrar que, a Segunda Lei de Mendel se aplica apenas para aqueles genes que estão localizados em cromossomos é homólogos ou ainda para aqueles que estão distantes uns dos outros.

Assim sendo, “amarela-lisa” e “verde-rugosa” eram fenótipos já conhecidos, mas “amarela-rugosa” e “verde-lisa”, não estavam presentes na geração paterna e nem na geração F1. A partir daí, Mendel concluiu que a característica de cor da semente (amarela ou verde), não está ligada à característica de textura da semente (lisa ou rugosa), ou seja, a herança da cor era independente da herança da superfície da semente.

Figura 5. Cruzamento entre semente amarela-lisa e verde-rugosa.



Disponível em: <http://genetbiologia.blogspot.com/2012/08/segunda-lei-de-mendel.html>.

Figura 6. Retrocruzamento da geração

	RV	Rv	rV	rv
RV	RRVV	RRVv	RrVV	RrVv
Rv	RRVv	RRvv	RrVv	Rrvv
rV	RrVV	RrVv	rrVV	rrVv
rv	RrVv	Rrvv	rrVv	rrvv

F1. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/segunda-lei-mendel.htm>

Considerando esses cruzamentos, podemos dizer que na segunda lei de Mendel os genes para um ou mais caracteres são transmitidos aos gametas de forma independente, recombinando-se ao acaso e formando todas as combinações possíveis.

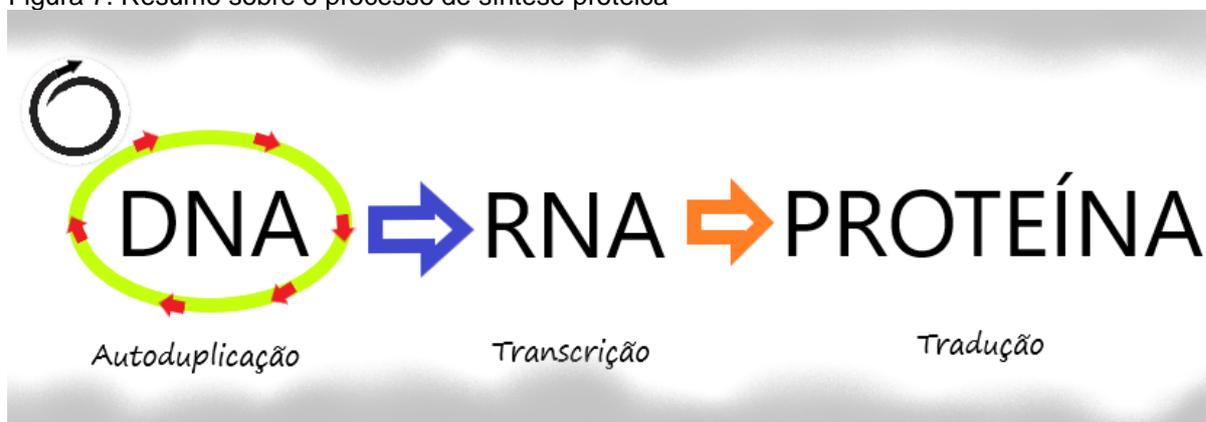
### c. A ação gênica

Só para lembrar, os genes são fragmentos de DNA considerados como unidades hereditárias transmitidas de uma geração a outra. Constituindo-se de molécula de DNA ele se localiza nos cromossomos. São responsáveis pelos caracteres de um indivíduo, isto é, pelo fenótipo.

Sabendo que a estrutura celular de cada indivíduo é formada, basicamente, por açúcares, ácidos nucleicos, lipídeos e proteínas, essas últimas podem desempenhar diversos papéis, como por exemplo, ter a função de proteção do organismo, hormonal, enzimática, entre outras. De forma que, o DNA, a nível de gene, tem a capacidade de manifestar o fenótipo de um ser vivo a partir da produção de moléculas de proteínas dentro de cada uma das células.

Desse modo, o DNA trabalha da seguinte maneira (Figura 7): Faz uma cópia de si mesmo (duplicação), transcreve uma mensagem de si em formato de RNA (denominado de RNA mensageiro), o qual leva a mensagem do DNA para organelas localizadas no citoplasma das células chamadas ribossomos, as quais são responsáveis pela síntese de proteínas. Nos ribossomos ocorre a tradução da mensagem em proteínas, a partir da combinação do RNA mensageiro e um outro RNA denominado transportador. Juntos formam aminoácidos, moléculas básicas que formam proteínas. Ganhando assim, funcionalidade em um ser vivo.

Figura 7. Resumo sobre o processo de síntese proteica



Fonte: Autoria Própria, 2018.

Sendo assim, os caracteres dos seres vivos se manifestam a partir do funcionamento e combinação de proteínas, as quais provêm da tradução de uma mensagem trazida por uma molécula de RNA que vieram dos pares de genes em uma determinada geração parental.

## Apêndice C – Interface do Mural Virtual

padlet Genética Fácil + 5 - 1m

**Genética Mendeliana**

A tarefa a seguir tem a finalidade de construir um Mural Virtual. Cada participante clicará 2 vezes na tela de fundo onde abrirá a opção de inserir alguns recursos, como vídeos, links, entre outros. Clique na imagem da LUPA para pesquisar uma IMAGEM que esteja relacionada com a Genética. Ao escolher a imagem, clique 1 vez para inserir no mural. Atribua um título a ela e uma breve descrição comentando sobre a relação entre a imagem e a Genética. Ao concluir, faça um comentário na imagem de outra pessoa e AVALIE com a quantidade de estrelas que a postagem do seu colega se relaciona. E pronto...missão cumprida! Tenha uma excelente aprendizagem!

**Genética Fácil**

**GENÉTICA**

É a ciência que estuda a transmissão das características dos seres vivos.

O que é genética?

- É o estudo dos genes e da sua transmissão para as gerações futuras.
- É dividida em:
  - Genética Clássica → Mendel (1858 - 1865)
  - Genética Moderna → Watson e Crick (1953)

★★★★☆ (3) AVALIAR

1 comment

Adicionar comentário

**Gene dominante**

A imagem mostra o lócus onde os alelos (genes emparelhados) se encontram.

**Gene dominante**

Ambedos se expressam.

Somente o gene dominante se expressa.

★★★★☆ (2) AVALIAR

Adicionar comentário

**DNA**

O DNA é responsável por armazenar o nosso código genético. Ou seja, a herança genética passada de pais para filhos. O fragmento de DNA é chamado gene.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Genética**

O que é a Genética?

é um ramo da biologia que estuda os genes e todos os processos da hereditariedade.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Conceitos de Genética**

Vídeo que mostra alguns dos principais conceitos de genética.

★★★★☆ (2) AVALIAR

Adicionar comentário

**Aula 6.2 - Genética clássica**

Ele mostra também os cruzamentos entre as ervilhas.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Projeto Genoma**

Corn o projeto genoma foi possível identificar os genes dos humanos. Isso facilitou descobrir a cura e as causas de muitas doenças.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Melhoramento Genético**

O melhoramento genético pode ser uma alternativa para o desenvolvimento de espécies mais resistentes. Por exemplo, para evitar pragas alguns agricultores usam agrotóxicos, mas se houver um melhoramento genético daquela planta, não vai precisar usar, pois ela já vai estar mais resistente.

MELHORAMENTO GENÉTICO

• Consiste em selecionar e agrupar as variedades das espécies tendo em vista sua utilização pelas seres humanos.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Clonagem molecular**

A tecnologia embasada na biologia é o que denominamos biotecnologia. Essa área utiliza conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre as propriedades dos seres vivos, com a finalidade de solucionar problemas e criar produtos de utilidade. Os avanços nessa área permitiram o surgimento do "DNA recombinante" (moléculas de DNA oriundas de duas ou mais fontes biológicas). A tecnologia genética ou, engenharia genética levou pesquisadores a isolar "enzimas de restrição" (capazes de cortar moléculas de DNA) e realizar experimentos de recombinação e clonagem de diferentes combinações gênicas. O processo de clonagem molecular permite a cópia exata de um indivíduo completo ou mesmo de um pequeno fragmento de DNA.

Os princípios da clonagem mo... A clonagem molecular é uma t... kashi

★★★★☆ (2) AVALIAR

Adicionar comentário

**A clonagem é muito importante para estudar doenças que podem acontecer em nós e nos outros seres vivos.**

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**As 10 doenças herdadas geneticamente**

E muito bom conhecer que algumas doenças não ocorrem ao acaso, mas por influência genética. Por isso, devemos estudar a genética para prevenir algumas dessas doenças.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Manipulação Genética**

Será que é legal fazer manipulação com seres humanos? Até que ponto da ciência podemos manipular os genes?

Manipulação Genética e a Étic... por Eva Cuneledes youtube

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Local do DNA**

O DNA pode ser encontrado no interior do núcleo celular. Ele se organiza em cromossomos.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Hereditariedade**

É herança genética que os seres vivos recebem de seus pais.

**Hereditariedade**

• É a passagem dos genes dos pais para os filhos.

• Existem alguns tipos de herança:
 

- Herança autossômica dominante: o gene dominante se expressa.
- Herança autossômica recessiva: o gene dominante se expressa.
- Herança ligada ao X dominante: o gene dominante se expressa.
- Herança ligada ao X recessiva: o gene dominante se expressa.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Diferença entre genótipo e fenótipo**

O vídeo mostra o que é o genótipo e o fenótipo, com vários exemplos.

★★★★☆ (2) AVALIAR

Adicionar comentário

**Hereditograma**

Esse é o hereditograma, ele ajuda a estudar a árvore genealógica de uma família.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Tipos de genes**

Os genes podem ser homocigoto (características iguais) ou heterocigotos (características diferentes).

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Homocigoto e heterocigoto - B...**

Os seres humanos são organiz... brasil escola

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**TodaMatéria**

Genes Dominantes e Recessiv... Os genes são partículas dimin... toda matéria

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Importância da genética**

É muito importante entender a genética, pois através do conhecimento podemos evitar inúmeras doenças genéticas.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**DOENÇAS GENÉTICAS**

A genética ajuda a descobrir a cura de muitas doenças.

★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

**Hereditariedade**

Estudar genética é de grande importância para que possamos entender como herdamos as características dos nossos pais.

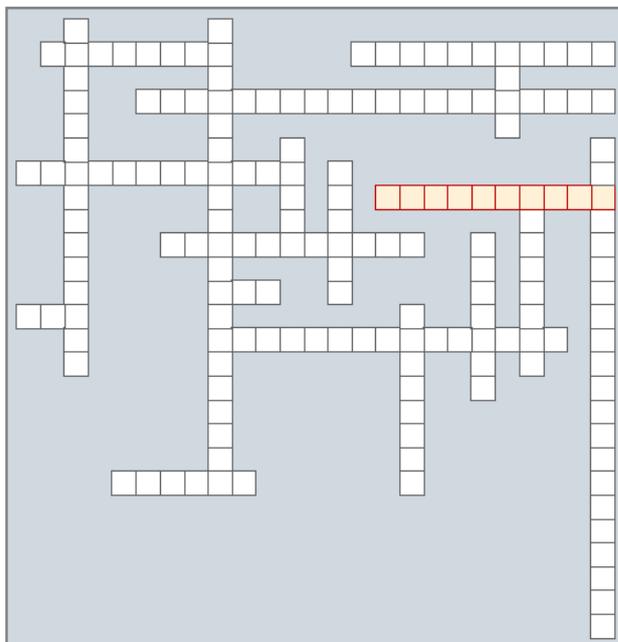
★★★★☆ (1) AVALIAR

Adicionar comentário

## Apêndice D – Palavras cruzadas

**TERMOS ESSENCIAIS DA GENÉTICA**

Genética Fácil



EclipseCrossword © 2000-2013

\*\*\*\*\*  
Across, 10 letters.

Indivíduo que possui um par de alelos iguais para uma determinada característica.

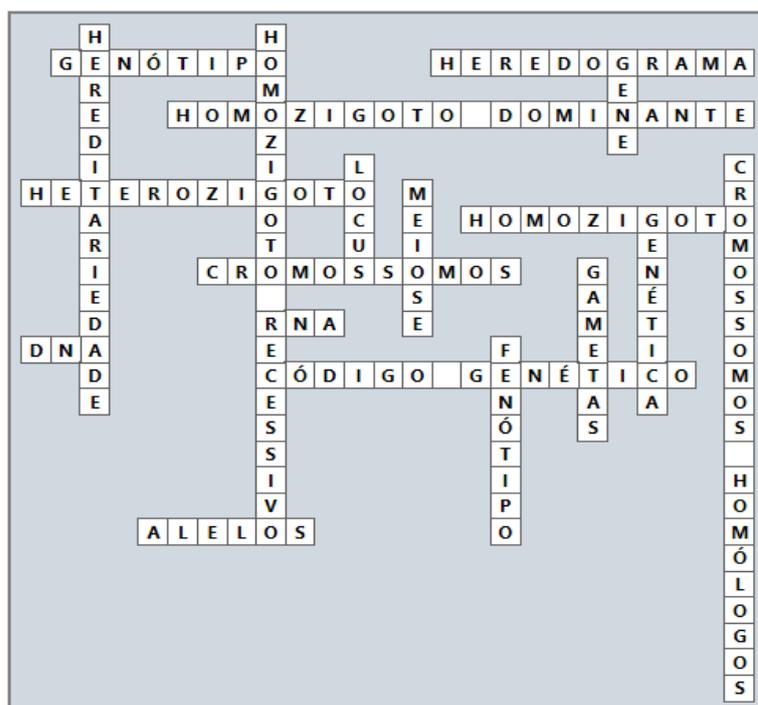
OK

Cancel

Check puzzle

**TERMOS ESSENCIAIS DA GENÉTICA**

Genética Fácil



Fonte: Autoria Própria, 2019.

## Apêndice E – Interface do Ambiente Virtual de Aprendizagem

**Genética Fácil's Class**  
Genética Fácil | Language Arts - 9th Grade

Código de Classe  
**BLOQUEADO**  
Convidar pessoas

Mensagens Pastas Membros Configurações

Mensagem Tarefa Teste Enquete

Genética Fácil's Class x

4 Curtidas 1 Comentário Compartilhar

Genética Fácil  
Pessoal, abram a Pasta da nossa turma. Lá eu disponibilizei alguns materiais de apoio para estudos de Genética.

Escreva um comentário...

4 Curtidas 1 Comentário Compartilhar

Genética Fácil  
<https://forms.gle/Ruz2vX4vGZSncukZ8>

Escreva um comentário...

## Apêndice F – Fragmento do Quiz

The image shows a digital quiz interface. At the top, there is a navigation bar with a search icon and the word 'Buscar', and several icons for 'Início', 'Tarefas', 'Progresso', and 'Biblioteca'. Below the navigation bar, the first question is titled 'Pergunta 1' and is worth 1 point. The question text describes Gregor Mendel's work and asks for the correct conclusion based on his findings. Five multiple-choice options (A-E) are provided. The second question, 'Pergunta 2', is also worth 1 point and asks about the organization of genes based on Mendel's inheritance patterns. It also has five multiple-choice options (A-E).

**Pergunta 1** < >  
Total de perguntas: 1 ponto

A Genética teve seu início a partir da obra do monge agostiniano Gregor Johann Mendel (1822-1884) que nasceu em Heinzendorf, na parte da Silésia, que pertencia a Áustria. Filho de camponeses, observava e estudava as plantas. Sua vocação científica desenvolveu-se paralela à vocação religiosa. Desprezado em sua época, seu trabalho só foi compreendido no início do século XX e hoje ainda é referência para todos os geneticistas.

Com essas informações, qual das alternativas abaixo corresponde às conclusões de Mendel acerca de seus estudos sobre a Genética?

**A** Os filhos herdam características dos seus pais por meio dos fatores (que hoje chamamos de genes).

**B** A Genética é uma ciência que estuda o DNA e seu funcionamento.

**C** Os cromossomos são constituídos de DNA.

**D** A manifestação de uma característica depende exclusivamente da expressão do DNA.

**E** A herança genética ocorre por meio da meiose, a qual determina a divisão celular e a formação de gametas.

**Pergunta 2** < >  
Total de perguntas: 1 ponto

Sabendo que os padrões de herança observados por Mendel correspondem aos padrões de distribuição dos cromossomos nos gametas no processo da meiose, é correto afirmar que os genes se organizam em pares, formando assim o que chamamos de

**A** Genótipo

**B** Fenótipo

**C** Alelos

**D** Genes dominantes

**E** Homozigotos

Fonte: Edmodo, 2019.

## Apêndice G – Questionário I – Docentes

Genética Mendeliana   Todas as alterações foram salvas no Google Drive

   ENVIAR 

PERGUNTAS RESPOSTAS 8

### QUESTIONÁRIO I - DOCENTES

Este questionário faz parte de uma pesquisa sobre o ensino e a aprendizagem de Genética Mendeliana no Ensino Médio mediados pelas tecnologias digitais de informação e comunicação. Sua participação é muito importante, pois contribuirá com o desenvolvimento de novas estratégias de abordagem sobre os mecanismos hereditários para a práxis pedagógica.

Desde já agradecemos a sua participação!

...

- Qual das subáreas da Genética você tem mais aptidão/domínio para lecionar?
  - Genética Molecular
  - Genética Mendeliana
  - Genética de Populações
  - Outros...
- Em rápidas palavras, você gosta de ensinar os conteúdos de Genética Mendeliana? Faça uma breve justificativa.
- Quais recursos tecnológicos (digitais ou não) você tem a disposição para ministrar aulas sobre Genética Mendeliana?
- No intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem, se você pudesse, o que gostaria de inserir de inovação tecnológica em suas aulas sobre a Genética Mendeliana?
- Se houvesse uma possibilidade, o que mudaria na abordagem sobre os temas dentro da Genética Mendeliana?
- Como você considera sua formação inicial em relação a sua aprendizagem dos temas que constituem a Genética Mendeliana?
- Você participaria de um curso online sobre "estratégias de ensino sobre os conteúdos de Genética Mendeliana"?
- Ao ministrar a sua aula sobre Genética Mendeliana, normalmente, qual a reação dos(as) alunos(as) acerca do assunto?
- A grosso modo, você considera que a abordagem sobre os mecanismos da hereditariedade em livros didáticos é interessante? Faça um breve comentário.
- Você considera que o uso de tecnologias digitais de informação e comunicação são importantes no processo de ensino e aprendizagem de Genética Mendeliana? Faça um breve comentário sobre isso.

Fonte: Autoria Própria, 2019.

## Apêndice H – Questionário II – Estudantes



PERGUNTAS   RESPOSTAS   23

## Avaliação do Ambiente de Aprendizagem Virtual

Envie seu feedback sobre o curso que você acabou de concluir, incluindo comentários sobre a estrutura, o conteúdo e o instrutor.

### Nível de esforço

	Fraco	Moderado	Satisfatório	Muito bom	Excelente
Seu nível de dedicação ao curso	<input type="radio"/>				

### Nível de aprendizado

	Fraco	Moderado	Satisfatório	Muito bom	Excelente
Nível de habilidade/conhecimento no início do curso	<input type="radio"/>				
Nível de habilidade/conhecimento no fim do curso	<input type="radio"/>				

### Habilidade e receptividade do instrutor

Sua resposta

Quais aspectos deste curso foram mais úteis ou valiosos?

Sua resposta

---

Como você melhoraria este curso?

Sua resposta

---

O que te levou a participar do Ambiente Virtual de Aprendizagem?

- Grau de exigência
- Horário oferecido
- Materiais disponíveis
- Facilidade no acesso
- Estímulo do Professor/Mediador
- Outro: \_\_\_\_\_

Qual a maior dificuldade que você encontrou?

Sua resposta

---

Já participou de algum Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)?    Sim    Não

Você indicaria o curso para outras pessoas?

## Apêndice I – Cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa .....(título da pesquisa)....., dos pesquisadores .....*citar o(s) nome(s) do(s)(as) pesquisador(es)(as) envolvido(s)(as)*..... A seguir, as informações do projeto de pesquisa com relação a sua participação neste projeto:

1. O estudo se destina a .....
2. A importância deste estudo é a de .....
3. Os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: .....
4. A coleta de dados começará em \_\_\_\_\_ e terminará em \_\_\_\_\_
5. O estudo será feito da seguinte maneira: .....
6. A sua participação será nas seguintes etapas: .....
7. Os incômodos e possíveis riscos à sua saúde física e/ou mental são: .....
8. Os benefícios esperados com a sua participação no projeto de pesquisa, mesmo que não diretamente são: .....
9. Você poderá contar com a seguinte assistência: ....., sendo responsável(is) por ela : .....
10. Você será informado(a) do resultado final do projeto e sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
11. A qualquer momento, você poderá recusar a continuar participando do estudo e, também, que poderá retirar seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.
12. As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto para a equipe de pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto após a sua autorização.
13. **FAZER A OPÇÃO SE HAVERÁ OU NÃO DESPESAS E RESSARCIMENTO:** Você deverá ser ressarcido(a) por todas as despesas que venha a ter com a sua participação nesse estudo, sendo garantida a existência de recursos **OU** O estudo não acarretará nenhuma despesa para você.
14. Você será indenizado(a) por qualquer dano que venha a sofrer com a sua participação na pesquisa (nexo causal).

15. Você receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado por todos.

Eu ....., tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

**Endereço d(os,as) responsável(eis) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):**

Instituição:

Endereço:

Complemento:

Cidade/CEP:

Telefone:

Ponto de referência:

**Contato de urgência: Sr(a).**

Endereço:

Complemento:

Cidade/CEP:

Telefone:

Ponto de referência:

Maceió, de de .

Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) voluntári(o,a) ou responsável legal e rubricar as demais folhas	Nome e Assinatura do Pesquisador pelo estudo (Rubricar as demais páginas)