

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

JEFFLES LAYON DOS SANTOS SOUZA

**CONCEITOS DA GENÉTICA COM ANIMAÇÕES: UMA ESTRATÉGIA PARA
O ENSINO MÉDIO**

Maceió - AL
2017

JEFFLES LAYON DOS SANTOS SOUZA

**CONCEITOS DA GENÉTICA COM ANIMAÇÕES: UMA ESTRATÉGIA PARA
O ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Ensino de Biologia.

Orientadora: Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzoski

Maceió - AL
2017

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecária Responsável: Janaina Xisto de Barros Lima

S725c Souza, Jeffles Layon dos Santos.
Conceitos da genética com animações: uma estratégia para o ensino médio /
Jeffles Layon dos Santos Souza. – 2018.
148 f. : il.

Orientadora: Hilda Helena Sovierzski.
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, 2017.

Inclui bibliografia.
Apêndice: f. 143-148.

1. Genética – Estudo e ensino. 2. Ensino e aprendizagem. 3. Animação por
computador. I. Título.

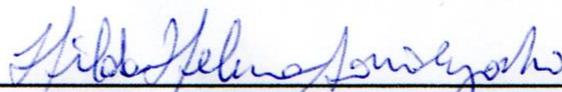
CDU: 371.315:575

JEFFLES LAYON DOS SANTOS SOUZA

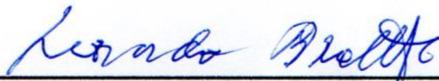
**CONCEITOS DA GENÉTICA COM ANIMAÇÕES: UMA ESTRATÉGIA PARA
O ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Subárea de Concentração “Ensino de Biologia”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovado em 29 de agosto de 2017.

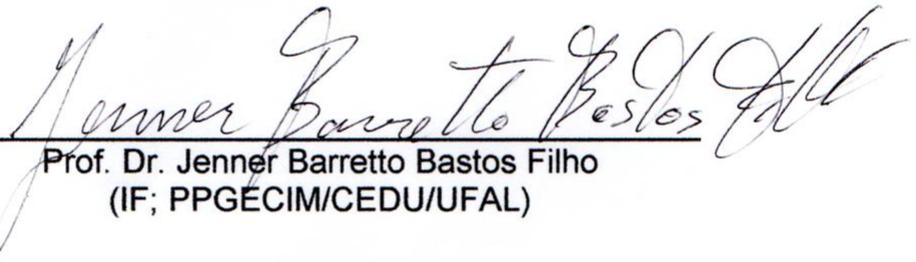
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Hilda Helena Sovierzski
Orientadora e presidente
(ICBS; PPGECIM/CEDU/UFAL)



Prof. Dr. Leonardo Broetto
(Campus Arapiraca/UFAL)



Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho
(IF; PPGECIM/CEDU/UFAL)

"O que busca a verdade não é o que estuda os escritos dos antigos e confia, é o que suspeita da própria fé e questiona..."

Alhazen.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alagoas, por seu apoio institucional e por ter me dado muitas oportunidades de crescer profissionalmente.

À minha orientadora, Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzoski por ter me estimulado a fazer mais e aprender mais, por confiar em mim e me conduzir para um foco mais alto e não me deixar desistir, além de toda a sua contribuição na elaboração desta qualificação.

Aos alunos voluntários dos terceiros anos de duas turmas de 2015, da Escola Estadual Moreira e Silva, por participarem diretamente desta pesquisa.

À Escola Estadual Moreira e Silva por oferecer o aporte físico fundamental para realização das atividades.

A todos os que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM/UFAL).

Aos meus pais, Josenildo Jacinto de Souza Melo e Lourdes Firmêsa dos Santos Souza por todo o suporte financeiro e emocional ao longo de minha vida.

Ao meu irmão, José Jeanderson dos Santos Souza por ter feito parte da minha vida e me ensinado a ser uma pessoa melhor.

Aos meus avós, Benedito Aprígio e Carmita Firmêsa dos Santos e demais familiares por fazerem parte de minha vida.

À minha noiva Priscila de Lima Alves por decidir estar comigo em todos os momentos.

Aos meus futuros sogros José Alves da Silva e Ieda Batista de Lima por me ajudarem de várias formas ao longo de minha formação.

RESUMO

Alguns fenômenos dificultam os processos de Ensino e Aprendizagem da Genética no Brasil: as pesquisas voltadas para essa área ainda são escassas; professores e alunos apontam seus conteúdos como os mais difíceis; seus conceitos e termos habitam um campo extremamente abstrato; as escolas oferecem poucos recursos para mitigar tais problemas, esses e outros fatos corroboram para necessidade de trabalhos como esse. Caro leitor, essa pesquisa foi redigida em formato de artigos, compreendendo um total de três manuscritos, que serão submetidos para revistas das áreas de ensino e educação. Como objetivo principal, buscou-se estimular o aprendizado por parte dos alunos do Ensino Médio, de termos e conceitos essencialmente básicos de Genética, que servem de base para aquisição de novos conhecimentos. Além disso, buscou levantar dados a respeito das concepções dos alunos sobre Genética, avaliar a contribuição das aulas tradicionais para o aprendizado, desenvolver animações autorais e avaliar sua contribuição para o aprendizado, por fim, avaliar principalmente por meio de representações pictóricas a influência das animações sobre o aprendizado. O presente trabalho foi desenvolvido com uma metodologia educacional própria, inspirada principalmente na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, na utilização de animações autorais em 2D para o ensino de Genética e no uso de representações pictóricas como instrumento avaliativo. Participaram da pesquisa, alunos de duas turmas do 3º ano do Ensino Médio matutino de uma escola estadual de Maceió, Alagoas. Durante este estudo foram realizadas a aplicação de um questionário próprio para averiguar o conhecimento dos alunos a respeito dos principais termos e conceitos do conteúdo de Genética, em seguida foram levantados dados que serviram de base para o desenvolvimento autoral de animações em 2D, essas animações foram exibidas em ambas as turmas, por fim, o questionário foi reaplicado. Inicialmente, a proposta desta pesquisa foi apresentada para a coordenação da escola e em seguida para os alunos, que receberam explicações sobre os objetivos e importância deste trabalho. Os resultados mostraram que muitos alunos tinham um conhecimento equivocado ou não tinham conhecimento de termos importantes para compreender a Genética ao fim do primeiro semestre, período em que se tem contato com tais conteúdos, tornado claramente observável que muito do que é estudado logo é esquecido; entretanto, após a intervenção proposta, foi constatada a ampliação do conhecimento e da percepção dos alunos sobre o tema abordado. Neste sentido, considerou-se que as animações são instrumentos favorecedores de aprendizagem, portanto, podem ser mais exploradas por professores, não como substitutas, mas, como complemento para aulas tradicionais.

Palavras-chave: animações 2D, ensino e aprendizagem, Genética.

ABSTRACT

Some phenomena hinder the processes of teaching and learning genetics in Brazil: The research focused on this area is still scarce; Teachers and students point out their content as the most difficult; Their concepts and terms inhabit an extremely abstract field; Schools offer few resources to mitigate such problems, these and other facts corroborate for the need for jobs like this. Dear reader, this research was written in the form of articles, comprising a total of three manuscripts, which will be submitted to journals of the areas of teaching and education. As a main objective, it was sought to stimulate the learning of the students of high school, of fundamental terms and concepts of genetics, which serve as the basis for acquiring new knowledge. In addition, he sought to raise data about the conceptions of students about genetics, evaluate the contribution of traditional lessons to learning, develop authorial animations and evaluate their contribution to learning, finally evaluating Mainly through pictorial depictions the influence of animations on learning. The present work was developed with an educational methodology of its own, inspired mainly in the theory of significant learning of Ausubel, in the use of 2d copyright animations for the teaching of genetics and the use of pictorial representations as an evaluation instrument. Participated in the research, students of two classes of the 3rd year of the morning High School of a state School of Maceió, Alagoas. During this study the application of a questionnaire was carried out to ascertain the knowledge of the students regarding the main terms and concepts of the genetic content, then data were raised that served as the basis for the development Author of 2d animations, these animations were displayed in both classes, and finally, the questionnaire was reapplied. Initially, the proposal of this research was presented for the coordination of the school and then for the students, who received explanations about the objectives and importance of this work. The results showed that many students had a misguided knowledge or were unaware of important terms to understand genetics at the end of the first semester, when they had contact with such content, made clearly observable That much of what is studied is soon forgotten; However, after the proposed intervention, it was found that the students ' knowledge and perception of the subject matter was broadened. In this sense, it was considered that the animations are encouraging tools of learning, so they can be more exploited by teachers, not as substitutes, but as a complement to traditional classes.

Key words: 2D animations, teaching and learning, Genetics.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1 – REFLEXÕES SOBRE CONHECIMENTO PRÉVIO BASEADAS NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA ANÁLISE DOS SUBSUNÇORES PRESENTES NA ESTRUTURA COGNITIVA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE OS CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA GENÉTICA

Figura 1 – Resultado geral expresso em porcentagem frente à análise do conhecimento prévio dos alunos da turma “a”.....	32
Figura 2 – Resultado geral expresso em porcentagem frente à análise do conhecimento prévio dos alunos da turma “b”.....	33
Figura 3 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da primeira questão.....	34
Figura 4 – Representações da molécula de DNA.....	35
Figura 5 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da segunda questão.....	36
Figura 6 – Representação correta do modelo do cromossomo.....	37
Figura 7 – Representação confusa do modelo do cromossomo.....	37
Figura 8 – Resultado expresso em porcentagem o total acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da terceira questão.....	38
Figura 9 – Representações do conceito de gene.....	39
Figura 10 – Representação equivocada do gene.....	40
Figura 11 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da quarta questão.....	41
Figura 12 – Representações dos gametas.....	41
Figura 13 – Representação equivocada dos gametas.....	42
Figura 14 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da quinta	

questão.....	43
Figura 15 – Representação sem uma relação entre termos.....	44
Figura 16 – Representação envolvendo relação entre os termos.....	45
Figura 17 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da sexta questão.....	46
Figura 18 – Recortes da sexta questão.....	47
Figura 19 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da sétima questão.....	48
Figura 20 – Recortes da sétima questão.....	49
Figura 21 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da oitava questão.....	50
Figura 22 – Recortes da oitava questão.....	51
Figura 23 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da nona questão.....	53
Figura 24 – Recortes da nona questão.....	53
Figura 25 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da décima questão.....	55
Figura 26 – Recorte da resolução da décima questão.....	56
Figura 27 – Tabela de correlação entre os resultados das turmas “a” e “b” para as duas principais categorias observadas no pré-teste.....	57

GENÉTICA ANIMADA: CONCEITOS ELEMENTARES

Figura 1 – <i>Frames</i> da animação retratando os conceitos de genes homocigoto e heterocigoto.....	62
--	----

Figura 2 – <i>Frames</i> da animação retratando os conceitos de genótipo e fenótipo..	65
Figura 3 – <i>Frames</i> da animação retratando o conceito de hereditariedade.....	66

ARTIGO 2 – O USO DE ANIMAÇÕES COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGUNS CONCEITOS ELEMENTARES DA GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO

Figura 1 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco nas turmas “a” e “b” antes da intervenção.....	79
Figura 2 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco nas turmas “a” e “b” após a intervenção.....	80
Figura 3 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da sexta questão.....	82
Figura 4 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da sexta questão.....	83
Figura 5 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da sétima questão.....	84
Figura 6 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da sétima questão.....	85
Figura 7 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da oitava questão.....	86
Figura 8 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da oitava questão.....	87
Figura 9 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da nona questão.....	88
Figura 10 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da nona questão.....	89
Figura 11 – Tabela de correlação entre os resultados obtidos no Pré/Pós-teste...	90

ARTIGO 3 – A CONTRIBUIÇÃO DE ANIMAÇÕES EM 2D NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE CONCEITOS ELEMENTARES DA GENÉTICA, FRENTE A ANÁLISE DE REPRESENTAÇÕES PICTÓRICAS E TEXTUAIS

Figura 1 – Resultado geral expresso em porcentagem frente à análise do pré-teste dos alunos da turma “a” e “b”.....	105
Figura 2 – Resultado geral expresso em porcentagem frente à análise do pós-teste dos alunos da turma “a” e “b”.....	106
Figura 3 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco na turma “a” mediante a resolução da primeira questão....	107
Figura 4 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco na turma “b” mediante a resolução da primeira questão....	107
Figura 5 – Representação do DNA por aluno da turma “a”.....	108
Figura 6 – Representação do DNA por aluno da turma “b”.....	109
Figura 7 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco na turma “a” mediante a resolução da segunda questão...	110
Figura 8 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco na turma “b” mediante a resolução da segunda questão...	110
Figura 9 – Representação do Cromossomo por aluno da turma “a”.....	111
Figura 10 – Representação do Cromossomo por aluno da turma “b”.....	112
Figura 11 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da terceira questão.....	113
Figura 12 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da terceira questão.....	113
Figura 13 – Representação do Genes por aluno da turma “a”.....	114
Figura 14 – Representação do Genes por aluno da turma “b”.....	115
Figura 15 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da quarta questão.....	116
Figura 16 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da quarta questão.....	116
Figura 17 – Representação dos Gametas por aluno da turma “a”.....	117
Figura 18 – Representação dos Gametas por aluno da turma “a”.....	118
Figura 19 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros,	

questões em branco na turma “a” mediante a resolução da quinta questão.....	119
Figura 20 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da quinta questão.....	120
Figura 21 – Representação de relação entre os termos por aluno da turma “a”.	121
Figura 22 – Representação de relação entre os termos por aluno da turma “b”.	122
Figura 23 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da décima questão.....	123
Figura 24 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da décima questão.....	124
Figura 25 – Representação do Cruzamento por aluno da turma “a”	125
Figura 26 – Representação do Cruzamento por aluno da turma “b”	126
Figura 27 – Opinião do aluno A1 da turma “a” sobre as animações.....	127
Figura 28 – Opinião do aluno A2 da turma “a” sobre as animações.....	128
Figura 29 – Opinião do aluno A3 da turma “a” sobre as animações.....	128
Figura 30 – Opinião do aluno A4 da turma “a” sobre as animações.....	128
Figura 31 – Opinião do aluno A5 da turma “a” sobre as animações.....	129
Figura 32 – Opinião do aluno B1 da turma “b” sobre as animações.....	129
Figura 33 – Opinião do aluno B2 da turma “b” sobre as animações.....	129
Figura 34 – Opinião do aluno B3 da turma “b” sobre as animações.....	130
Figura 35 – Opinião do aluno B4 da turma “b” sobre as animações.....	130
Figura 36 – Opinião do aluno B5 da turma “b” sobre as animações.....	131

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DNA – Ácido Desoxirribonucleico.

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais.

NTIC – Novas Tecnologias da Informação e Comunicação

TCLE – Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento.

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação.

UFAL – Universidade Federal de Alagoas.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3 ARTIGO 1 – REFLEXÕES SOBRE CONHECIMENTO PRÉVIO BASEADAS NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA ANÁLISE DOS SUBSUNÇORES PRESENTES NA ESTRUTURA COGNITIVA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE OS CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA GENÉTICA.....	24
3.1 Introdução.....	25
3.1.1 Aprendizagem significativa.....	26
3.2 Metodologia.....	28
3.3 Resultados e Discussão.....	31
3.4 Considerações Finais.....	57
3.5 Referências.....	58
4 GENÉTICA ANIMADA: CONCEITOS ELEMENTARES.....	61
5 ARTIGO 2 – O USO DE ANIMAÇÕES COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGUNS CONCEITOS ELEMENTARES DA GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO.....	68
5.1 Introdução.....	69
5.1.1 O uso das tecnologias na educação.....	70
5.2 Metodologia.....	75
5.3 Resultados e Discussão.....	78
5.4 Considerações Finais.....	91
5.5 Referências.....	93
6 ARTIGO 3 – A CONTRIBUIÇÃO DE ANIMAÇÕES EM 2D NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE TERMOS E CONCEITOS ELEMENTARES DA GENÉTICA, FRENTE À ANÁLISE DE REPRESENTAÇÕES PICTÓRICAS E TEXTUAIS.....	97
6.1 Introdução.....	98
6.1.1 Representações pictóricas.....	99
6.2 Metodologia.....	101

6.3 Resultados e Discussão.....	104
6.3.1 Opinião dos alunos.....	127
6.4 Considerações Finais.....	131
6.5 Referências.....	133
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	136
REFERÊNCIAS.....	139
APÊNDICES.....	143

1 INTRODUÇÃO

O autor dessa pesquisa tem estudado durante toda sua vida em instituições públicas e ou com auxílio de programas do governo, em 2005 concluiu seu Ensino Médio em uma escola pública do interior de Alagoas. Diante da realidade local e na busca por novas perspectivas, decidiu ingressar no Ensino Superior. Depois de meses de estudo extra, conseguiu aprovação no Exame Nacional do Ensino Médio e ganhou uma bolsa de estudos em uma instituição particular, cursou até o sétimo período do curso de Sistemas de Informação, mas, movido por algo inexplicável, decidiu cursar Ciências Biológicas Licenciatura.

Ao conseguir aprovação no Processo Seletivo Seriado da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), trancou o curso de Sistemas de Informação e começou a cursar Ciências Biológicas Licenciatura, após quatro anos de estudos se torna professor, na busca por uma formação continuada, consegue aprovação no Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFAL e começa a cursar.

No Mestrado encontrou a oportunidade perfeita para unir algumas das coisas que aprendeu a amar durante sua vida: os estudos, as tecnologias, a Biologia, o Ensino e a paixão em ajudar as pessoas. Essas e outras questões serviram de inspiração para a realização desse trabalho.

Observou durante toda a vida acadêmica e profissional dificuldades para entender alguns fenômenos biológicos, principalmente aqueles que exigem um nível de imaginação maior que o normal para serem compreendidos. Termos e conceitos Genéticos são exemplos perfeitos, uma vez que tais assuntos fogem completamente da realidade habitual do dia a dia e exigem muita imaginação daqueles que ensinam e que devem aprender o conteúdo. Esses fenômenos biológicos sempre foram mostrados por meus professores através de desenhos estáticos, esquemas, ou de forma textual com auxílio do quadro negro e dos livros.

Os esforços feitos para compreender tais conteúdos parecem ter ficado sem os efeitos desejados, uma vez que hoje verifico que muitos fenômenos que julgava compreender fidedignamente estavam distantes da realidade cotidiana, acreditando que tal processo se dava graças à maneira como eram ensinados os conteúdos.

Ao utilizar as mesmas metodologias com meus alunos, percebi as mesmas dificuldades de aprendizagem que um dia tive. As observações mencionadas

anteriormente levaram-me a fazer alguns questionamentos: se havia pouca ou nenhuma compreensão dos assuntos da maneira como eram ensinados, que sentido faria ensinar aos meus alunos através dos mesmos artifícios? Será que aquilo que os alunos estão imaginando é o que eles realmente devem imaginar? Será que o conteúdo está sendo abstraído de maneira correta?

Com isso, confirmar ou refutar tais questionamentos se tornou necessário na minha vida. Movido pela crença de que utilizar a tecnologia pode tornar conteúdos abstratos em concretos, bem como investigar a problemática gerada pelos questionamentos, talvez possam colaborar para os processos de construção do conhecimento. Nesse sentido, pressupõe-se que o uso de animações para explicar fenômenos biológicos abstratos pode tornar tais conteúdos mais sólidos, garantindo que os alunos compreendam os fenômenos como eles realmente são.

O presente trabalho de pesquisa possuiu como objetivo central estimular o aprendizado, por parte dos alunos do Ensino Médio, de termos e conceitos essencialmente básicos de Genética, base para aquisição de novos conhecimentos.

Para facilitar o processo de leitura dessa dissertação, foi escolhido o formato em artigos, embora sejam apresentados separadamente, os três estão intimamente relacionados, uma vez que foram criados a partir de três etapas básicas.

A primeira consistiu na aplicação de um questionário pré-teste. Os dados completos obtidos foram expostos no primeiro artigo, e parte dos dados foram usados no segundo e terceiro artigos para expressar o conhecimento prévio dos alunos, pois, o número de alunos participantes diminuiu ao longo da pesquisa.

A segunda etapa foi a da intervenção. Neste sentido os alunos tiveram contato com a animação produzida no produto educacional, criada especificamente para eles, com base nos resultados obtidos por meio do pré-teste. A animação preparada em duas dimensões (2D) foi exposta em sala de aula com auxílio de um projetor, um computador e uma caixa de som.

Por fim, a terceira etapa consistiu na reaplicação do questionário. Neste sentido agora tem-se o pós-teste, cujos resultados foram expostos parcialmente no segundo artigo, que tratou apenas das questões objetivas presentes no questionário e parcialmente no terceiro artigo, que tratou apenas das questões discursivas presentes no questionário.

Para a aplicação desta pesquisa, foi solicitada a previa autorização da coordenação da unidade de ensino, onde foram explicadas as atividades que seriam

desenvolvidas e sua importância. O mesmo procedimento foi apresentado aos alunos participantes. As atividades foram desenvolvidas com estudantes de duas turmas do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Maceió Alagoas.

O primeiro artigo foi intitulado **“REFLEXÕES SOBRE CONHECIMENTO PRÉVIO BASEADAS NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA ANÁLISE DOS SUBSUNÇORES PRESENTES NA ESTRUTURA COGNITIVA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE OS CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA GENÉTICA”**. Apresenta os resultados da investigação sobre o conhecimento prévio de conceitos elementares da Genética, de alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Maceió, em Alagoas. Para tanto, certificou-se que os voluntários participaram de aulas teóricas tradicionais ao longo de um semestre. Após isso, foi aplicado um questionário próprio inspirado no modelo de avaliação do conhecimento prévio, proposto por Ausubel. Com esse estudo comprovou-se que muitos alunos, apesar do contato com aulas tradicionais, possuem conhecimento insuficiente e muitas vezes incorreto sobre conceitos elementares para compreender fenômenos envolvendo Genética. Possivelmente terão dificuldades de interpretar o mundo diante de situações que exijam esses conhecimentos. Evidenciou-se ainda, a necessidade de busca por estratégias de ensino e aprendizagem, complementares para aulas tradicionais.

O segundo artigo intitulado **“O USO DE ANIMAÇÕES COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGUNS CONCEITOS ELEMENTARES DA GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO”**. Foram apresentados os resultados da investigação sobre cinco conceitos elementares para compreensão de Genética. A pesquisa foi realizada com as mesmas duas turmas envolvidas no artigo anterior. Entretanto, o número de alunos foi reduzido em ambas, uma vez que alguns alunos estiveram ausentes em algumas etapas da pesquisa. Um questionário, o mesmo aplicado no artigo 1, serviu para a etapa de coleta de dados para análise da questão: as animações 2D apresentam ganho de aprendizagem para alunos do Ensino Médio, quanto aos termos e conceitos de Genética? Constatou-se que essa metodologia foi capaz de favorecer a prática pedagógica.

As animações 2D foram produzidas de forma completamente autoral, própria, como Produto Educacional, chamado “Genética Animada: Conceitos elementares” e aplicado para as duas turmas. Verificou-se através de dados obtidos que as

animações em 2D favoreceram a aprendizagem dos alunos e o processo de ensino do professor. Portanto, passou a ser uma importante estratégia de ensino complementar para aulas tradicionais.

O terceiro artigo foi intitulado de **“A CONTRIBUIÇÃO DE ANIMAÇÕES EM 2D NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE TERMOS E CONCEITOS ELEMENTARES DA GENÉTICA, FRENTE À ANÁLISE DE REPRESENTAÇÕES PICTÓRICAS E TEXTUAIS”**. Demonstrou uma análise das representações pictóricas sobre termos e conceitos da Genética de alunos do 3º ano do Ensino Médio. Além disso, foi demonstrada a opinião dos alunos sobre a contribuição das animações em sua aprendizagem. Os dados foram obtidos após a intervenção com a animação 2D de produção própria, denominada de “Genética Animada: Conceitos elementares” e a aplicação do questionário pós-teste. Foram analisadas nesse artigo apenas as questões discursivas, que por sua vez exigiram respostas através de desenhos. Uma questão anexa indagou sobre a visão dos alunos frente à contribuição das animações na aula.

As representações pictóricas revelaram que um número significativo de alunos desconhece termos e conceitos básicos da Genética, que animações favorecem a criação de modelos mentais a respeito de tais termos e conceitos e que os alunos enxergam as animações 2D como instrumento lúdico e favorecedor da aprendizagem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O ensino de Genética no Brasil apresenta um número de pesquisas muito reduzido conforme averiguado por Melo e Carmo (2009), além disso, problemas envolvendo os processos de ensino e aprendizagem da Genética encontra-se longe de serem resolvidos e compreendidos, portanto, torna-se importante ampliar o número de pesquisas nesta área.

Um dos grandes problemas observados é a complexidade inerente da maioria dos processos biológicos, que são difíceis de visualizar, exigindo dos alunos um nível de abstração impar no que concerne à construção de modelos mentais para sua compreensão conforme defendem Dias e Chagas (2015).

Grande parte dos alunos, apesar da inovação científica e tecnológica fazerem parte do currículo escolar no Brasil, apresentam dificuldades em contextualizar os conteúdos de Genética vistos na escola com a sua realidade (MOURA et al., 2013).

Sendo considerados difíceis e desinteressantes, conteúdos como a Genética muitas vezes são compreendidos de forma equivocada, de acordo com Oca (2005), essas concepções errôneas estão atreladas as dificuldades de visualização típica de alguns conteúdos, concepções que derivam da linguagem cotidiana, uso de analogias impróprias e através de algumas formas e sequencias de apresentação do conteúdo durante as aulas.

As dificuldades e necessidades relatadas contrastam com a importância do tema, pois, trata-se de um assunto de extrema relevância para vida dos alunos. Considerou-se a visão de Rodriguez (1995), Stewart e Kirk (1990), que afirmaram que a Genética possui relação com questões econômicas, éticas e sociais, sendo assim extremamente necessária. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) defendem que o cidadão consiga se apropriar desse tema e seus conceitos (BRASIL, 2003).

O Ensino Médio, em especial o 3º ano, trata do fim de um ciclo importante. Melo e Carmo (2009) defenderam que nesta etapa ocorra construção do conhecimento de qualidade. Na visão de Ausubel (1978) a construção do conhecimento de qualidade recebe o nome de Aprendizagem Significativa, primeiramente precisa-se averiguar o que o aluno conhece sobre um assunto, para só então propor um método de ensino.

Moreira (2006), ao analisar a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, defendeu que se verifique o que o aluno já sabe de forma incomum. Isto é, que os professores elaborem questionários diferentes daqueles com o qual o aluno já está acostumado.

A mesma estratégia é defendida por Oca (2005), no entanto, com o intuito de analisar a origem das dificuldades de aprendizagem, para tanto, deve-se propor aos alunos problemas e situações diferentes com grau de complexidades distintos, ao analisar certos padrões nas respostas, é possível extrair informações importantes à cerca da origem das dificuldades de aprendizagem.

Tauceda e Pino (2013) afirmaram da dificuldade em garantir que a Aprendizagem Significativa ocorra. Para Baptista (2013) essa problemática se amplia, porque existem problemas na abstração e visualização de alguns conteúdos, como em Genética, justamente por sua natureza abstrata, fugindo completamente da realidade do aluno.

Para Bizzo (2004) o professor deveria buscar estratégias capazes de driblar tais problemas, que estejam ao alcance da escola, dos alunos e do próprio professor.

Para uma análise diferenciada do que aluno sabe, uma vez que esse conhecimento é considerado essencial para a aprendizagem, escolheu-se principalmente o desenho com instrumento avaliativo. Isto por que, faz parte da história da humanidade, considerado uma das primeiras formas de expressão e de comunicação, tão importante quanto à linguagem oral e escrita, como defende Smole (2000).

Antes mesmo que se possa aprender a linguagem escrita, como afirma Machado (2002), os recursos pictóricos, isto é, os desenhos, já são elementos fundamentais na comunicação e na expressão de emoções dos seres humanos.

Mais que isso, as representações por meio de desenhos foram consideradas importantes, por conseguir representar fenômenos científicos e serem considerados como uma manifestação da inteligência e do conhecimento (DERDYK, 2007). Logo, sugere-se que o desenho seja capaz de expressar o que os alunos sabem sobre algo.

Outro importante dado a respeito dos desenhos, ainda de acordo com Derdyk (2010), trata da forma de representar o mundo de acordo com a percepção dele. Ou

seja, cada pessoa atribui ao desenho um valor único, uma expressão daquilo que compreendeu sobre algo.

Segundo a teoria dos modelos mentais proposta por Johnson-Laird, o conhecimento é resultado da interpretação, uma representação mental do mundo conforme Tauceda e Pino (2013). Sendo, portanto o desenho, um mecanismo capaz de revelar o que e como se sabe sobre determinado fenômeno.

Os estudos que buscam expressar as representações mentais de uma forma concreta sejam através de símbolos ou desenhos, permitem entender os processos cognitivos de forma profunda, garantindo o aprimoramento da prática pedagógica, e por sua vez à aprendizagem significativa em ciências (MOREIRA et al., 2002).

Segundo Edwards (2005) o sistema educacional acaba deixando de lado habilidades como a percepção, imaginação, visualização e intuição, aptidões consideradas importantes. Sugere-se que o desenho seja capaz de ativar tais habilidades e que possivelmente favoreçam a aprendizagem.

Ainda de acordo com Moreira (2002), o caminho pedagógico de proporcionar ao aluno possibilidades de construir seus próprios conhecimentos, através da reflexão e da criatividade, conduz à percepção da importância de conhecer os processos cognitivos do aluno, “materializados” através de representações externas (desenhos), e desta forma, redirecionar o “fazer pedagógico”.

O desenho apresenta-se como instrumento favorecedor da cognição humana, argumento apresentado por Fogaça (2003, 2006) e por Valente (2007). De acordo com os autores, o sujeito torna-se capaz de revelar o conhecimento que carrega. Além disso, verificaram uma relação entre a produção de desenhos e a construção de conceitos científicos.

Já como instrumento supostamente favorecedor de aprendizagem, considera-se o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que passou a ser vista por Moran (1997) como um importante recurso metodológico de ensino e aprendizagem. De acordo com Pais (2005) as TIC tornaram-se capazes de contribuir para a melhoria das condições de acesso a informação. Mercado (2001) observou esse uso como uma ampliação de horizontes para a escola, enquanto Gebran (2009) apresentou a ideia de que a tecnologia possibilita a aprendizagem individualizada.

Segundo Kenski (1988), com o avanço tecnológico, surgem as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC), com os mesmos princípios e benefícios das TIC, entretanto, incluem às tecnologias digitais.

Por uma questão de nomenclatura, as NTIC são conhecidas atualmente como Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), para se referir indistintamente ao computador, tablet, celular, smartphone e qualquer outro dispositivo que permita a navegação na internet (BARANAUSKAS e VALENTE, 2013).

Como não se quer priorizar um tipo de tecnologia específica e sim agrupar todas possíveis, considerando também a realidade atual do mundo digital proporcionado pelas TDIC, consideram-se as ideias defendidas por Nascimento e Hetkowski (2009) cujo conselho é que se evite priorizar esse ou aquele tipo de tecnologia, mas que se unam os diversos recursos que a tecnologia possa oferecer para mitigar problemas de ensino e aprendizagem.

Como um dos mais importantes recursos midiáticos, Barak (2010) visualizou as animações como instrumento que enfatiza transições do abstrato para operações mentais concretas. Favorece a aprendizagem, o que pode mitigar o problema observado por Baptista (2013) sobre as dificuldades de visualização dos conteúdos.

Além disso, as animações permitem que novas possibilidades pedagógicas sejam exploradas, pois, podem auxiliar o trabalho do professor e valorizar o aluno como sujeito do processo educativo conforme defendem Dias e Chagas (2015).

Para Moreira (2006) a Aprendizagem Significativa possivelmente pode ocorrer se for possível despertar interesse para que o aluno consiga relacionar o que já sabe com algo novo. Mendes (2010) afirmou que as animações 2D podem despertar esse interesse ou pelo menos tentar essa motivação.

O despertar desse interesse pode estar atrelado ao caráter lúdico e interativo típico das animações conforme observado por McCleanetal (2005) e O'Day (2006), que afirmam que as animações trazem consequências positivas para a aprendizagem dos alunos.

As tecnologias digitais em conjunto com as animações podem reduzir os níveis de abstração dos conteúdos, fenômeno segundo Morais e Paiva (2007), necessário para entendimento dos assuntos.

De acordo com Mintzes et al., (2000), as animações quando bem elaboradas são mais adequadas ao desenvolvimento das competências exigidas no nosso

século. Quando bem utilizadas, as animações podem favorecer a aprendizagem significativa.

As animações são alvo de estudos dentro da psicologia cognitiva, autores como Paivio (1986), Baddeley (1999) e Mayer (2001) estudam a aplicação e influência desse recurso. Mais precisamente dentro da Teoria da Codificação Digital, isto é, teoria que afirma que o indivíduo retém a informação por dois sistemas cognitivos, um atrelado a imagens e o outro ligado à linguagem, quando trabalhados de forma simultânea e adequada a informação é retida com maior eficiência, sendo, portanto, um recurso favorecedor de acordo com Clark e Craig (1992).

Como cada sujeito carrega uma bagagem, é interessante avaliar primeiramente o que o aluno já sabe sobre determinado assunto (AUSUBEL, 1978), além disso, conforme Ruiz et al., (2009), os benefícios do uso das animações para o processo de Ensino e Aprendizagem podem variar de acordo com o conhecimento prévio do aluno e sua habilidade espacial. Sendo, portanto, o conhecimento prévio, algo a ser levado em consideração em um estudo científico para avaliar a influência das animações nos processos pedagógicos.

Logo, diante do discurso apresentado anteriormente, torna-se necessário estudos que avaliem como estamos aprendendo Genética nas escolas públicas, sendo necessário primeiramente avaliar a existência dos possíveis problemas, propondo possíveis soluções, para tanto, a seguir teremos três artigos embasados no referencial aqui tratado.

3 ARTIGO 1 – REFLEXÕES SOBRE CONHECIMENTO PRÉVIO BASEADAS NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA ANÁLISE DOS SUBSUNÇORES PRESENTES NA ESTRUTURA COGNITIVA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE OS CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA GENÉTICA

Resumo

Compreender fenômenos genéticos é fundamental devido suas implicações no mundo contemporâneo, entretanto, existem dificuldades nos processos de ensino e de aprendizagem da genética, logo, torna-se vital entender essas dificuldades para que se possa contorná-las. Este trabalho objetivou investigar a presença de subsunçores relacionados aos conceitos elementares para o entendimento do conteúdo de Genética baseando-se na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Optou-se por trabalhar com alunos do terceiro ano do Ensino Médio, de uma escola pública do município de Maceió, capital do Estado de Alagoas. Esta pesquisa foi baseada no processo investigativo, sendo utilizadas análises qualitativas e quantitativas, com uso de um questionário aplicado após o fim do primeiro semestre, período pós-aulas tradicionais envolvendo a temática. Os resultados demonstraram que muitos alunos possuem subsunçores confusos ou ausentes a respeito de conceitos elementares para entender a Genética e compreender o mundo de forma significativa, mesmo tendo tido contato com o conteúdo. Além disso, os dados revelaram que as aulas tradicionais não foram suficientes para promover a aprendizagem significativa, o que fomenta a necessidade de estratégias de ensino e aprendizagem complementares.

Palavras-chave: investigação, ensino de Biologia, conhecimento prévio.

Abstract

Understanding genetic phenomena is fundamental because of their implications in the contemporary world, however, there are difficulties in the teaching and learning processes of genetics, so it is vital to understand these difficulties so that they can be circumvented. This job work with third year high school students from a public school in the municipality of Maceió, capital of the State of Alagoas. Statistical research and analysis of processes, using qualitative and quantitative analyzes, using a questionnaire applied after the first semester, post-class period, involving the theme. The results showed that many students have confused or absent subsets of elementary concepts to understand Genetics and the opinion of the world in a significant way, even having had contact with the content. In addition, the data revealed that as traditional classes are not sufficient to promote meaningful learning, which fosters the need for complementary teaching and learning strategy.

Key words: research, biology teaching, prior knowledge.

3.1 Introdução

Diariamente tem-se contato com uma vasta quantidade de informações, cujo entendimento depende do domínio de conhecimento científico. Os conhecimentos biológicos vêm cada dia mais sendo necessários. Torna-se comum encontrar veiculando pelos meios de comunicação termos como: DNA, cromossomo, genoma e clonagem. O entendimento desses e outros termos são extremamente importantes para que as pessoas consigam compreender o mundo (PCN+, 2003).

No ensino médio, essa perspectiva deve ter continuidade. Os PCNEM assinalam que a apropriação dos códigos, dos conceitos e dos métodos de cada uma das ciências deve servir para “[...] ampliar as possibilidades de compreensão e participação efetiva nesse mundo” e, dessa forma, desenvolver o saber científico e tecnológico como “[...] condição de cidadania, e não como prerrogativa de especialistas” (PCN+, 2003, p. 34-35).

As Orientações Curriculares do Ensino Médio defendem que no mundo moderno, a abordagem de assuntos de forma tradicional muitas vezes passa a ser insuficiente para promover a compreensão e aprendizagem de conceitos por parte dos discentes (BRASIL, 2006).

Para completar, alguns fenômenos biológicos são extremamente contemplativos, o que acaba gerando dificuldades na compreensão, principalmente aqueles que exigem um nível de imaginação maior que o normal, ou o que é praticado para serem entendidos (TAUCEDA e PINO, 2013). A Genética torna-se um exemplo perfeito, como toda área da Ciência, acaba apresentando conceitos científicos considerados difíceis pelos alunos. Conceitos como: DNA, gene, cromossomo, gametas, genótipo, fenótipo entre outros, devem ser compreendidos nas primeiras aulas, pois são utilizados durante um semestre inteiro. Na maioria das vezes esses conceitos são expostos de forma puramente teórica e em geral, impõem uma rotina exaustiva de fixação, portanto logo são esquecidos.

Existem dificuldades na abstração e visualização desses conteúdos, os professores apontam tais dificuldades como um dos principais problemas para o aprendizado de Ciências. Na maioria das escolas públicas os docentes possuem poucos recursos a sua disposição, nada mais que giz, lousa e oratória, o que só dificulta a aprendizagem dos alunos (BAPTISTA, 2013).

Além disso, o número de pesquisas publicadas sobre o ensino de Genética no Ensino Médio verifica-se como incipiente, sendo necessário aumentar as

investigações sobre as abordagens do ensino de Genética e de Biologia Molecular nas escolas de Ensino Médio do Brasil (MELO e CARMO, 2009).

Uma vez que a falta de recursos contribui para que aulas tradicionais seja a única forma de apresentar o conteúdo, sabendo que apresentar conteúdos abstratos de maneira absorta torna-se um problema para aprendizagem e o pequeno número de pesquisas voltadas para o ensino de Genética no Ensino Médio, são necessários estudos para averiguar como os alunos abstraem esses conteúdos, para só então propor medidas eficazes de ensino e aprendizagem para essa área de ensino de Biologia.

A importância e necessidade de aprender conceitos científicos para melhor interpretar o mundo, acabam contrastando com as dificuldades de aprendizagem dos mesmos e a falta de referencial para entender esse contraste. Para resolver esses problemas, são necessárias estratégias voltadas para Aprendizagem Significativa. Assim o aluno consegue reter o que deve ser aprendido, evitando que a aprendizagem seja puramente mecânica (MOREIRA, 2006).

Logo, tendo em vista os argumentos aqui apresentados, esta pesquisa pretendeu verificar e entender o Conhecimento Prévio sobre termos e conceitos elementares para o entendimento de Genética, junto aos alunos do Ensino Médio da rede pública de Maceió, em Alagoas.

Além disso, pretendeu levantar dados sobre a aprendizagem dos alunos averiguando a eficácia de aulas tradicionais para aprendizagem, considerando que os alunos participantes da pesquisa tiveram contatos anteriores com aulas tradicionais sobre o conteúdo em questão.

3.1.1 Aprendizagem Significativa e o Conhecimento Prévio

A Aprendizagem Significativa, representa a nova informação que adquire significado mediante a interação com aquilo que o aluno já sabe, provocando uma modificação na estrutura cognitiva do sujeito (MOREIRA, 2006).

Já o que conhecemos hoje como Conhecimento Prévio, recebeu atenção primeiramente do Biólogo Jean Piaget, para ele, as pessoas adquirem estruturas mentais, ou seja, possuem saberes que servem para aprender novas coisas (FERNANDES, 2011).

Para Ausubel, o que conhecemos como Conhecimento Prévio, é designado como os conteúdos fundamentais para aquisição de novos conhecimentos (FERNANDES, 2011).

Logo, é possível afirmar que o Conhecimento Prévio e a Aprendizagem Significativa caminham juntos para que ocorra uma construção do conhecimento de qualidade. Sendo assim, deve-se valorizar a bagagem que o aluno traz, ou seja, levar em consideração o que já se sabe e a partir daí, ensinar o que se pretende. Para que a aprendizagem ocorra primeiramente parte-se de conhecimentos prévios que os alunos possuem, ou seja, procura-se descobrir o que o aluno sabe sobre determinado tema, princípio fundamental da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1978).

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo (AUSUBEL, 1978, p.4).

Ao averiguar a bagagem que um aluno carrega sobre um tema, Ausubel defende em outras palavras, que o conhecimento prévio do aluno é importante no processo de aprendizagem, para Paiva e Martins o levantamento de ideias prévias de um conteúdo pode auxiliar no trabalho do professor, na adequação de um tema e no atendimento das necessidades dos alunos. (PAIVA e MARTINS, 2005).

Embora a ideia pareça fácil, averiguar e partir daquilo que o aluno já sabe para ensinar determinado conteúdo torna-se tarefa difícil para o professor (MOREIRA, 2006). Para tanto, Ausubel deixa pistas de como a Aprendizagem Significativa pode ocorrer, de como “a nova informação irá se relacionar com o arcabouço cognitivo denominado: “conceito subsunçor”, pois tal arcabouço encontra-se presente na estrutura cognitiva de quem aprende” (MOREIRA, 2006, p.13).

O “conceito subsunçor” ou simplesmente subsunçor, pode ser um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na mente do aluno. Funciona como uma peça, aonde a nova informação precisa se encaixar, de modo que o indivíduo tenha condições de atribuir significados a essa informação (MOREIRA, 2006).

A Aprendizagem Significativa vai além da relação da nova informação com subsunçor, tratando-se de modificação que ocorre na estrutura cognitiva do aluno, ou seja, a nova informação ao se ancorar no subsunçor mais relevante, provocará a modificação na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006) O aluno possui algum conhecimento prévio sobre o tema proposto, e em contato com o conteúdo a ser

aprendido, precisa conseguir unir a nova informação ao seu conhecimento e atribuir significado.

Uma das condições da Aprendizagem Significativa passa a ser “que o aluno manifeste uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não arbitrária, o novo material, potencialmente significativo à sua estrutura cognitiva” (MOREIRA, 2006, p.20).

Para que uma aprendizagem significativa possa acontecer, é necessário investir em ações que potencializem a disponibilidade do aluno para a aprendizagem, o que se traduz, por exemplo, no empenho em estabelecer relações entre seus conhecimentos prévios sobre um assunto e o que está aprendendo sobre ele (PCN, 1998, p.93).

Um dos grandes desafios do professor contemporâneo justamente ancora-se no fazer com que ocorra essa Aprendizagem Significativa (TAUCEDA e PINO, 2013). Antes de tudo deve-se realmente conhecer se os alunos possuem subsunçores capazes de se ligarem ao novo conhecimento. Uma forma desse contato passa a ser avaliando e refletindo sobre o que os alunos sabem sobre o assunto, para que se evite a simulação dessa aprendizagem.

Para evitar a simulação da aprendizagem, Moreira defendeu que se verifique o que o aluno já sabe de forma incomum, isto é, que se elaborem questionários diferentes daqueles com o qual o aluno já está acostumado (MOREIRA, 2006).

3.2 Metodologia

Para se produzir conhecimento, deve-se aplicar um conjunto de procedimentos que sejam capazes de responder algumas questões. Para tanto, esse conhecimento deve também estar integrado aos pré-existentes. Portanto, foi aplicado um conjunto de artifícios para tentar resolver um determinado problema, como também foi utilizado o conhecimento pré-existente, nesse sentido, os procedimentos utilizados aqui foram inspirados principalmente no conhecimento pré-existente da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, na tentativa de solucionar o problema suposto.

As diretrizes para elaboração do protocolo desta pesquisa seguiram as ideias de Fontelles conforme veremos a seguir.

Esse estudo possui caráter tecnológico de natureza experimental, pois, foi capaz de “produzir conhecimentos científicos para aplicação prática voltada para a solução de problemas concretos”, além disso, se enquadrou como “tipo de estudo em que o pesquisador participou ativamente na condução do fenômeno, processo ou do fato avaliado, isto é, ele atuou na causa, modificando-a, e avaliou as mudanças no desfecho” (FONTELLES et al., 2009, p.6).

A abordagem foi qualitativa e quantitativa, pois buscou entender “fenômenos complexos específicos” e “em profundidade, de natureza social e cultural”, mas, utilizou artifícios matemáticos e estatísticos para representar os dados qualitativos coletados (FONTELLES et al., 2009, p.6).

Para fins estatísticos foram levadas em consideração os fatores de Fidedignidade e Validade. O primeiro fator é visto como um instrumento capaz de demonstrar “à estabilidade, à reproducibilidade, à precisão das medidas com ele obtidas”, ou seja, o quão consistente são os valores medidos. O segundo, “A validade, tem a ver com até que ponto o instrumento está, de fato, medindo o que se supõe que esteja medindo” (MOREIRA, 2003, p.8).

Para Moreira um instrumento avaliativo deve ser aplicado várias vezes sobre as mesmas condições para que se garanta a fidedignidade e validade dos dados, entretanto, com não é possível garantir as mesmas condições, utiliza-se o método conhecido como Coeficientes de Fidedignidade ou Correlação. Para tanto, correlações iguais a + 1,00 indicam perfeita Fidedignidade, correlações muito próximas de zero indicam ausência de Fidedignidade, enquanto correlações muito maiores que zero e + 1,00 apresentam níveis intermediários de fidedignidade (MOREIRA, 2003).

Quanto ao procedimento técnico, classificou-se como pesquisa de campo, pois foram coletados dados para compreender problemas de um determinado grupo de alunos, mediante as observações e utilização de questionário para coleta dos dados (FONTELLES et al., 2009). Tal procedimento atende ao princípio de Ausubel, onde, mediante as observações e aplicação de questionários podem-se elencar os conhecimentos prévios fundamentais para que a Aprendizagem Significativa ocorra (MOREIRA, 2006, p.13).

O presente estudo foi realizado em 2015, em uma escola pública estadual de Ensino Médio do Estado de Alagoas. O público alvo se restringiu a duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio. Foram analisados os conhecimentos prévios de

alunos do segundo semestre do terceiro ano do Ensino Médio, isto é, alunos que tiveram contato com o conteúdo em questão.

A faixa etária dos alunos variou entre 16 e 18 anos. As turmas possuíam um número parecido de alunos, sendo que, participaram da pesquisa 84 alunos, com 41 alunos na turma descrita como “a” e 43 na turma denominada de “b”. As turmas a princípio foram consideradas homogêneas, mas manifestaram diferenças em relação ao comportamento durante as aulas, na qual se destacou a turma “b” com maior número de alunos indisciplinados, é importante ressaltar que essa foi uma observação pessoal.

No primeiro momento os alunos foram informados do que se tratava a pesquisa. Em seguida, foi realizado um levantamento para identificar quantos alunos possuíam interesse e poderiam participar da pesquisa. Na última etapa, foi solicitada a leitura e assinatura do Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE) pelos responsáveis legais dos alunos voluntários (ver apêndice B e D).

Como essa pesquisa visou apenas avaliar os Conhecimentos Prévios, por considerar esse um importante componente da aprendizagem, foi necessário, apenas a aplicação de um questionário próprio, contendo dez questões, sendo seis discursivas e quatro objetivas (ver apêndice A).

O presente artigo fez uma análise da resolução das dez questões feitas pelos alunos das duas turmas. As discursivas exigiram respostas no formato de representação pictórica, uma vez que para evitar a simulação da aprendizagem é necessário um mecanismo avaliativo incomum, ou seja, creditou-se que os desenhos poderiam ajudar nesse sentido. Também de caráter discursiva, para responder a 10ª questão os alunos tiveram que realizar um cruzamento entre dois indivíduos, em seguida demonstrar através de um esquema/desenho sua interpretação da resolução.

Já para resolver a 6ª, 7ª, 8ª e 9ª questões, bastou uma breve leitura e a escolha de uma entre cinco alternativas, isto é, quatro entre as dez questões tiveram o cunho objetivo, pois, credita-se também na importância de avaliar os alunos de forma corriqueira.

O questionário serviu de base para a análise dos dados, que apresenta caráter qualitativo e quantitativo, pois buscou compreender descrições, interpretações e reflexões dos alunos. Os dados foram convertidos em porcentagem e expostos através de gráficos comparativos.

Diante dos resultados obtidos a partir do questionário aplicado nas turmas, levantaram-se dados sobre como os conteúdos foram abstraídos pelos alunos. O objetivo do questionário foi o de verificar a presença de subsunçores na estrutura cognitiva dos alunos, referentes aos termos e conceitos elementares para a compreensão da Genética no ensino médio.

Para expressar os dados foram criadas três categorias: “correto”, “incorreto” e “em branco”. Na décima questão foi observada a presença de uma quarta categoria, “parcialmente correto”.

A categoria “correto” representou aquelas questões nas quais foram constatados o acerto, isto é, foi possível observar de forma clara a presença de subsunçores durante a resolução das mesmas.

A segunda categoria, “incorreto”, expressou os alunos com respostas incorretas, aqueles que tentaram a resolução, mas, foi constatado o erro na resposta, ou seja, foi constatada a presença confusa de subsunçores.

Na terceira categoria, “em branco”, se enquadraram os alunos que deixaram a questão em branco. Neste sentido, deixou-se de ser observada a presença de subsunçores.

Apenas no caso da décima questão, foi observada a presença de uma quarta categoria, “parcialmente correto”, os alunos responderam parte da questão, sem, contudo, conseguirem finalizá-la.

3.3 Resultados e Discussão

Para que possamos ter uma visão geral do trabalho, primeiramente serão apresentados dois gráficos que demonstram uma visão geral dos resultados separadamente nas turmas “a” e “b”.

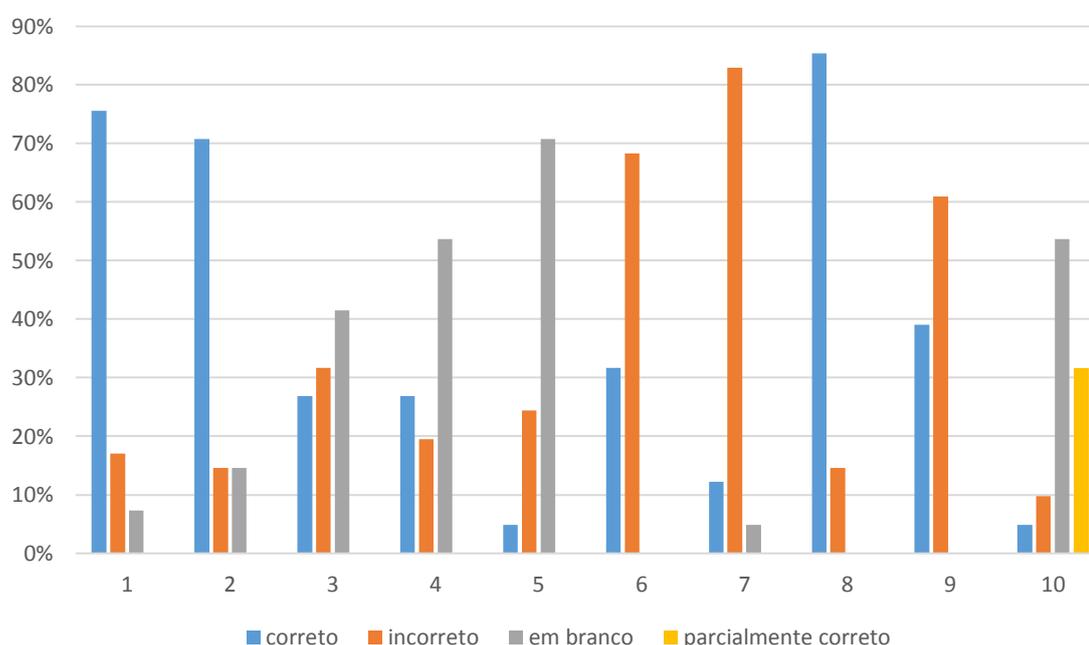
Após a análise dos resultados, foi verificado que na turma “a”, ocorreu uma prevalência nos resultados negativos, das dez questões respondidas por 41 alunos, em sete questões os resultados negativos superaram os positivos, isto é, foi notado que em 70% dos casos analisados os resultados negativos superaram os positivos.

Na figura 1, é possível observar que apenas para as questões de número 1, 2 e 8 a maioria dos alunos que demonstram conhecer os termos e conceitos em questão supera o número de alunos que responderam à questão equivocadamente ou deixaram de responder.

O fenômeno observado sugere que alguns alunos possuem subsunçores a respeito de três termos e conceitos importantes para compreender a Genética, foram eles: DNA, Cromossomos e Hereditariedade. Entretanto, os subsunçores necessários para compreender termos e conceitos como: Gene, Fenótipo, Genótipo, Gametas, Homozigoto e Heterozigoto, bem com a capacidade de estabelecer uma relação entre os termos, parece ainda ser um grande problema para a maioria dos alunos.

Essas dificuldades em compreender termos e conceitos relacionados com a Genética já foram relatadas anteriormente, um dos principais problemas para compreensão da Genética é sua natureza abstrata, isto é, a Genética é de difícil visualização (TAUCEDA e PINO, 2013).

Figura 1 – Resultado geral expresso em porcentagem frente à análise do conhecimento prévio dos alunos da turma “a”



Fonte: Autoria própria.

Os dados levantados após a análise dos questionários respondidos por 43 alunos da turma “b”, demonstraram resultados semelhantes aos da turma “a”, entretanto, com uma pequena variação.

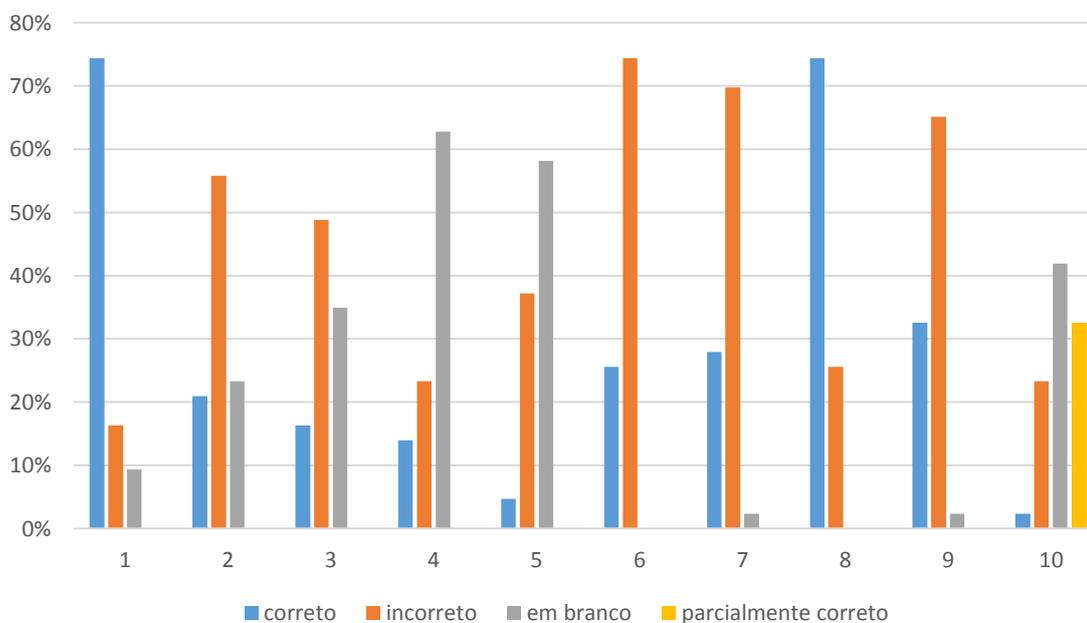
Das dez questões respondidas, foi possível observar que em oito, os resultados negativos superaram os positivos, isto é, foi observada uma prevalência de resultados negativos em 80% dos casos analisados.

Na figura 2, é possível observar que apenas para as questões de número 1 e 8, o número de alunos que demonstram conhecer os termos e conceitos em questão é superior ao número de alunos que demonstram o contrário.

O fenômeno observado sugere que muitos alunos possuem subsunções a respeito de dois termos e conceitos importantes para compreender a Genética, neste caso: DNA e Hereditariedade. Entretanto, os subsunções necessários para compreender termos e conceitos como: Cromossomos, Gene, Fenótipo, Genótipo, Gametas, Homozigoto e Heterozigoto, bem com a capacidade de estabelecer uma relação entre os termos, assim como na turma “a”, parece ser um grande problema para a maioria dos alunos.

Apesar de muitos alunos possuírem ideias e conceitos a respeito de algumas áreas da Genética, muitos “ainda apresentam dificuldade no entendimento de vários aspectos a respeito de genética e hereditariedade, e muitas vezes mostram-se confusos diante da quantidade de informações a respeito do tema” (PAIVA e MARTINS, 2005, p.15).

Figura 2 – Resultado geral expresso em porcentagem frente à análise do conhecimento prévio dos alunos da turma “b”



Fonte: Autoria própria.

Para entrar em detalhes e estabelecer uma melhor comparação entre os resultados obtidos sobre o Conhecimento Prévio dos alunos das turmas “a” e “b”, cada questão foi tratada e comparada individualmente conforme veremos a seguir.

De início, foi colocada para os alunos a seguinte questão: “Como você imagina que é o **DNA** na vida real? Construa um esquema ou desenho que possa expressar a imagem do **DNA** que você tem em mente”.

Na turma “a” observou-se que 76% responderam a primeira questão de forma correta, 17% responderam de forma incorreta e 7% deixaram de responder à questão. Na turma “b”, observou-se que 75% responderam de forma correta, 16% de forma incorreta e 9% deixaram a questão em branco (ver figura 3).

Foram consideradas coerentes, repostas que se aproximaram das ideias de autores de livros do ensino médio conforme podemos ver a seguir.

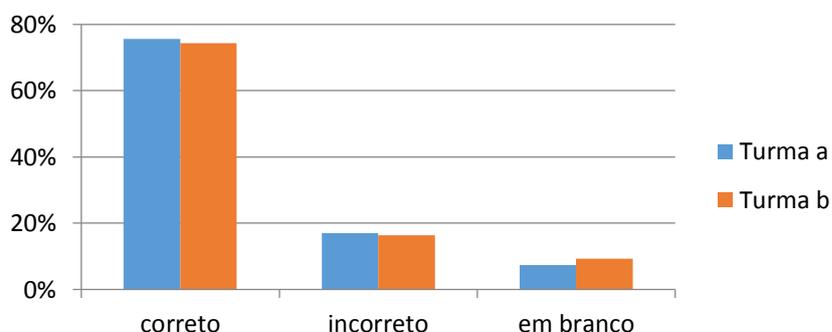
O formato da molécula de DNA tornou-se bem difundido, entretanto a definição conceitual ainda se expressa como muito complexa. “Cada molécula de DNA é uma dupla hélice em que duas cadeias de nucleotídeos dispõem-se espiralmente em torno de um eixo” (LOPES, 2008, p.202).

Outra definição afirma que o DNA “é uma molécula longa e fina... Constituída por dois filamentos paralelos e muito próximos, que se enrolam helicoidalmente no espaço, lembrando a “espiral” de um caderno” (AMABIS e MARTHO, 2013, p.248).

Definido como “duas cadeias longas, compostas de desoxirribonucleotídeos, que forma uma dupla-hélice” (BRÖCKELMANN, 2013, p.139).

O gráfico abaixo revela, de forma resumida, os resultados obtidos a partir da análise da resolução da primeira questão, respondida pelos alunos de ambas as turmas.

Figura 3 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da primeira questão



Fonte: Autoria própria.

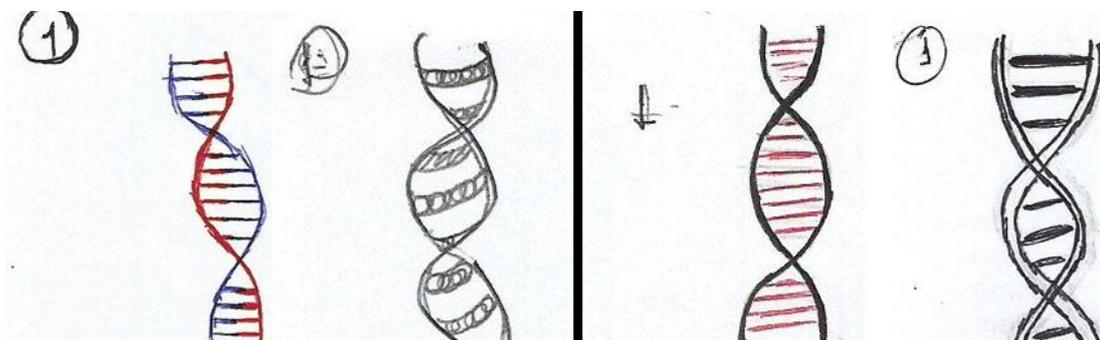
A maioria dos alunos conseguiu expressar, através de desenhos ou esquemas a estrutura em questão, pois o termo DNA bem como seu modelo já se

encontra bem disseminado. Além disso, observou-se que este termo e seu conceito foi constantemente representado durante as aulas tradicionais de Genética.

O resultado obtido na primeira questão revelou que a maioria dos alunos possuem subsunçores claros a respeito do conceito de DNA, ao conseguir expressar de forma pictórica um conceito, pode-se concluir que indivíduo tem uma ideia bem formada a respeito do mesmo, conforme demonstra a figura 4.

Outros autores já haviam observado que um número significativo de alunos, possuem subsunçores coerentes com o termo em questão. Foi observado, por exemplo, que 65,7% dos alunos apresentaram ideias bem coerentes ao ponto de conseguir detalhar informações a respeito do termo, enquanto outros 34,3% apresentam ideias coerentes simplistas (BEZERRA e GOULART, 2013).

Figura 4 – Representações da molécula de DNA



Fonte: Autoria própria.

A figura anterior (ver figura 4) representa quatro modelos da molécula de DNA feitos por quatro alunos distintos durante a resolução da primeira questão, à esquerda, dois alunos da turma “a” e à direita dois alunos da turma “b”. O modelo da molécula de DNA é um dos mais comuns dentro do ensino de biologia e ciências, pode ser definida como uma estrutura em forma de uma longa escada curva, comum não só livro didático, mas, em propaganda de cosméticos, filmes de ficção científica e etc.

Na segunda questão, foi cobrada uma representação sobre cromossomos que indaga: Como você imagina que é um **cromossomo** na vida real? Construa um esquema ou desenho que possa expressar a imagem que você tem em mente dessa estrutura.

Os resultados demonstraram que 72% dos alunos da turma “a” responderam à questão corretamente, 14% responderam de forma incorreta e 14% não responderam. A turma “b” apresentou discrepâncias, onde 21% responderam

corretamente, 56% responderam incorretamente e 23% deixaram em branco (ver figura 5).

Foram consideradas coerentes respostas que se assemelharam ou se aproximaram das ideias de autores, bem como seu modelo em livros didáticos conforme veremos a seguir.

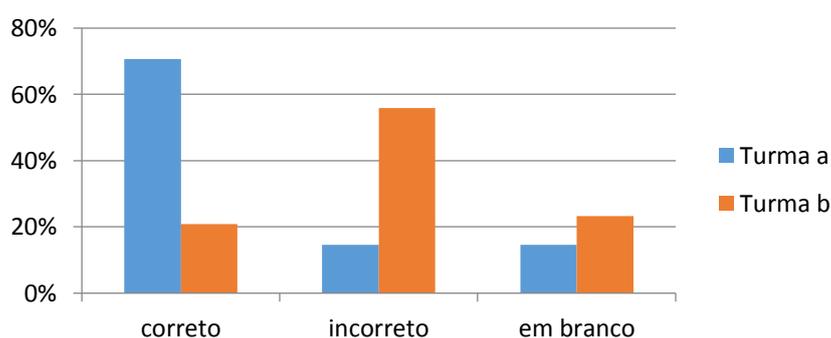
O formato dos cromossomos normalmente se assemelha a uma letra “x”. Os pesquisadores utilizam definições como “estrutura filamentosa intranuclear, constituída por uma longa molécula de DNA associada a proteínas” (AMABIS e MARTHO, 2013, p.247).

Outra definição para o termo cromossomos é “filamentos curtos e espessos de DNA condensados, associados a proteínas” (MENDONÇA, 2013, p.234).

Afirmam ainda que a “cada molécula de DNA associada a proteínas dá-se o nome de cromossomo” (BRÖCKELMANN, 2013, p.142). Os cromossomos também podem ser definidos como “estruturas formadas por DNA agregadas a proteínas, localizadas no núcleo das células” (OSÓRIO, 2013, p.14).

Os resultados obtidos a partir da análise da resolução da segunda questão respondida pelos alunos das turmas “a” e “b” são apresentados no gráfico a seguir.

Figura 5 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da segunda questão



Fonte: Autoria própria.

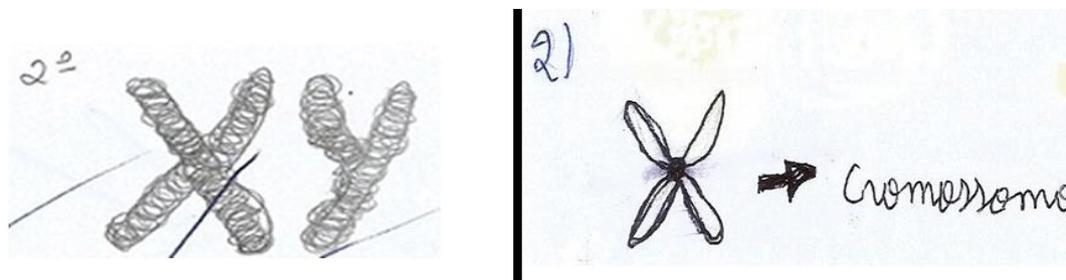
Os resultados revelaram que para 54,7% dos alunos entre as turmas “a” e “b”, falta a apropriação de uma imagem formada a respeito do conceito, o que leva a indagar se esses entendem ou se têm alguma ideia concreta a respeito do conceito.

Para a segunda questão, que tratou do conceito de cromossomo, foi constatado um número expressivo de alunos que não conseguiram representar de forma pictórica o termo, o resultado revelou que 46 alunos distribuídos nas turmas

“a” e “b”, sendo a maioria da turma “b” responderam de forma incorreta, nesse caso, os subsunçores parecem estar ausentes ou não muito claros.

A figura 6 traz exemplos de representações consideradas corretas a respeito do conceito de cromossomos.

Figura 6 – Representação correta do modelo do cromossomo

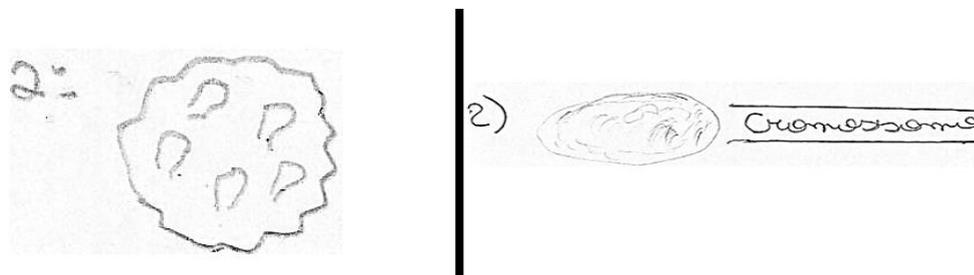


Fonte: Autoria própria.

Os cromossomos possuem basicamente dois formatos, o de um bastão (cromátides) separado por uma estrutura esférica central denominada de centrômero, ou o formato similar a um “X” também com o centrômero. Na figura 6, lado esquerdo, o aluno da turma “a” expressa os cromossomos sexuais masculinos, já na turma “b”, lado direito da figura, o aluno expressa apenas um cromossomo, ambos demonstram possuir subsunçores para o termo e conceito.

Entretanto, um número alto de alunos demonstra ausência de subsunçores para o termo ou conceito ao não conseguir fazer uma representação, enquanto outros apresentam representações confusas conforme a figura 7.

Figura 7 – Representação confusa do modelo do cromossomo



Fonte: Autoria própria.

Ao verificar as representações, lado esquerdo aluno da turma “a” e direito turma “b”, conclui-se que a mesmas não se assemelham em nenhum sentido com os modelos dos cromossomos, o fenômeno observado demonstra a necessidade da aplicação de organizadores prévios, uma vez que os subsunçores parecem confusos ou ausentes.

As dificuldades no entendimento sobre o termo cromossomo, bem como seu conceito já foi observada Paiva e Martins, numa pesquisa realizada com 70 alunos, foi verificado que 52% tiveram ideias equivocadas a respeito da questão (PAIVA e MARTINS, 2005).

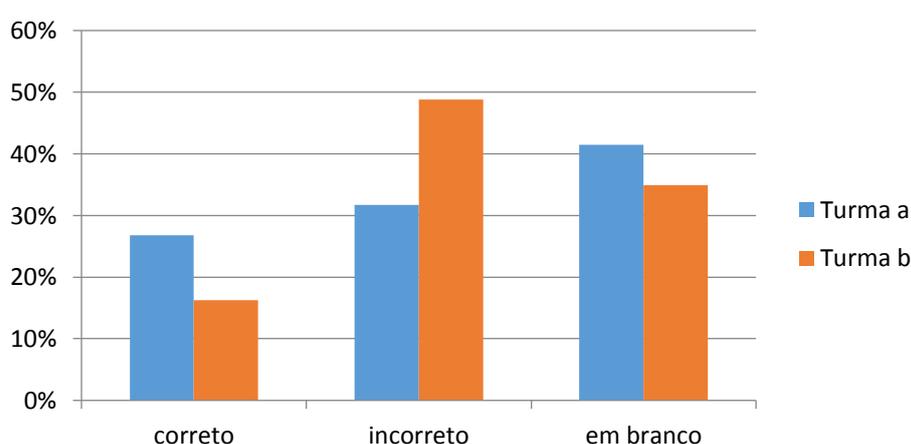
Para responder a terceira questão, os alunos deveriam esboçar sua ideia sobre o gene, sendo a questão utilizada a seguinte: “Como você imagina que é um **gene** na vida real? Construa um esquema ou desenho que possa expressar a imagem do **gene** que você tem em mente”.

Na turma “a”, constatou-se que 27% responderam de forma correta, 32% responderam de forma incorreta e 41% deixaram a questão em branco. Na turma “b”, 16% responderam corretamente, 49% incorretamente e 35% deixaram de fazer a questão (ver figura 8).

Em diferentes livros de biologia para o Ensino Médio, é possível encontrar definições para o conceito de gene, essas foram levadas em consideração no momento de análise dos dados. Para César o “pedaço da molécula de DNA que contém as informações para a produção de um tipo de proteína, cada gene se encontra em uma região específica do cromossomo” (JÚNIOR et al., 2013, p.71).

Outros autores defendem o conceito do termo gene com: “versões das informações hereditárias inscritas no DNA dos cromossomos” (AMABIS e MARTHO, 2013, p.85). Ou então, “segmentos da molécula de DNA, responsáveis pelas características dos indivíduos” (LOPES e ROSSO, 2008, p.130). E ainda, “sequência do DNA que codifica a produção de uma proteína” (BRÖCKELMANN, 2013, p.31).

Figura 8 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da terceira questão



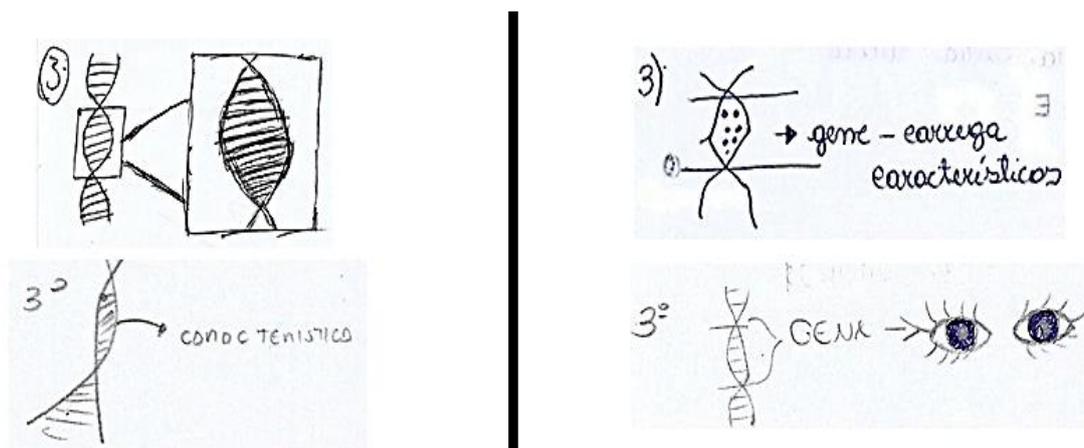
Fonte: Autoria própria.

Embora bastante abordado durante aulas teóricas e exercícios, o termo gene deixou de ser expresso por 66 alunos, sendo 30 alunos da turma “a” e 36 da turma “b”.

A terceira questão solicitou uma representação do gene, conceito muito importante e que aparece com frequência em questões envolvendo Genética. O termo gene não foi expresso por 78,5% dos alunos. Mais uma vez indagou-se: É possível saber o que é um gene, sem conseguir representar uma ideia concreta sobre?

Os genes são definidos como parte DNA responsáveis por uma determinada característica. Neste sentido, é possível observar que alguns alunos conseguem expressar facilmente o termo (ver figura 9), na turma “a”, lado esquerdo da figura, temos a representação de dois alunos que se preocupam em desenhar a molécula de DNA e destacar um trecho específico, o mesmo se repete na turma “b”, lado direito da figura, dois alunos desenham a molécula de DNA e se preocupam em destacar trechos do DNA para expressar o conceito de gene, essas representações demonstram a presença marcante de subsunçores.

Figura 9 – Representações do conceito de gene



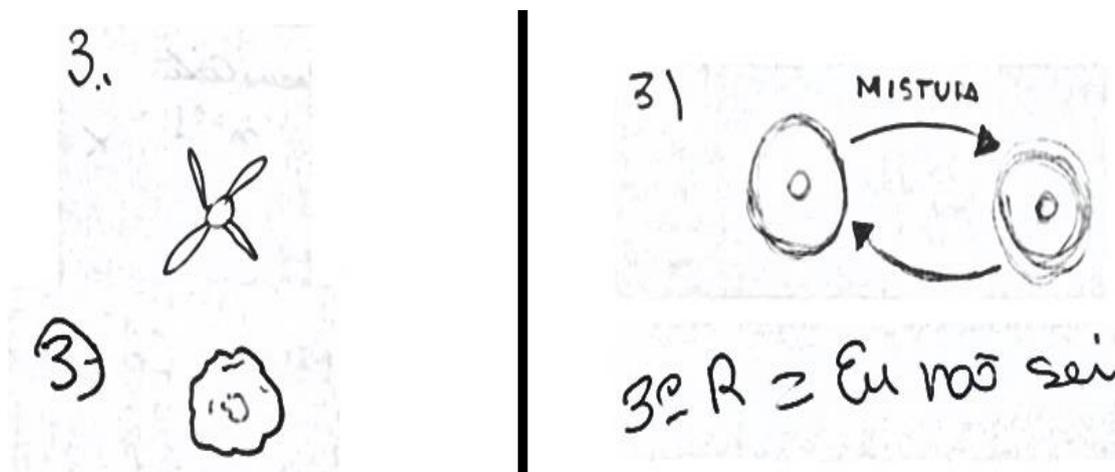
Fonte: Autoria própria.

Entretanto, a maioria dos alunos não conseguiu expressar o conceito ou se equivocaram ao tentar expressar conforme demonstrado na figura 10.

Na turma “a”, a esquerda da figura 10, é possível ver o que parece ser um cromossomo na imagem do canto esquerdo superior, logo abaixo outro aluno expressa algo parecido com uma célula, já na turma “b”, a direita da figura 10, canto superior direito, o aluno representa algo parecido com gametas femininos e sugere uma mistura entre os dois gametas, no canto inferior direito outro aluno demonstra

claramente não conseguir resolver o problema, em ambas as turmas notasse a ausência de subsunçores claros a respeito do termo em questão.

Figura 10 – Representação equivocada do gene



Fonte: Autoria própria.

Os resultados encontrados aqui, se assemelham aos constatados por Lewis, que afirma poucos alunos possuem um claro entendimento de gene como uma entidade física, com um local específico (PAIVA e MARTINS, 2005. *apud* LEWIS, 2000).

A quarta questão apresentava o seguinte enunciado: O termo gametas sempre aparece em questões envolvendo Genética. Afinal, o que são gametas? Construa um texto mais um desenho ou esquema (texto + desenho) para expressar sua ideia de gametas.

Na turma “a”, 27% dos alunos responderam corretamente, 19% de forma incorreta e 54% em branco. Na turma “b”, 14% responderam de forma correta, 23% dos alunos responderam de forma incorreta e 63% deixaram de responder à questão (ver figura 11).

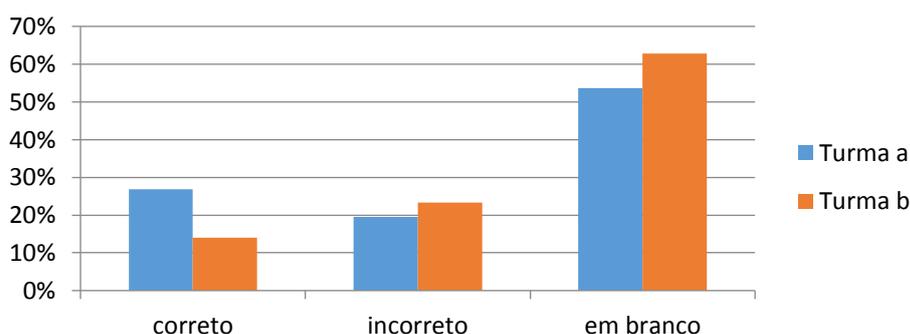
As respostas consideradas corretas conseguiram expressar a ideia de que os gametas são: “células produzidas pelo organismo e que destinam à reprodução, o gameta masculino é o espermatozoide e o gameta feminino é o óvulo. Os gametas possuem metade do número de cromossomos da célula somática” (MENDONÇA, 2013, p.236).

A maioria dos alunos sente dificuldade em expressar de alguma forma ideias a respeito de um conceito elementar para Genética. Dos 41 alunos da turma “a”, 30

responderam de forma incorreta ou deixaram em branco, já na turma “b” 37 alunos dos 43 tiveram a mesma resposta.

A quarta questão trouxe o conceito de gametas, que pode ser definido como as células de reprodução da espécie humana, popularmente conhecidas como espermatozoides e óvulo, são muito importantes, pois, são as células que carregam os genes dos sujeitos. A análise do questionário revelou que mais de 79,7% dos alunos não reconhecem um termo científico elementar para a Genética.

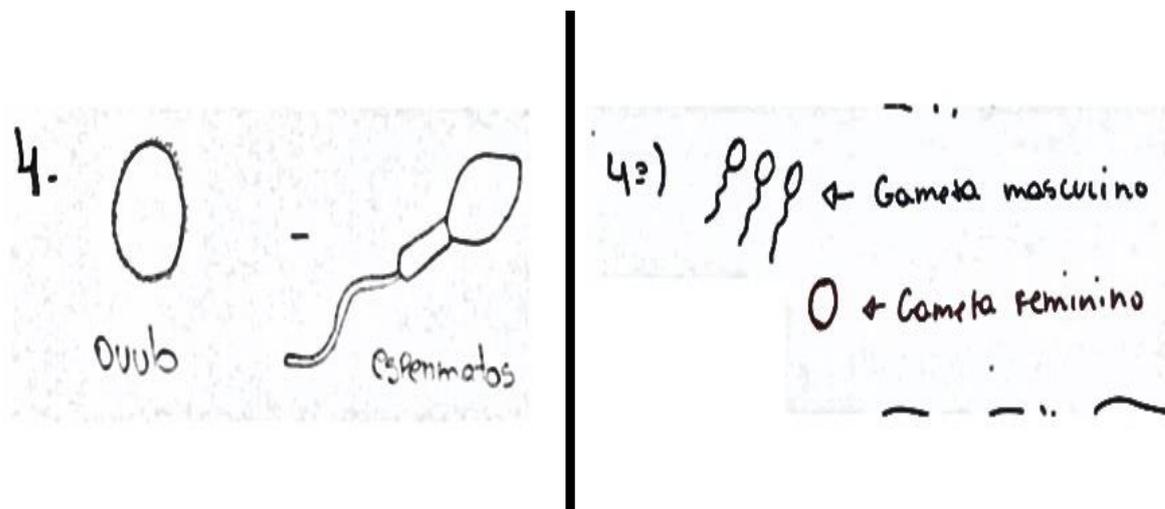
Figura 11 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da quarta questão



Fonte: Autoria própria.

A figura a seguir (ver figura 12), demonstra a representação de dois alunos, um da turma “a” lado esquerdo da figura, e outro da turma “b” lado direito da figura, os desenhos são claros, demonstram que a imagem dos gametas está bem formada na estrutura cognitiva desses alunos, que por sua vez revela a presença de excelentes subsunçores.

Figura 12 – Representações dos gametas

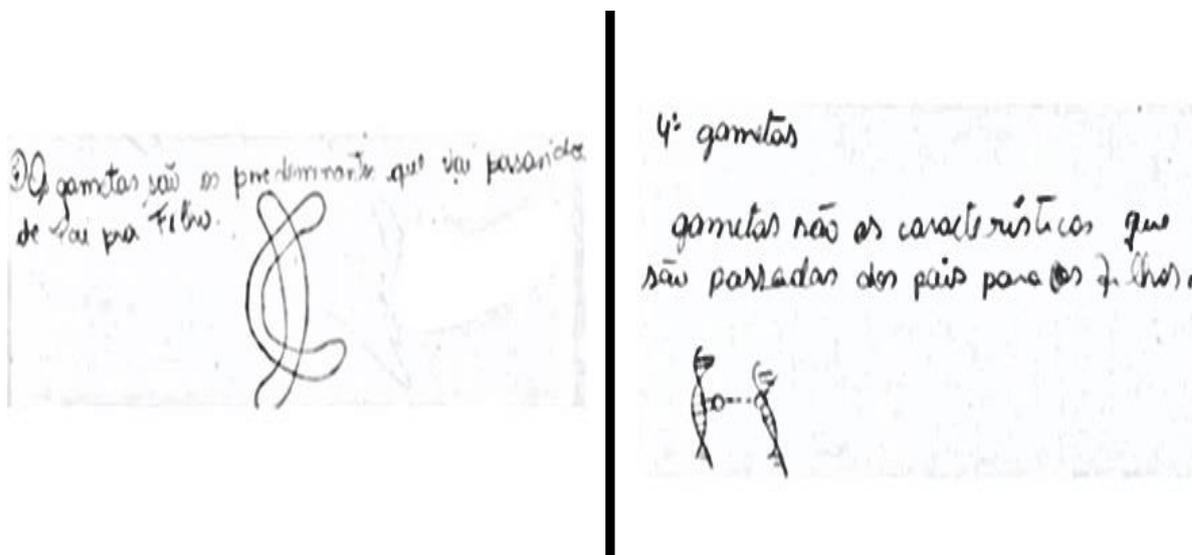


Fonte: Autoria própria.

Por outro lado, a maioria dos alunos demonstra confusão ou incapacidade de resolver o problema, nesses casos, foi identificada a presença de subsunçores confusos, bem como a ausência de subsunçores. Situações como essas, revelam a necessidade de estratégias que fomentem a aprendizagem significativa dos termos e conceitos uma vez que esses são necessários para compreender o mundo em que vivemos.

O aluno da turma “a” (ver figura 13), lado esquerdo da figura, afirma: “Os gametas são os predominantes que vai passando de pai para filho”, em seguida é feito um desenho similar à dupla fita de DNA, o aluno apresenta argumentos confusos e parece confundir o conceito de gametas, DNA e gene. Já o aluno da turma “b”, lado direito da figura, afirma: “Gametas são as características que são passadas dos pais para os filhos” em seguida ele faz um desenho de duas moléculas de DNA e as destaca, o aluno confundiu o conceito de gametas com os genes.

Figura 13 – Representação equivocada dos gametas



Fonte: Autoria própria.

O fenômeno negativo observado foi verificado outrora por Klautau, que afirma que muitos alunos apresentam ideias confusas, incompletas e ou tem dificuldade em utilizar terminologias científicas relacionadas à Genética (KLAUTAU et al., 2009). Foi constatado ainda, que muitos alunos utilizam ideias generalistas ou de senso comum para expressar suas ideias, o que sugere que muitos não possuem subsunçores científicos, isto é, não conhece a terminologia científica, mas sim, a terminologia comum.

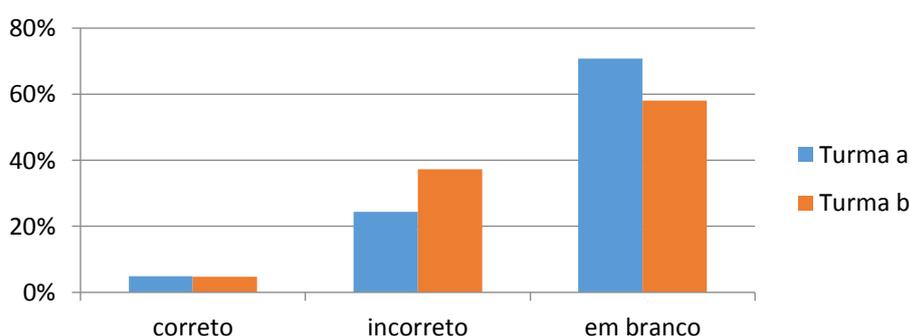
A quinta questão possuía o seguinte enunciado: Os termos **DNA**, **cromossomos**, **genes** e **gametas** estão intimamente relacionados. Esses termos são muito importantes para entender como as características são passadas dos pais para os filhos. Construa um texto e mais um desenho ou esquema (texto + desenho) que possa expressar essa relação.

Na turma “a” observou-se que 5% responderam corretamente, 24% responderam incorretamente e 71% deixaram a questão em branco. Na turma “b” 5% responderam corretamente, 37% responderam de forma incorreta e 58% responderam em branco (ver figura 14).

Respostas consideradas corretas seguiam a ideia de relação descrita da seguinte forma: “os cromossomos dos eucariontes são formados por DNA...”, “os genes estão ao longo da molécula de DNA...”; logo, “o DNA que comanda e coordena todo funcionamento celular e é a responsável pelas características...” (LOPES e ROSSO, 2008, p.202).

Outra definição considerada para respostas corretas é: “o DNA é o principal constituinte dos cromossomos, onde estão localizados os genes” (LOPES e ROSSO, 2008, p.130).

Figura 14 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da quinta questão



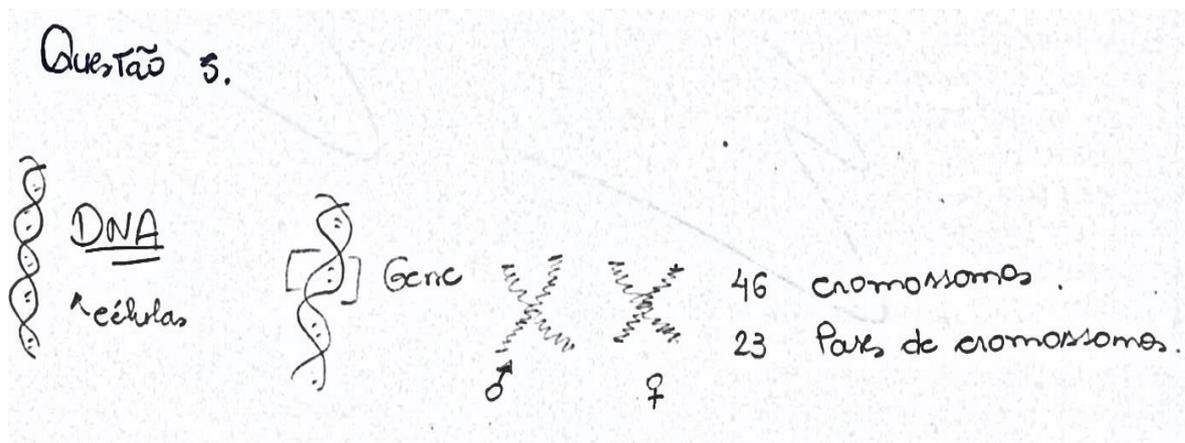
Fonte: Autoria própria.

Os dados obtidos aqui se revelaram preocupantes, pois, mesmo tendo aulas teóricas a respeito do tema, a maioria dos alunos não conseguiu estabelecer relação alguma entre os termos. Na turma “a”, dos 41 alunos participantes, 39 não conseguiram estabelecer uma relação entre os termos, na turma “b” dos 43 participantes, 41 não conseguiu expressar relação entre os termos, ou seja, 95% dos alunos não conseguiram estabelecer uma relação entre os termos tratados.

Para responder a quinta questão, os alunos deveriam ser capazes de estabelecer uma relação entre os conceitos anteriores, embora sejam termos diferentes e que carregam conceitos diferentes, os termos e conceitos estão intimamente relacionados, pois, os **genes** são trechos do **DNA**, as moléculas de **DNA** são enroladas e compactadas assumindo o formato de **chromossomos**, os cromossomos por sua vez estão inseridos no núcleo dos **gametas**, é justamente essa relação que é capaz de explicar como uma característica é passada dos pais para os filhos.

Um dos alunos da turma “a” consegue representar o termo DNA, gene e cromossomos (ver figura 15), entretanto, não foram representados os gametas, e o mais importante, as imagens estão isoladas lado a lado, o que sugere a ausência de relação entre os termos, ou seja, embora possua subsunçores para a maioria dos termos, aparentemente a relação entre os subsunçores está ausente. Esse fenômeno foi observado em várias representações.

Figura 15 – Representação sem uma relação entre termos



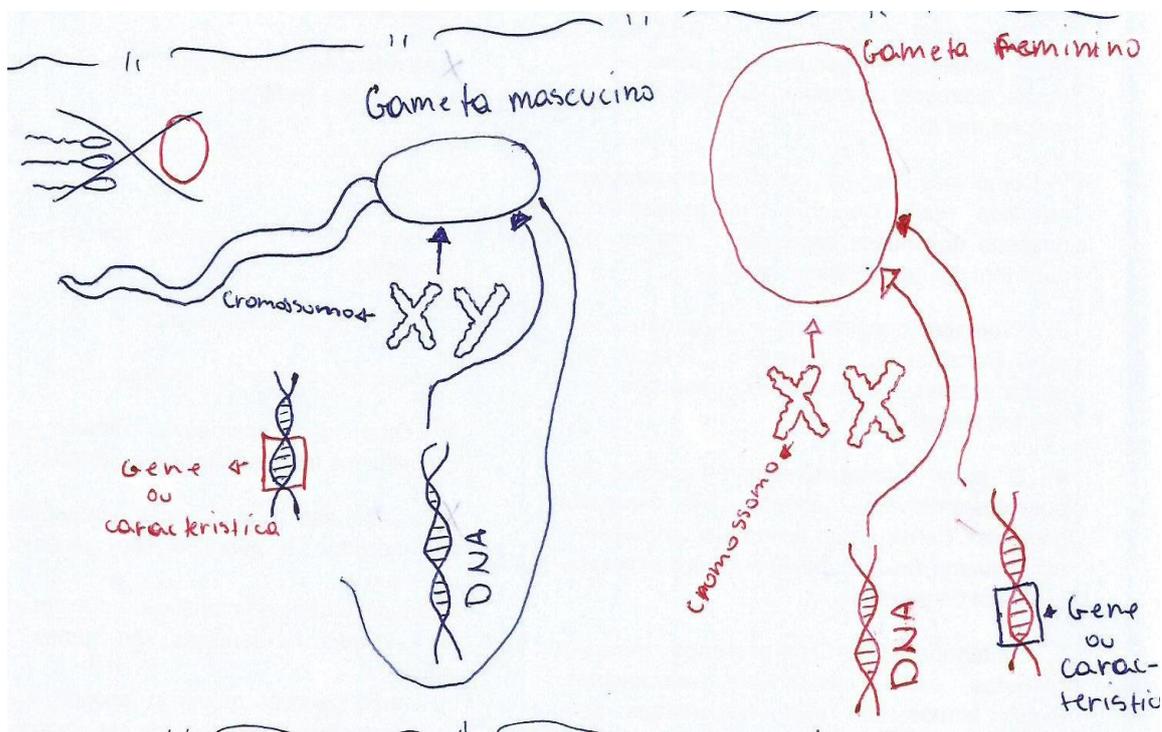
Fonte: Autoria própria.

Apenas quatro alunos conseguiram representar os termos estabelecendo algum tipo de relação entre eles, sendo dois deles na turma “a” e dois na turma “b”, o que demonstra não só a presença de subsunçores, mas também uma capacidade de relacioná-los.

O desenho de um aluno da turma “b” (ver figura 16) deixa clara a representação de cada um dos termos, os genes foram representados como trechos do DNA, as moléculas de DNA em formato de uma longa escada curva, os cromossomos em formato de “X”, as setas sinalizam uma relação entre os termos já falados e os gametas, mas, é possível observar que os termos gene, DNA e

cromossomos parecem ser coisas isoladas e completamente diferentes, ou seja, não há uma relação completa entre os termos, mesmo entre os alunos que tiveram suas representações consideradas corretas, não foi possível verificar uma relação completa entre todos os termos.

Figura 16 – Representação envolvendo relação entre os termos



Fonte: Autoria própria.

Segundo Bezerra e Goulart, os alunos apresentam dificuldades em estabelecer relações entre termos genéticos (BEZERRA e GOULART, 2013). O mesmo fenômeno foi observado por Giacóia que concluiu que alunos do Ensino Médio e Superior apresentaram dificuldades em estabelecer relação entre termos envolvidos com a Genética (GIACÓIA, 2006).

De acordo com Banet e Ayuso, ter conhecimento da relação existente entre os termos aqui tratados, é uma condição relevante para se estabelecer certas garantias no êxito do estudo da Genética (BANET e AYUSO, 1995).

A seguir serão expostos os resultados obtidos mediante a análise da resolução das questões de número 6, 7, 8 e 9, todas elas de cunho objetivo conforme descrito na metodologia.

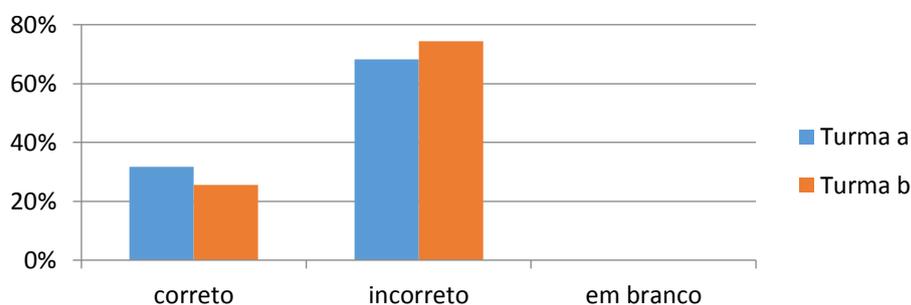
De caráter objetivo, a sexta questão foi: Alguns termos são importantes para resolver questões: homocigoto e heterocigoto fazem parte da nomenclatura básica

em Genética. Sabendo disso, qual das alternativas abaixo melhor representa esses termos?

- a) Homozigotos “AA” ou “aa” e heterozigotos “Aa”;
- b) Homozigotos “Aa” e Heterozigotos “AA” ou “aa”;
- c) Homozigotos são genes iguais e heterozigotos são genes diferentes;
- d) Homozigotos são genes diferentes e heterozigotos são genes iguais;
- e) Homozigotos “AA” ou “Aa” e heterozigotos “aa”;

Na turma “a” 32% alunos responderam corretamente, 68% responderam incorretamente e 0% deixaram a questão em branco. Na turma “b” 26% responderam corretamente, 74% responderam de forma incorreta e 0% deixaram a questão em branco (ver figura 17).

Figura 17 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da sexta questão



Fonte: Autoria própria.

O resultado revelou que vários alunos ainda não compreendem o significado dos termos, quando iguais, os genes são chamados de homozigotos, quando diferentes, são chamados de heterozigotos, mais de 50% em cada turma deixaram de fazer a associação correta.

Para respostas a sexta questão, levou-se em consideração definições como: “indivíduo apresenta um par de alelos iguais, fala-se que ele é homozigoto, sendo homozigoto dominante quando os dois alelos são dominantes (VV) e homozigoto recessivo quando ambos são recessivos (vv)”. Já a definição do termo heterozigoto: “indivíduo que tem alelos diferentes, um recessivo e outro dominante, é chamado de heterozigoto” (OSORIO, 2013, p. 29).

Ou ainda: “homozigoto tem dois alelos iguais para a característica em questão, o mesmo alelo em dose dupla. O heterozigoto tem dois alelos diferentes para a característica em questão” (JÚNIOR et, al., 2013, p. 71).

E por fim: “indivíduo é homozigoto quando possui dois alelos idênticos de um gene. Chama-se heterozigoto o organismo que possui dois alelos distintos para um mesmo gene” (BRÖCKELMANN, 2013, p. 31).

O que os autores chamam de alelos, nada mais é que genes que ocupam a mesma posição no par de cromossomos responsável por uma determinada característica. Logo, é comum aparecer os termos, genes, alelos ou genes alelos para definir a mesma coisa.

Para responder a sexta questão o aluno teve que assinalar a resposta que melhor define os termos homozigoto e heterozigoto, ambos os termos são elementares para o entendimento e resolução de problemas envolvendo Genética. Quando falamos em homozigoto nos referimos a genes que são exatamente iguais, isto é, trechos de DNA com a mesma sequência de bases nitrogenadas, já quando falamos em heterozigoto, nos referimos a genes diferentes, isto é, trechos de DNA com sequencias de bases nitrogenadas diferentes. Logo, a resposta correta para essa questão foi à afirmativa “c”.

Figura 18 – Recortes da sexta questão

6) Alguns termos são importantes para resolver questões: homozigoto e heterozigoto fazem parte da nomenclatura básica em genética. Sabendo disso, qual das alternativas abaixo melhor representa esses termos?

- a) Homozigotos “AA” ou “aa” e heterozigotos “Aa”;
- b) Homozigotos “Aa” e Heterozigotos “AA” ou “aa”;
- c) Homozigotos são genes iguais e heterozigotos são genes diferentes;
- d) Homozigotos são genes diferentes e heterozigotos são genes iguais;
- e) Homozigotos “AA” ou “Aa” e heterozigotos “aa”;

6) Alguns termos são importantes para resolver questões: homozigoto e heterozigoto fazem parte da nomenclatura básica em genética. Sabendo disso, qual das alternativas abaixo melhor representa esses termos?

- a) Homozigotos “AA” ou “aa” e heterozigotos “Aa”;
- b) Homozigotos “Aa” e Heterozigotos “AA” ou “aa”;
- c) Homozigotos são genes iguais e heterozigotos são genes diferentes;
- d) Homozigotos são genes diferentes e heterozigotos são genes iguais;
- e) Homozigotos “AA” ou “Aa” e heterozigotos “aa”;

Fonte: Autoria própria.

Na figura acima (ver figura 18), é possível observar duas situações, a esquerda um aluno marca a alternativa “c”, considerada a alternativa correta uma vez que se aproxima mais com os termos e conceitos colocados em questão, bem como com a realidade. Já no recorte da direita, o aluno marca a alternativa “a”, considerada equivocada, pois, embora as letras “AA” e “aa” sejam muito utilizados para representar o conceito de homozigoto, bem como “Aa” o conceito de heterozigoto, qualquer letra pode ser utilizada desde que siga a mesma lógica.

Os alunos que acertaram a questão demonstraram um nível de abstração do conceito muito próximo da realidade, o que sugere a presença de fortes subsunções. Muitos alunos marcaram a alternativa “a” que embora não esteja completamente equivocada, não é a melhor forma de definir e representar o conceito em questão, demonstrando um nível de abstração mais distante da realidade, o que pode caracterizar presença subsunções confusos ou até mesmo sua ausência.

Segundo Banet e Ayuso, muitas vezes o entendimento desses termos e seus conceitos são equivocados, sendo algo a se considerar, uma vez que a partir desses termos e seus conceitos os alunos interpretam novos conteúdos. Muitas vezes os alunos demonstram dificuldades em entender o significado dos símbolos utilizado para representar genes alelos (BANET e AYUSO, 1995).

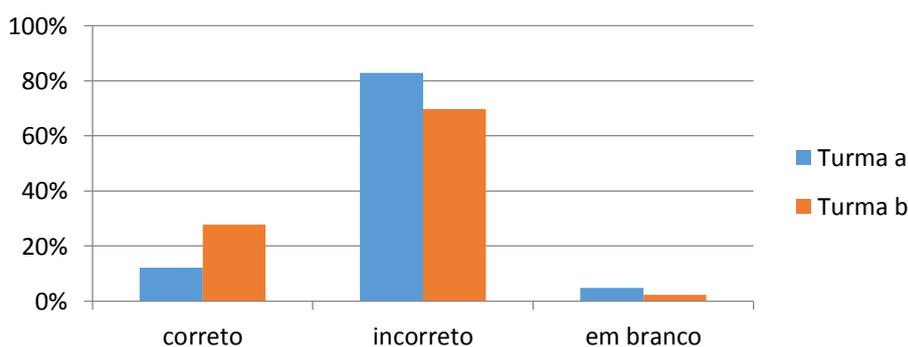
A sétima questão é uma adaptação de uma questão do livro didático, também de caráter objetivo que indaga: “Resultam das modificações produzidas pelo meio ambiente, que não chegam a atingir os gametas, não sendo por isso transmissíveis”.

O texto acima se refere aos caracteres:

- a) hereditários
- b) dominantes
- c) genotípicos
- d) fenotípicos
- e) recessivos

Na turma “a”, 12% responderam de forma correta, 83% responderam incorretamente e 5% responderam em branco. Na turma “b”, 28% responderam à questão corretamente, 70% responderam de forma incorreta e 2% deixaram em branco (ver figura 19).

Figura 19 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da sétima questão



Fonte: Autoria própria.

O resultado demonstrou que maioria dos alunos desconheceu o significado do termo fenótipo. Dos 41 alunos da turma “a”, 36 demonstraram desconhecer o significado do termo, já na turma “b”, dos 43 alunos, 31 demonstraram o mesmo.

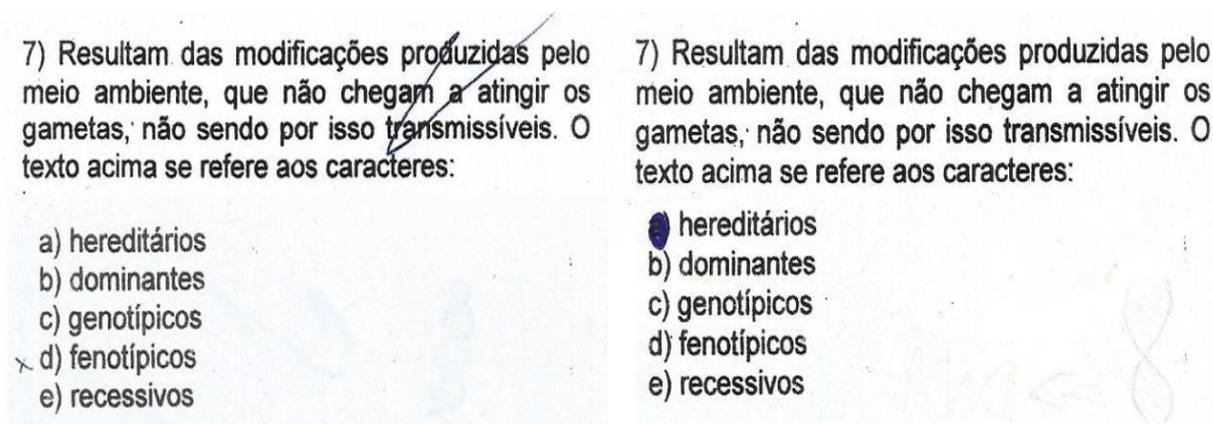
A resposta que melhor define o conceito de fenótipo foi baseada em definições como: “características observáveis de um ser vivo, sejam físicas, bioquímicas ou comportamentais”. E ainda: “indivíduos, mesmo que tenham genótipos idênticos, podem apresentar diferentes diferenças no fenótipo decorrentes de influencias ambientais” (AMABIS e MARTHO, 2013, p.89).

Outra definição para o termo em questão é: “Características ou aspectos apresentados por um indivíduo, que são determinadas pelo genótipo e moduladas por fatores ambientais” (MENDONÇA, 2013, p.159).

O fenótipo pode ser definido ainda como: “caráter de um indivíduo determinado pelo genótipo em interação com o meio ambiente” (PEZZI et al., 2010, p.15).

A sétima questão trouxe um problema envolvendo outro importante termo, o fenótipo, que traz como conceito o conjunto das características de um ser vivo, o fenótipo pode ser alterado até certo ponto por fatores ambientais, mas, as alterações no fenótipo não são capazes de alterar os genes, portanto, acertou a questão que marcou a alternativa “d”.

Figura 20 – Recortes da sétima questão



Fonte: Autoria própria.

A figura acima (ver figura 20) demonstra dois recortes da sétima questão, do lado esquerda um aluno consegue marcar a alternativa correta, o que sugere a presença de subsunçores ligados ao termo, enquanto do lado direito, um recorte em que o aluno confunde o conceito de fenótipo com o de hereditariedade, como os erros foram bem distribuídos entre as alternativas “a”, “b”, “c” e “e”, suscitasse a

resolução pode ter sido feita através de chute que implica na ausência de subsunçores.

O resultado demonstrou um número expressivo de alunos equivocados, mais de 79,7% dos alunos em ambas as turmas não conseguiram resolver um problema típico do livro didático.

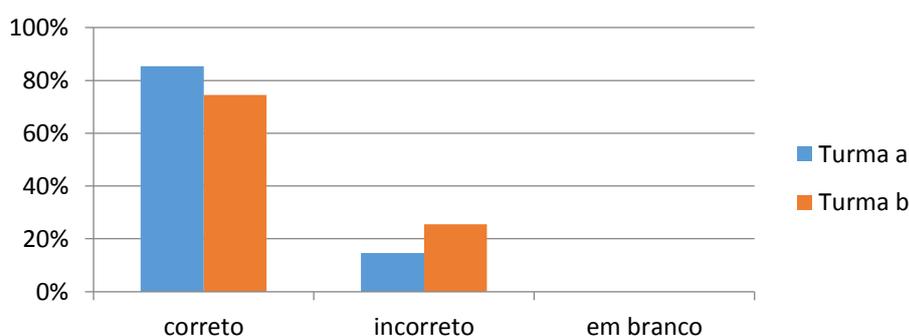
Diferente dos resultados obtidos aqui, ao analisar o conceito fenótipo em turmas do ensino médio, Bezerra notou que a maioria dos alunos possuem subsunçores coerentes para esse termo, numa prevalência de 79% dos alunos acertando a questão (BEZERRA e GOULART, 2013).

Ainda de caráter objetivo, a oitava questão trouxe o seguinte enunciado: É muito comum ouvir durante aulas de Genética o termo “**hereditário**” ou “**Hereditariedade**”, ambos têm o mesmo significado, algumas questões também trazem esse termo. Sabendo disso, qual das alternativas está correta no que diz respeito a esses termos.

- a) se refere às características que são passadas dos pais para os filhos;
- b) o resultado da interação do genótipo com o ambiente;
- c) conjunto de caracteres internos de um organismo;
- d) o conjunto de cromossomos;
- e) conjunto de genes de um organismo;

Na turma “a”, 85% responderam corretamente, 15% responderam de forma incorreta e 0% deixaram a questão em branco. Na turma “b”, 74% responderam corretamente, 26% incorretamente, 0% deixou a questão em branco (ver figura 21).

Figura 21 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da oitava questão



Fonte: Autoria própria.

A alternativa considerada correta levou consideração às definições de hereditariedade que serão exemplificadas a seguir.

Segundo Osorio o termo expresso na questão carrega o seguinte conceito: “transmissão de genes mediante a reprodução, dos ascendentes para os descendentes. Na maioria das vezes as duas gerações guardam similaridades morfológicas devidas ao elevado número de genes em comum” (OSORIO, 2013, p.307).

Outro autor afirma que: “os padrões de herança biológica ou hereditariedade, ou seja, o modo como às características de uma espécie são transmitidas de geração para geração” (BRÖCKELMANN, 2013, p18).

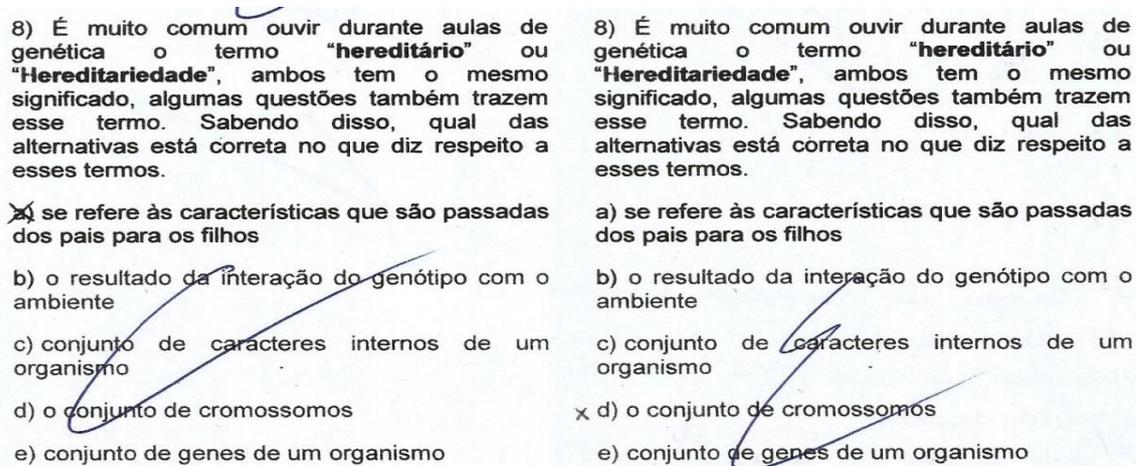
Foi considerada ainda a definição: “característica condicionada por gene ou genes, localizados nos cromossomos, portanto transmissíveis de uma geração para outra” (PEZZI et al., 2010, p.15).

Para essa questão, a maioria dos alunos demonstraram conhecer o termo, bem como seu significado, mais de 50% em ambas as turmas responderam à questão corretamente.

Na oitava questão indagou sobre o conceito por trás dos termos hereditário e hereditariedade que podem ser definidos como as características passadas dos pais para filhos, dois termos simples, de fácil entendimento e que é base da Genética, ciência da hereditariedade.

A maioria dos alunos não tiveram problemas para resolver a questão, demonstrando claramente que a alternativa “a” é a que melhor define os termos (ver figura 22).

Figura 22 – Recortes da oitava questão



Fonte: Autoria própria.

A figura anterior representa a resolução da oitava questão, do lado esquerdo o recorte de uma questão resolvida de forma correta, enquanto do lado direito,

recorte de uma má resolução, de modo geral, a maioria dos alunos demonstram possuir subsunções ligado aos termos.

Numa pesquisa feita por Giacóia, os resultados foram contrários aos observados aqui, em uma de suas questões, os alunos teriam espaço para que discorressem sobre o seu entendimento de hereditariedade, muitas acabaram deixando a questão em branco e poucos conseguiram estruturar uma resposta (GIACÓIA, 2006).

Na última questão objetiva, a nona questão solicita: Qual das alternativas abaixo melhor conceitua os termos **fenótipo** e **genótipo**?

- a) fenótipo são características apresentada por um indivíduo e genótipo são genes desse indivíduo.
- b) genótipo são características apresentada por um indivíduo e fenótipo são genes desse indivíduo.
- c) tanto o genótipo quanto o fenótipo refere-se às características apresentada por um indivíduo.
- d) tanto o genótipo quanto o fenótipo refere-se aos genes de um indivíduo.
- e) o fenótipo e o genótipo é o conjunto de características físicas, morfológicas e fisiológicas de um organismo.

Na turma “a”, 39% responderam corretamente, 61% responderam incorretamente e 0% deixou a questão em branco. Na turma “b”, 33% responderam corretamente, 65% responderam incorretamente e 2% deixaram a questão em branco (ver figura 23).

A alternativa correta para as definições de fenótipo e genótipo levaram em consideração as definições a seguir.

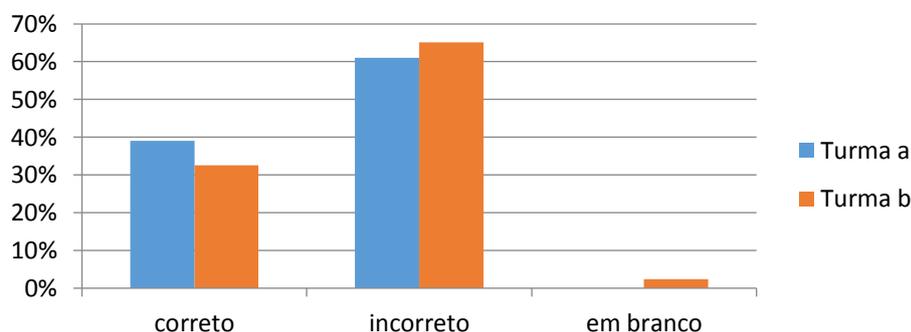
O “Genótipo é a constituição gênica de um indivíduo, ou seja, par de alelos que ele possui e já o fenótipo é a manifestação do genótipo, seja ele visível ou não, ou pelo menos verificável, o fenótipo depende de dois fatores, genótipo e o meio” (JÚNIOR et al., 2013, p. 71).

Ou ainda: “O termo genótipo (do grego *genos*, “origem”, “procedência”, e *typos*, “característico”) diz respeito às disposições hereditárias de um organismo e fenótipo (do grego *phaino*, “evidente”, e *typos*, “característico”) refere-se às formas sob as quais disposições se manifestam no organismo” (OSORIO, 2013, p.29).

Outro autor ressalta: “A constituição Genética de um indivíduo é chamada de genótipo. Já o fenótipo de um indivíduo corresponde às características apresentadas

por eles, sejam elas morfológicas...”, ou de qualquer tipo, “dependem do genótipo e de fatores ambientais...” (BRÖCKELMANN, 2013, p. 31).

Figura 23 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da nona questão



Fonte: Autoria própria.

Os dados revelaram, que a maioria dos alunos de ambas as turmas desconhecem o significado de termos elementares para compreensão e resolução de problemas envolvendo Genética, isto é, os dados demonstraram que a maioria dos alunos possuem subsunçores equivocados ou não os possuem, logo, terão dificuldades de entender fenômenos genéticos.

A nona questão trouxe um problema relacionado a dois termos também muito frequentes, fenótipo que já apareceu anteriormente e o genótipo, como dito anteriormente o fenótipo pode ser definido como o conjunto de características de um ser vivo, já o genótipo é o conjunto de genes de um ser vivo. Para tanto, a única alternativa que reflete o conceito por trás dos termos é a alternativa “a” (figura 24).

Figura 24 – Recortes da nona questão

- | | |
|---|---|
| <p>9) Qual das alternativas abaixo melhor conceitua os termos fenótipo e genótipo?</p> <p><input checked="" type="radio"/> a) fenótipo são características apresentada por um indivíduo e genótipo são genes desse indivíduo.</p> <p><input type="radio"/> b) genótipo são características apresentada por um indivíduo e fenótipo são genes desse indivíduo.</p> <p><input type="radio"/> c) tanto o genótipo quanto o fenótipo refere-se às características apresentada por um indivíduo.</p> <p><input type="radio"/> d) tanto o genótipo quanto o fenótipo refere-se aos genes de um indivíduo.</p> <p><input type="radio"/> e) o fenótipo e o genótipo é o conjunto de características físicas, morfológicas e fisiológicas de um organismo.</p> | <p>9) Qual das alternativas abaixo melhor conceitua os termos fenótipo e genótipo?</p> <p>a) fenótipo são características apresentada por um indivíduo e genótipo são genes desse indivíduo.</p> <p>b) genótipo são características apresentada por um indivíduo e fenótipo são genes desse indivíduo.</p> <p>c) tanto o genótipo quanto o fenótipo refere-se às características apresentada por um indivíduo.</p> <p><input checked="" type="radio"/> d) tanto o genótipo quanto o fenótipo refere-se aos genes de um indivíduo.</p> <p>e) o fenótipo e o genótipo é o conjunto de características físicas, morfológicas e fisiológicas de um organismo.</p> |
|---|---|

Fonte: Autoria própria.

Bezerra ao analisar o Conhecimento Prévio de alunos do Ensino Médio sobre os termos fenótipo e genótipo, observou que mais de 70% de sua amostra aparenta conhecer os termos, bem como seu conceito (BEZERRA e GOULART, 2013).

O fato observado aqui parece condizer com a ideia de Rindos e Atkinson que observaram que os métodos tradicionais de ensino acabam produzindo uma visão incorreta sobre termos como genótipo (BANET e AYUSO, 1995. *apud* RINDOS e ATKINSON, 1990).

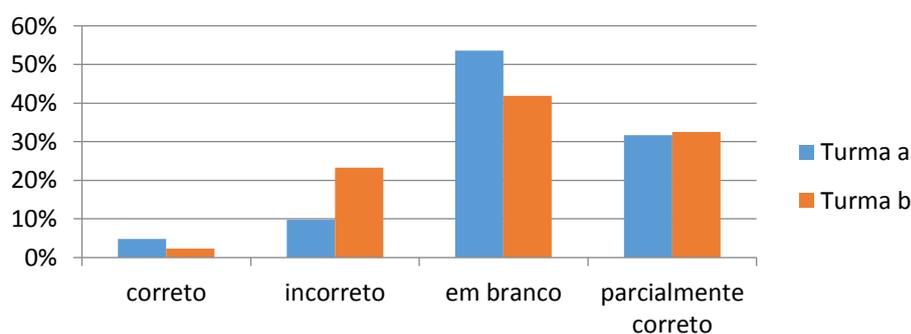
A décima e última questão teve o caráter discursivo, apresenta um problema comum na Genética do ensino médio e costuma envolver a compreensão de todos os conceitos mencionados anteriormente: A capacidade de sentir o gosto de uma substância amarga chamada feniltiocarbamida (PTC) deve-se a um gene dominante. Qual será a probabilidade de um casal (sensível a essa substância e heterozigótico) ter filhos com e sem essa característica? Utilize o quadro de Punnett para realizar o cruzamento. Após realizar o cruzamento tente explicar se possível, em que local nesse cruzamento você está representando os **gametas**, os **genes**, o **fenótipo**, e o **genótipo**.

Na turma “a”, 5% responderam à questão corretamente, 10% responderam incorretamente, 53% deixaram a questão em branco e 32% acertam o cruzamento teste, mas, não fizeram associação com os conceitos. A turma “b” por sua vez, 2% responderam à questão corretamente, 23% incorretamente, 42% deixaram a questão em branco e 33% acertam o cruzamento, mas, não fizeram associação com os conceitos (ver figura 25).

Os resultados da décima questão confirmam a hipótese de que a maioria dos alunos não fazem associação entre os conceitos de Genética e sua aplicação prática, ao realizar um cruzamento teste, dos 41 alunos da turma “a”, apenas 2 alunos conseguiram responder à questão de forma satisfatória, relacionando o cruzamento teste com os termos agregados a ele. Na turma “b”, apenas 1 aluno conseguiu o mesmo feito, os demais, em ambas as turmas não conseguiram fazer a questão, responderam de forma incorreta ou se enquadraram na quarta categoria.

Logo, é possível considerar que apenas 3,57% dos alunos analisados, conseguiram responder à questão de forma coerente, demonstrando possuir subsunções a respeito dos termos, seus conceitos, a relação entre ambos e sua aplicação prática.

Figura 25 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco nas turmas “a” e “b” mediante a resolução da décima questão



Fonte: Autoria própria.

A quarta categoria, ou seja, aquela em que alguns alunos conseguiram responder o cruzamento teste de forma correta, mas, não conseguiram fazer a associação entre os conceitos e a resolução da atividade, leva a crer que os mesmos, responderam as questões de forma automatizada, sem saber o significado dos conceitos, fenômeno típico de uma aprendizagem mecânica.

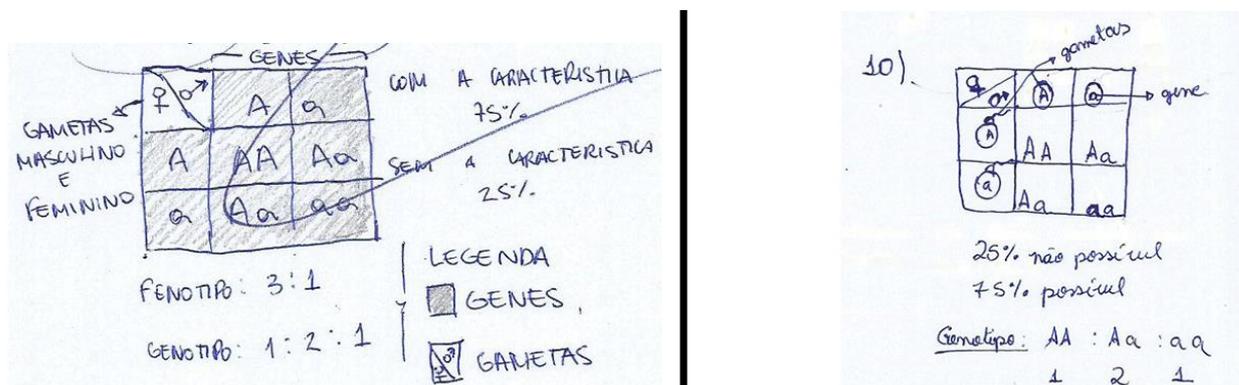
A resolução do cruzamento teste pode ser vista a seguir (ver figura 26). Como dito anteriormente, para última questão, o aluno precisaria dominar e relacionar ao mesmo tempo todos os termos e conceitos elementares da Genética.

Na imagem da esquerda, turma “a” (ver figura 26), o aluno utiliza o quadro de Punnett para realizar o cruzamento, cria um sistema de legenda pintando alguns quadros para representar o local dos genes, deixa um dos quadros em branco para representar o local dos gametas, dá à probabilidade em porcentagem de forma correta, calcula a proporção fenotípica e genotípica para a questão, o aluno demonstrou domínio dos termos e conceitos, o que caracteriza presença de subsunçores excelentes, entretanto não representa na legenda o local do genótipo e fenótipo.

Na imagem da direita (ver figura 26), turma “b”, o aluno também utiliza o quadro de Punnett para o cruzamento, emprega um sistema de setas e círculos dentro do quadro de Punnett para representar o local dos genes e gametas, calcula a probabilidade correta em porcentagem, calcula a proporção genotípica correta, entretanto, esqueceu-se de calcular a proporção fenotípica e de destacar o local do genótipo e fenótipo. Também demonstra conhecimento e certo domínio dos termos e

seus conceitos, além de estabelecer uma relação entre eles, caracterizando a presença de subsunçores excelentes (ver figura 26).

Figura 26 – Recortes da resolução da décima questão



Fonte: Autoria própria.

O fenômeno observado aqui também foi verificado em um estudo feito por Silvério e Maestrelli, eles observaram que muitos alunos ao responder problemas em genética Mendeliana, utilizaram corretamente o quadro de Punnett como um recurso para resolver problemas, todavia, muitos não reconheceram ou conseguiram explicar corretamente o significado dos elementos presentes no quadro de Punnett (SILVÉRIO E MAESTRELLI, 2005).

Para fortalecer o fenômeno observado, foram considerados método estatístico da correlação, para tanto, os dados percentuais exemplificados nas categorias corretos e incorretos para as dez questões analisadas, foram colocados lado a lado e correlacionados, para tanto, os resultados percentuais das categorias já mencionadas da turma “a” e “b”, foram inseridos no programa do Excel ao quais foram aplicadas a fórmula da correlação conforme podemos ver a seguir (=CORREL(Matriz1;Matriz2)).

A correlação obtida revelou uma fidedignidade de + 0,83 entre os dados da categoria corretos obtidos em ambas as turmas, isto é, os dados positivos obtidos na turma “a” e “b” respectivamente durante o pré-teste, foram comparados e obtiveram uma forte correlação, o que significa que provavelmente quaisquer que tenham sido os resultados positivos, eles possivelmente tiveram as mesmas causas, que nesse caso foram as aulas teóricas. O mesmo processo foi repetido com os resultados da categoria incorretos, que revelaram uma fidedignidade de + 0,84, o que significa dizer que os resultados negativos de ambas as turmas possivelmente tiveram a mesma origem (ver figura 27).

Figura 27 – Tabela de correlação entre os resultados das turmas “a” e “b” para as duas principais categorias observadas no pré-teste

Correlação	Valores de referência (- ou +)	Categoria corretos turmas “a” e “b”	Categoria incorretos turmas “a” e “b”
Muito fraca a fraca	0,00 a 0,39		
Moderada	0,40 a 0,69		
Muito forte a forte	0,70 a 1,00	+0,83	+0,84

Fonte: Autoria própria.

De um modo geral, os resultados demonstraram que a maioria dos alunos nas turmas analisadas não compreendem bem os termos utilizados em Genética, e os poucos que compreendem não conseguem fazer a relação entre conceitos e o seu significado real, sendo assim, é necessária uma intervenção que possa tornar esses conceitos mais concretos, para que os alunos possam abstraí-los e compreendê-los melhor.

3.4 Considerações Finais

Para compreender o mundo é vital ter um conhecimento básico das áreas da ciência, para tanto, o ensino médio deve fornecer aos estudantes não só a possibilidade de conhecer os termos científicos, mas também de armazená-los de forma significativa. No ensino de Biologia, a Genética faz parte de metade do último e mais importante ciclo do ensino médio, logo, é almejavél que os alunos fechem esse ciclo com alguma capacidade de perceber, interpretar e resolver problemas relacionados com a Genética.

Ao fazer uma breve análise da média de acertos os resultados confirmam a hipótese de que a maioria dos alunos possuem subsunçores confusos ou ausentes para a maioria dos termos e conceitos Genéticos, a média de acertos atingiu 38% dos alunos na turma “a” e 29% dos alunos na turma “b”, isto é, menos da metade dos alunos demonstram ter subsunçores coerentes para os termos abordados nas dez questões.

Já os resultados negativos, quando somados superam os resultados positivos, a média dos resultados negativos chega a 62% dos alunos na turma “a” e a 71% na turma “b”, o que confirma a ideia de a maioria dos alunos que estudam

Genética no ensino médio apenas com auxílio de aulas teóricas desconhecem ou confundem termos e conceitos básicos do assunto em questão.

A análise do Conhecimento Prévio, isto é, a busca por aquilo que Ausubel chama de subsunçores, critério fundamental para que a aprendizagem significativa ocorra, revelou que maioria dos alunos embora tenha passado pelo primeiro semestre do ensino médio e tenham tido contato com os conteúdos em questão, serão incapazes de perceber, interpretar e resolver problemas do mundo real envolvendo Genética.

Muitos alunos demonstraram possuir subsunçores para os termos DNA, cromossomos e hereditariedade, entretanto, um número muito mais expressivo de alunos possuem subsunçores confusos ou ausentes para termos genéticos importantes, tais como: genes, gametas, fenótipo, genótipo e outros. Além disso, tiveram dificuldade em relacionar esses termos e conceitos em problemas típicos da Genética.

A estratégia adotada na metodologia revelou ainda, que as aulas tradicionais são insuficientes para que os alunos consigam desenvolver uma aprendizagem significativa, o que não desmerece esse tipo de estratégia, uma vez que a realidade de escolas públicas muitas vezes só possibilita este método, mas, que é necessário buscar mecanismos auxiliares, isto é, que funcionem em conjunto com a mais comum didática que se tem nas escolas públicas.

A única forma de garantir com que esses alunos se apropriem desse conhecimento é através de estratégias que fomentem a aprendizagem significativa, com esse estudo, o primeiro passo para que ela ocorra foi dado. A ausência de subsunçores e ou a presença confusa dos mesmos, revela a necessidade de aulas capazes de inseri-los e organizá-los, para tanto, são necessários organizadores prévios, mas, isso será assunto para outro momento.

3.5 Referências

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. 1ª edição. São Paulo: Moderna, 2013, Volume 1.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. 1ª edição. São Paulo: Moderna, 2013, Volume 3.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2 ed. Nova York, Holt Rinehart and Winston, 1978.

BANET, E.; AYUSO, E. **Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos**. Enseñanza de Las Ciências, v. 13, n. 2, p.137 – 153, 1995.

BAPTISTA, M. M. **Desenvolvimento e utilização de animação em 3D no ensino de química**. Disponível em: <<http://www.quimica3d.com/m770596/br-c0.php>>. Campinas. 2013. Acesso em 25 de junho de 2016.

BEZERRA, R. G.; GOULART, L. S. **Levantamento e análise de conceitos genéticos entre alunos do ensino médio de um colégio público do estado de Goiás**. Revista Eletrônica de Biologia, v. 6, n. 3, p. 2014-2033, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: MEC/Semtec, 2000.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: MEC/Semtec, 1988.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

_____. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2003.

BRÖCKELMANN, R. H. **Conexões com a Biologia**. 1º edição. São Paulo: Moderna, 2013, volume 1.

BRÖCKELMANN, R. H. **Conexões com a Biologia**. 1º edição. São Paulo: Moderna, 2013, volume 3.

FERNANDES, L. **Conhecimento prévio**. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1510/conhecimento-previo>>. Nova escola. 2011. Acesso em: 24 de junho de 2017.

FONTELLES, M. J., SIMÕES, M. G., FARIAS, S. H., FONTELLES, R. G. S. **Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa**. Belém, 2009.

GIACÓIA, L. R. D. **Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas**. 2006, 93p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência), Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru/SP, 2006.

JÚNIOR, C. S.; SASSON, S.; JÚNIOR, N. C. **Biologia**. 10ª edição. São Paulo: Saraiva, 2013. 464.

KLAUTAU, N.; AURORA, A.; DULCE, D.; SILVIENE, S.; HELENA, H. y CORREIA, A. **Relação entre herança genética, reprodução e meiose: um estudo das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal**. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2267-2270, 2009. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/294291/382845>>. Acesso em: 25 junho 2017.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio: volume 2**. 2º edição. São Paulo: Saraiva, 2013. 432.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio: volume único**. 2º edição. São Paulo: Saraiva, 2008.

MELO, J. R., CARMO, E. M. **Investigações sobre o ensino de Genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas**. Ciência & Educação, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MENDONÇA, V. L. **Biologia: O ser humano, Genética e evolução**. 2ª edição. São Paulo: AJS, 2013, volume 1.

MENDONÇA, V. L. **Biologia: O ser humano, Genética e evolução**. 2ª edição. São Paulo: AJS, 2013. Volume 3.

MOREIRA, M. A.; **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em ensino: Aspectos metodológicos**. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidade de Burgos, Espanha; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. (Texto de apoio Nº 19), 2003.

OSORIO, C. T. **Ser protagonista: Biologia**. 2ª edição. São Paulo: SM Ltda, 2013, Volume 3.

PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. C. **Concepções prévias de alunos de terceiro ano do ensino médio a respeito de temas na área de Genética**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 7, n. 3, p. 1-20, 2005.

PEZZI, A.; GOWDAK, D. O.; MATTOS, N. S. **Biologia: Genética, evolução e ecologia**. 1ª edição. São Paulo: FTP, 2010. 79.

SILVÉRIO, L. E. R.; MAESTRELLI, S. R. P. **A resolução de problemas em genética mendeliana**. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, n. 5, 2005.

TAUCEDA, K. C.; PINO, J. C. D. **Os conhecimentos prévios e as implicações na aprendizagem significativa de David Ausubel na construção do modelo mental da membrana celular no ensino médio**. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, V3(2), pp. 77-85, 2013.

4 GENÉTICA ANIMADA: CONCEITOS ELEMENTARES

No decorrer do ano letivo de 2015 foram desenvolvidos alguns materiais, sendo descritos nessa seção alguns trechos da animação escolhidos aleatoriamente e que teoricamente seriam capazes de favorecer os processos de ensino e aprendizagem. Após a passagem pelo primeiro semestre do ano letivo de 2015, período em que os alunos mantiveram contato com o conteúdo de Genética, foi aplicado um questionário conforme descrito no artigo 1 desta dissertação, a partir daí foi possível levantar informações sobre o conhecimento prévio dos alunos, com base nas informações e interpretações coletadas foram desenvolvidas as animações.

Basicamente, quando percebido que um grupo de alunos apresentou dificuldades em representar pictoricamente um determinado termo, como exemplo os cromossomos, buscou-se através de livros didáticos do Ensino Médio os modelos mais usuais para representar essa estrutura, em seguida foram dadas uma ênfase maior na produção dos desenhos que fariam parte da animação, o áudio também foi preparado de modo a chamar a atenção dos alunos no momento da aparição dos cromossomos.

Nesse sentido, o pré-teste foi fundamental para produção autoral das animações, pois elas foram preparadas levando em consideração as dificuldades observadas durante a resolução das questões pelos alunos.

As animações preparadas trataram dos seguintes termos e seus conceitos: DNA, Cromossomos, Genes, Gametas, relação existente entre os termos anteriores, alterações fenotípicas, Homozigoto e Heterozigoto, Hereditariedade, Fenótipo e Genótipo, e por fim, resolução e interpretação de problemas de probabilidade com quadro de Punnett.

Todas as animações desenvolvidas exemplificaram os termos e conceitos que são considerados fundamentais para compreender a Genética e resolver situações problema envolvendo a Genética, bem como interpretar os fenômenos Genéticos no mundo real.

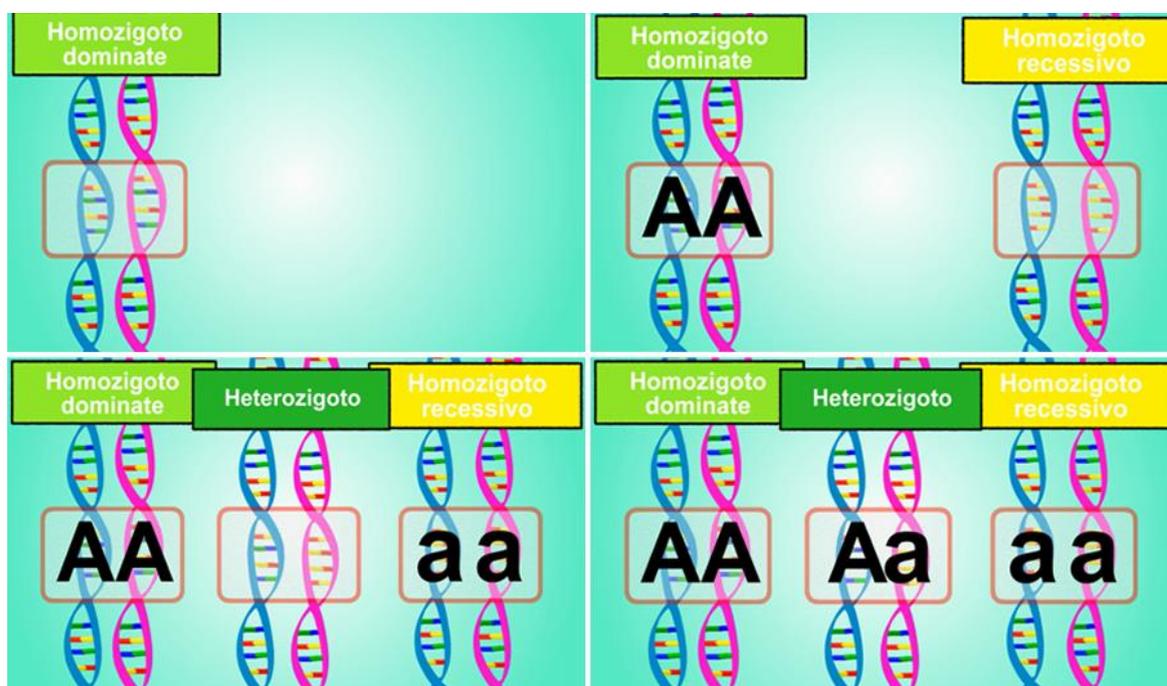
Como fontes de consulta foram utilizados livros didáticos de nível médio sobre o tema, indicados nas referências. Foi utilizado o software Fireworks (ver apêndice D) para o desenvolvimento autoral dos desenhos, dos textos, figuras e fundo que aparecem na animação, para gravação do áudio foi utilizado um smartphone e um fone de ouvido comum em qualquer aparelho, além do aplicativo Audio Recorder

(ver apêndice E), em seguida as imagens e áudios foram salvos e transferidos para o programa de edição de vídeos Sony Vegas Pro (ver apêndice F) onde foram feitos os trabalhos de movimento e a inserção do áudio.

Sobre o nível de detalhamento dos conceitos abordados, foi médio, a ideia foi tentar abordar na mesma profundidade com que livros de biologia de nível médio, como os de Amabis e Martho, Sônia Lopes e outros autores abordam.

O objetivo desse trecho da animação foi reduzir os níveis de abstração frente aos conceitos de genes homozigotos e heterozigotos, normalmente apresentados na forma de texto conforme definição dos autores logo acima, dessa forma o assunto se torna abstrato e de difícil compreensão. Por outro lado, a animação se apodera desses conceitos para mostrar o assunto de forma mais concreta (ver figura 1).

Figura 1 – Frames da animação retratando os conceitos de genes homozigoto e heterozigoto



Fonte: Autoria própria.

Um dos conceitos elementares é o de genes homozigotos e heterozigotos, para o desenvolvimento desse trecho da animação levou-se em consideração as definições de Osorio, Júnior e Bröckelmann conforme veremos a seguir.

Quando o indivíduo apresenta um par de alelos iguais, fala-se que ele é homozigoto, sendo homozigoto dominante quando os dois alelos são dominantes (VV) e homozigoto recessivo quando ambos são recessivos (vv). O indivíduo que

tem alelos diferentes, um recessivo e outro dominante, é chamado de heterozigoto (OSORIO, 2013, p. 29).

O homozigoto tem dois alelos iguais para a característica em questão, o mesmo alelo em dose dupla. O heterozigoto tem dois alelos diferentes para a característica em questão (JÚNIOR et al., 2013, p. 71).

Diz-se que o indivíduo é homozigoto quando possui dois alelos idênticos de um gene. Chama-se heterozigoto o organismo que possui dois alelos distintos para um mesmo gene (BRÖCKELMANN, 2013, p. 31).

Na figura anterior foram destacados quatro *frames* do trecho da animação que trata dos conceitos de genes homozigotos e heterozigotos, no canto superior esquerdo (figura 1) temos o frame com o desenho de duas moléculas de DNA, foi destacado com um quadro vermelho um trecho que representa os genes, acima um quadro verde destacando que ali temos um par de genes homozigoto dominante, nota-se que no trecho destacado as bases nitrogenadas possuem a mesma coloração em ambas as moléculas.

No canto superior direito temos outro frame da animação (ver figura 1), agora temos a representação do par de genes homozigoto recessivos, nota-se a mesma situação do frame anterior, o trecho destacado possui bases nitrogenadas exatamente iguais, entretanto colorações diferentes se comparadas com as dos genes homozigotos dominantes, está estratégia foi proposital para diferenciar os genes dominantes dos recessivos.

No terceiro frame canto inferior esquerdo, temos a representação do par de genes heterozigoto, bastante similar aos *frames* anteriores, nota-se a grande diferença no trecho destacado com quadro vermelho, as bases nitrogenadas da molécula de DNA em azul e diferente da molécula de cor rosa, neste caso temos um gene do par sendo dominante e um gene do par sendo recessivo. No quarto e último frame canto inferior direito, todos os genes dão lugar as letras que já se manifestavam ao longo dos outros *frames*, estratégia muito comum para representar os pares dos diferentes tipos de genes.

Assim procurou-se prover uma ideia mais concreta do conceito, uma vez que os tipos de genes são expressos através do que eles realmente são, isto é, trechos de DNA, só depois foram feitas associações com as letras deixando bem claro através do áudio que as letras são utilizadas para substituir o que realmente existe.

Outros dois conceitos importantes para que o aluno possa compreender a Genética são os conceitos de fenótipo e genótipo. Para o desenvolvimento da animação destinada a auxiliar no entendimento desses termos foram levados em consideração os seguintes conceitos:

Os geneticistas utilizam o termo fenótipo para referir-se às características observáveis de um ser vivo, sejam físicas, bioquímicas ou comportamentais. Dois indivíduos, mesmo que tenham genótipos idênticos, podem apresentar diferentes diferenças no fenótipo decorrentes de influências ambientais (AMABIS e MARTHO, 2013, p.89).

Características ou aspectos apresentados por um indivíduo, que são determinadas pelo genótipo e moduladas por fatores ambientais (MENDONÇA, 2013, p.159).

O termo fenótipo pode ser aplicado tanto ao conjunto das variedades, dos caracteres manifestados em um organismo como à variedade de cada caráter em particular. O genótipo determina uma escala de variedades fenotípica para o indivíduo, e o meio ambiente determina o ponto dessa escala em que o indivíduo está (LOPES e ROSSO, 2013, p.168).

Cada caráter de um indivíduo determinado pelo genótipo em interação com o meio ambiente (PEZZI et al., 2010, p.15).

Genótipo é a constituição gênica de um indivíduo, ou seja, par de alelos que ele possui e já o fenótipo é a manifestação do genótipo, seja ele visível ou não, ou pelo menos verificável, o fenótipo depende de dois fatores, genótipo e o meio (JÚNIOR et al., 2013, p. 71).

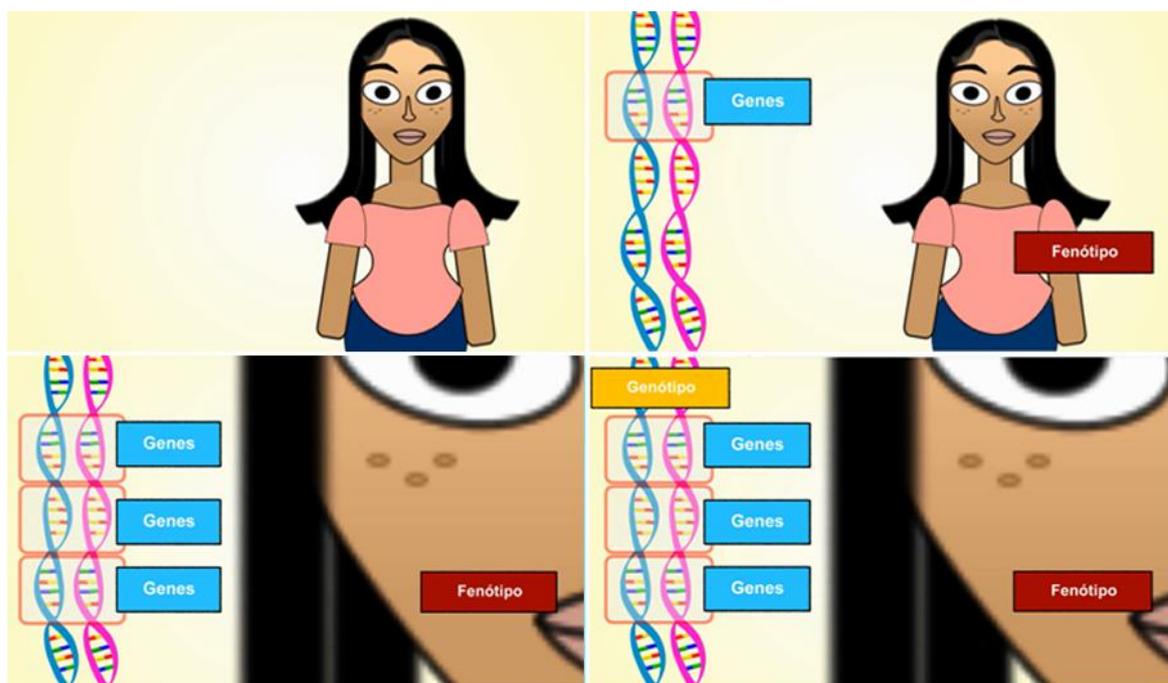
O termo genótipo (do grego *genos*, “origem”, “procedência”, e *typos*, “característico”) diz respeito às disposições hereditárias de um organismo e fenótipo (do grego *phaino*, “evidente”, e *typos*, “característico”) refere-se às formas sob as quais disposições se manifestam no organismo (OSORIO, 2013, p.29).

A constituição Genética de um indivíduo é chamada de genótipo. Já o fenótipo de um indivíduo corresponde às características apresentadas por eles, sejam elas morfológicas, fisiológicas, bioquímicas ou comportamentais, dependem do genótipo e de fatores ambientais (BRÖCKELMANN, 2013, p. 31).

Com base nas definições dos autores foi criado o trecho da animação sobre o fenótipo e o genótipo (ver figura 2), no primeiro frame canto superior esquerdo entra uma personagem denominada Priscila, o áudio chama a atenção para as

características desse personagem, cabelos negros, olhos puxados e sardas no rosto. No segundo frame, canto superior direito, temos o aparecimento do termo fenótipo e de um par de genes. No terceiro frame, canto inferior esquerdo, temos três trechos das moléculas de DNA destacadas, que representa os genes que são responsáveis pelos fenótipos descritos durante a animação, nota-se que a personagem recebe um zoom na região do rosto com sardas, o áudio informa que o terceiro trecho de DNA destacado é responsável pela característica de sardas no rosto. No quarto e último frame, canto inferior direito, o termo genótipo aparece e é associado ao fenótipo conforme os conceitos.

Figura 2 – Frames da animação retratando os conceitos de genótipo e fenótipo



Fonte: Autoria própria.

O objetivo desta animação, mais uma vez é tornar os termos e seus conceitos mais concretos, para que os alunos possam entender esse assunto de uma forma menos abstrata.

O terceiro conceito abordado neste trabalho foi o de hereditariedade, é um dos termos mais simples dentro do conteúdo de Genética, entretanto apresenta sua importância. Para elaboração do trecho da animação que trata deste termo foi levado em consideração às definições dos autores a seguir.

Transmissão de genes mediante a reprodução, dos ascendentes para os descendentes. Na maioria das vezes as duas gerações guardam similaridades

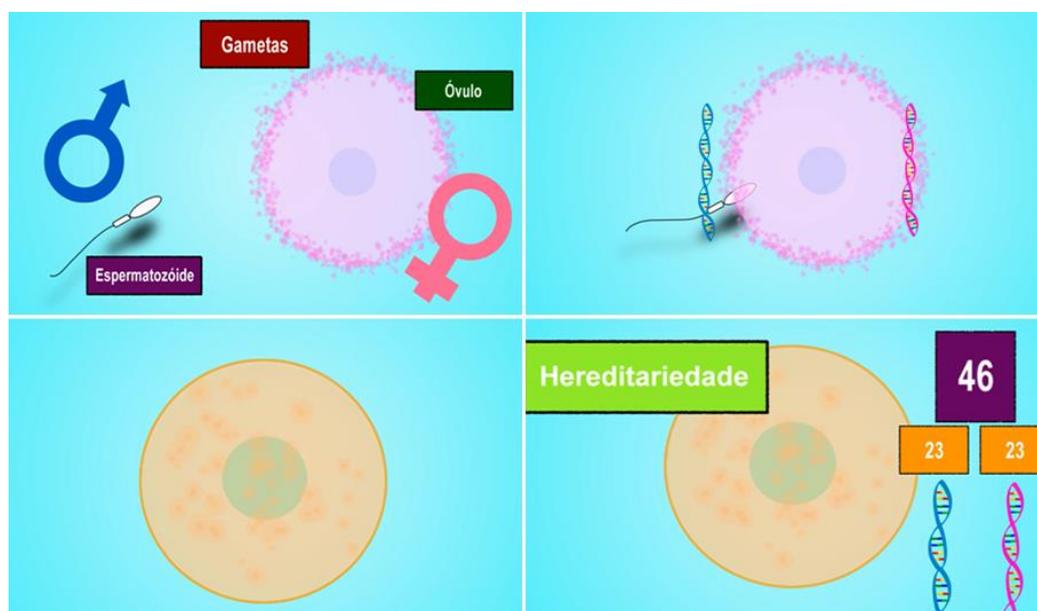
morfológicas devidas ao elevado número de genes em comum (OSORIO, 2013, p.307).

Os padrões de herança biológica ou hereditariedade, ou seja, o modo como as características de uma espécie são transmitidas de geração para geração (BRÖCKELMANN, 2013, p18).

Característica condicionada por gene ou genes, localizados nos cromossomos, portanto transmissíveis de uma geração para outra (PEZZI et al., 2010, p.15).

Para tanto, o trecho da animação se apropriou dos conceitos tornando-os menos abstratos (ver figura 3). No primeiro frame, canto superior esquerdo, é dada uma noção sobre os gametas através de movimentos e do áudio, que descreve as estruturas. No segundo frame, canto superior direito os gametas se movimentam, um vai em direção ao outro, o áudio explica que essas células de reprodução estão carregando os genes dos pais. No terceiro frame, canto inferior esquerdo, o gameta masculino, fecunda o feminino dando origem à célula ovo, também conhecida como zigoto, o áudio informa sobre o número de moléculas de DNA que cada gameta foi responsável por ceder para o futuro embrião. No quarto frame, canto inferior direito, o termo hereditariedade é apresentado, ao lado, o número de moléculas de DNA ou cromossomos cedidos pelo pai e pela mãe, o áudio informa que esses são responsáveis pelo número total de cromossomos do zigoto.

Figura 3 – Frames da animação retratando o conceito de hereditariedade



Fonte: Autoria própria.

Mais uma vez, o objetivo da animação foi de se apoderar dos termos e conceitos elementares para compreensão da Genética para torná-los menos abstratos, facilitando os processos de ensino e aprendizagem do conteúdo em questão.

Após o período de produção, as animações foram agrupadas em um único arquivo no formato de vídeo, o que deu origem ao produto educacional intitulado “Genética Animada: Conceitos elementares”, o mesmo tem duração de exatos 13 minutos e ficará disponível em um canal no YouTube, para acessar o produto educacional o interessado deve acessar o endereço: www.youtube.com/jeffleslayon, em seguida, basta pesquisar pelo título do produto educacional, que como dito anteriormente se chama “Genética Animada: Conceitos elementares”.

5 ARTIGO 2 – O USO DE ANIMAÇÕES COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGUNS CONCEITOS ELEMENTARES DA GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO

Resumo

Com um número de pesquisas ainda reduzido no Brasil, o ensino de genética deve ser investigado. Muitos alunos apresentam dificuldade em entender fenômenos genéticos e a maioria dos professores e escolas possuem recursos limitados a sua disposição, sendo necessária a busca por estratégias capazes de contornar tais problemas, logo, as tecnologias demonstram ser importantes aliadas. Este artigo objetivou investigar a influência de animações em 2D, relacionadas ao processo de aprendizagem por parte dos discentes, dos termos e conceitos considerados elementares para a compreensão do conteúdo de Genética. Optou-se por trabalhar com alunos do terceiro ano do Ensino Médio, de uma escola pública do município de Maceió na capital do Estado de Alagoas. Esta pesquisa foi baseada no processo investigativo, sendo utilizadas análises quantitativas, com uso de um questionário aplicado em dois momentos, um após o fim do primeiro semestre, período pós-aulas tradicionais envolvendo a temática, e sua repetição após o uso de animações em 2D. Os resultados demonstraram um número de acertos significativos após a intervenção. O recurso tecnológico em questão demonstrou ser uma ferramenta de ensino e aprendizagem favorável, uma vez que a maioria dos alunos apresentou um domínio maior sobre termos e conceitos genéticos após a intervenção.

Palavras-chave: ensino de Genética, animações em 2D, tecnologia na educação.

Abstract

With a number of surveys still reduced in Brazil, the teaching of genetics should be investigated. Many students have difficulty understanding genetic phenomena and most teachers and schools have limited resources at their disposal, and the search for strategies that are able to circumvent such problems is necessary, so technologies demonstrate to be important allies. This article aimed to investigate the influence of 2d animations, related to the learning process by the students, the terms and concepts considered elementary for understanding the content of genetics. He was chosen to work with students of the third year of high school, a public school of the municipality of Maceió in the capital of the state of Alagoas. This research was based on the investigative process, being used quantitative analyses, using a questionnaire applied at two times, one after the end of the first semester, period after traditional classes involving the thematic, and its repetition after the Use of 2d animations. The results demonstrated a number of significant hits after the intervention. The technological resource in question proved to be a favorable teaching and learning tool, since most students presented a larger field on genetic terms and concepts after the intervention.

Keywords: genetic education, 2D animations, technology in education.

5.1 Introdução

As pesquisas no Brasil, voltadas para compreensão dos processos de ensino e aprendizagem da Genética no ensino médio ainda são incipientes, tal fenômeno demanda que professores/pesquisadores voltem os olhos para essa área do conhecimento (MELO e CARMO, 2009).

Os resultados de trabalhos sobre o ensino de Genética têm mostrado desde a década de 90 a necessidade de investigar mais sobre o ensino da biologia em geral e em particular da Genética (RODRIGUEZ, 1995).

A Genética possui implicações importantes sobre questões econômicas, éticas e sociais, por essa razão é um dos assuntos mais discutidos no ensino de biologia devido à sua importância e por ser uma área em rápida expansão (RODRIGUEZ, 1995, p.379. *apud* Stewart e Kirk, 1990; Garvin e Stefani, 1993).

Por ser um tema relevante para o cidadão, os professores devem buscar estratégias para que alunos entendam seus conceitos, os Parâmetros Curriculares Nacionais afirmam que entender esses conceitos são de extrema importância para compreensão do mundo (BRASIL, 2003).

No Ensino Médio, período em que o estudante está prestes a fechar um dos ciclos consideravelmente mais importante de sua vida, é relevante que haja uma construção do conhecimento de qualidade (MELO e CARMO, 2009).

No dia a dia da sala de aula o professor enfrenta diversos problemas, esses moldam a maneira como se ensina e principalmente como se aprende Ciências. Para tentar minimizar tais problemas, o professor pode buscar estratégias de ensino e aprendizagem mais eficazes e que possam se enquadrar na realidade dos alunos, da escola e do próprio professor (BIZZO, 2004).

O uso de novos recursos metodológicos, principalmente o da inserção das tecnologias no processo de ensino/aprendizagem podem ser favorecedoras. Conteúdos preparados com auxílio da tecnologia podem ser mais fascinantes e atraentes. Isso impede a perda de informações de grande valor, pois, as pessoas costumam deixar em segundo plano os lugares pouco atrativos visualmente (MORAN, 1997).

A utilização de ferramentas para tornar o processo de aprendizagem desses conceitos mais efetiva e dinâmica é importante, pois a dinamização dos meios de ensino-aprendizagem pode contribuir para o melhor aprendizado dos estudantes,

tanto quando se proporciona o maior envolvimento dos alunos quanto na reestruturação da prática em fuga ao tradicionalismo, este muitas vezes exacerbado, que pode contribuir negativamente no aprendizado dos alunos (MELO e CARMO apud PAVAN et al., 1998).

Ao observar a problemática que o ensino de Genética brasileiro enfrenta e diante da necessidade de garantir o processo de ensino e aprendizagem eficientes, propõe-se nesse estudo investigar como a tecnologia animação pode contribuir para mitigação desses problemas.

A seguir, teremos uma breve revisão bibliográfica sobre o uso das tecnologias na educação, seguido pelos aspectos metodológicos do estudo, a apresentação dos resultados e suas discussões, sendo finalizado com as considerações finais e as referências utilizadas.

5.1.1 O uso das tecnologias na educação

A versão moderna dos computadores surgiu na década de 80, quando a interface gráfica acabou de ser implementada, garantindo uma maior interatividade com o usuário. No mesmo período houve uma redução no preço desses equipamentos. Datam deste período, as primeiras experiências de uso do computador em sala de aula, que, mostraram ações infrutíferas ou por falhas na infraestrutura ou pela falta de clareza das diferenças entre informática na educação e educação em informática (LÉVY, 1997).

Deixar de diferenciar a informática na educação e a educação em informática dificultou o uso de computadores e seus recursos em áreas como a educação. De modo geral, enquanto a informática na educação preocupa-se em trabalhar a educação com o auxílio dos recursos que a informática oferece, ou seja, trabalhar conteúdos de qualquer natureza através dos computadores, a educação em informática preocupa-se em trabalhar conteúdos apenas de caráter tecnológico como códigos de programação, designs gráficos, produção de softwares (TEIXEIRA E ARAÚJO, 2007).

Para esses mesmos autores, as experiências com informática na educação começaram antes mesmo da interface gráfica. Logo, para trabalhar com esse recurso inovador seria necessário compreender uma vasta gama de códigos, muitas vezes em inglês, que dificultava ainda mais a possibilidade de usar os computadores

e seus recursos a favor da educação. No entanto, para se trabalhar com a informática na educação seria necessário compreender a educação em informática, porém, graças ao surgimento da interface gráfica usar os computadores e seus recursos ficaram mais amigáveis e, ao longo dos anos, os preços desses equipamentos ficaram mais acessíveis possibilitando seu uso por uma vasta gama da população (TEIXEIRA E ARAÚJO, 2007).

A partir da década de 90 foram desenvolvidos softwares e formas de conteúdo cada vez mais amigáveis ao usuário. Por outro lado, esses softwares mais amigáveis foram se tornando cada vez mais fáceis de usar, e, como consequência, mais e mais pessoas podiam produzir ou usar ferramentas computacionais em seu ramo de atividade sem que para isso, tivessem de se tornar especialistas na área (TEIXEIRA e ARAÚJO, 2007, p. 2).

A partir de então, a capacidade de produção de sons, imagens, textos, animações e vídeos aumentaram significativamente o que contribuiu para a qualidade do ensino dando um novo significado ao papel da educação (CALDAS, 2008).

A inserção dos recursos tecnológicos da informática na educação escolar pode contribuir para a melhoria das condições de acesso a informação, minimiza restrições relacionadas ao tempo e espaço e permite agilizar a comunicação entre professores, alunos e instituição (PAIS, 2005, p.29).

Como exemplo de tecnologia tem-se a linguagem, a escrita, o rádio, a televisão, o computador e a internet, essas, capazes de contribuir fortemente para a expansão das condições de elaboração do conhecimento. (PAIS, 2005).

De acordo com Kenski as tecnologias são vistas como: “Ao conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade” (KENSKI, 2003, p. 18).

Outra definição plausível afirma que a “tecnologia é o conhecimento de uma arte. A arte de buscar soluções a um número significativo de problemas próprios de uma determinada época histórica” (NASCIMENTO e HETKOWSKI, 2009, p. 182).

Já no que tange a área educacional a tecnologia “é um meio pelo qual se conecta o professor, a experiência pedagógica e o estudante para aprimorar o ensino” (GEBRAN, 2009, p. 23. *apud* NEWBY et al.,1996).

Seguindo o mesmo viés educacional, a tecnologia na educação é capaz de levar novos horizontes à escola (MERCADO, 2006).

As chamadas (TIC) favorecem e oportunizam sensíveis mudanças nas relações, principalmente no convívio aluno e professor. Além de ampliar os locais e os tempos de aquisição de saberes e competências, antes restritos à sala de aula e suas extensões tradicionais, sendo assim um recurso didático que pode ser explorado (Oliveira, 2003).

Tendo em vista a consolidação das formas digitais agregadas às TIC, surge a necessidade de uma nova nomenclatura. Logo, temos as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), que trata de toda uma gama de recurso que pode ser mediado pelo uso dos computadores ou tecnologias equivalentes tal como dispositivos móveis (AFONSO, 2002).

Em seu livro, Gebran afirma que as tecnologias possibilitam a aprendizagem individualizada, isto é, o aluno tem a possibilidade de construir o conhecimento no seu próprio tempo. Ao mesmo tempo determina que a escola tornasse um ambiente criado para uma aprendizagem rica em recursos (GEBRAN, 2009).

A informática entra na educação por uma necessidade: a de ultrapassar as barreiras do educar convencional. Isso deverá fazer como que as escolas renovem a forma de trabalhar os conteúdos programáticos, estarão proporcionando eficiência na construção do conhecimento por parte dos alunos, transformando a aula num espaço real de interação, de troca de resultados e adaptando os dados a sua realidade (GEBRAN, 2009).

As tecnologias podem contribuir fortemente para a expansão das condições de elaboração do conhecimento, muito embora, "... não podemos jamais falar em termos de garantia de sucesso nesse tipo de aprendizagem..." (PAIS, 2005, p.103). Não podemos, não porque a tecnologia é incapaz de garantir tal fenômeno e sim porque nos interessa estudar e ressaltar a potencialidade de seus recursos.

As tecnologias propostas por Pais, tais como a linguagem, a escrita, o rádio, a televisão, o computador e a internet já são favoráveis, quando mescladas podem ter seu potencial elevado, a combinação entre duas ou mais destas tecnologias podem resultar em recursos midiáticos poderosos, como: áudios, imagens, linguagem e escrita, essenciais na construção de vídeos e animações (PAIS, 2005).

Poder ver o conteúdo educacional é um aspecto importante da educação contemporânea. Recursos como filmes e animações são capazes de enriquecer as aulas e apresentam as funções de criar, ilustrar, verificar e instruir o processo de ensino e aprendizagem (WHELAN e ZARE, 2003).

Neste sentido, o uso de vídeo/animação, não só podem favorecer processos de ensino e aprendizagem, como também, são considerados organizadores prévios, no sentido que a mente capta visualmente e relembra mais facilmente algo que foi visto do que apenas escrito ou ouvido, o que contribui para a construção do conhecimento (GONÇALVES, 2005).

O desenvolvimento de Java, Flash e outras aplicações baseadas na internet, permite que professores e educadores atualmente usem animações complexas de forma interativa. Na ciência da educação, animações criadas por software, são usadas para descrever, explicar e prever processos científicos. Fenômenos científicos abstratos que ocorrem em nível microscópico, como moléculas e átomos, podem ser atrativamente ilustrados por animações. As animações são empregadas para enfatizar as transições do abstrato para as operações mentais concretas e vice-versa (BARAK et al., 2011, p.1).

Uma vez que os conteúdos genéticos são considerados abstratos e de difícil compreensão por esse motivo, as animações podem ser um modo de representar os fenômenos e suas mudanças, logo, são capazes de reduzir as abstrações necessárias para a compreensão dos conteúdos (MORAIS e PAIVA, 2007).

Atualmente as animações são configuradas como uma ferramenta promissora no processo de ensino e aprendizagem das ciências, característica justificada por ser um recurso capaz de facilitar a demonstração e visualização de fenômenos científicos, a visualização de um determinado fenômeno tem o poder de melhorar a capacidade de abstração do aluno (FISCARELLI et al., 2009).

Do ponto de vista cognitivo, afirma-se que as informações visuais possam auxiliar o ensino ao facilitarem a conversão de conceitos abstratos em objetos visuais específicos que podem ser manipulados na mente do indivíduo (MCCLEAN et al., 2005).

Não queremos aqui priorizar um tipo de tecnologia em especial, pois é sabido que “não se deve priorizar esta ou aquela tecnologia, mas pensar que todas podem oferecer condições para fazer uma educação melhor” (NASCIMENTO e HETKOWSKI, 2009, p. 189). Neste sentido, as animações obedecem ao princípio da não priorização, uma vez que ele engloba diferentes recursos midiáticos e tecnológicos em sua produção e aplicação.

Podemos definir tal recurso como um conjunto de imagens com uma sequência lógica, mostradas consecutivamente, cujo objetivo principal é dar noção de movimento, isto é, a animação cria uma ilusão de movimento (MENDES, 2010, p.13).

O termo animação deriva do latim *animare*, que significa dar vida (JÚNIOR, 2001). Logo, é possível afirmar, que as animações são capazes de dar vida a fenômenos científicos, isto é, de demonstrar processos muitas vezes representados de forma estática.

Embora não passem de ilusão, ao dar vida a um fenômeno biológico, as animações como metodologia educacional podem contribuir de forma significativa em processos de ensino e aprendizagem:

A ferramenta citada como recursos didáticos, pode impulsionar e motivar os estudantes, ensinando-os a aprender, além disso, favorece a ampliação dos seus sentidos crítico e de autonomia (CARDOSO et al., 2007).

As animações quando bem trabalhadas, podem tornar mais ativos os atos de ensinar ciência e aprender ciências, característica fundamental no nosso século (MINTZES et al., 2000).

Por conseguir demonstrar processos diretamente, isto é, como eles ocorrem de fato, as animações possibilitam ao aluno direcionar os seus esforços para a aprendizagem do conteúdo sem que por isso necessite se esforçar muito para criar uma representação mental (MENDES, 2010).

Se uma imagem realmente valer mais do que mil palavras, pode ser que uma série delas constituindo uma animação ilustrando processos complexos possa ter bastante valor no que diz respeito ao processo de ensino/aprendizagem (MENDES, 2010, p.14).

Dessa maneira, e diante da necessidade de buscar estratégias capazes de despertar o interesse dos estudantes ou ao menos tentar, bem como, colaborar de forma positiva para o processo de ensino e aprendizagem, alguns profissionais do ensino/educação têm buscado desenvolver e aplicar ferramentas capazes de suplementar as aulas tradicionais (MENDES, 2010).

São exemplos dessas ferramentas, os computadores, a internet, as próprias animações, as ferramentas de hipermídia, os CD-ROMs e DVD-ROMs (MENDES, 2010). Além dos exemplos citados por Mendes temos os Tabletes, os smartphones, o YouTube e os aplicativos que também podem e devem ser consideradas ferramentas capazes de suplementar as aulas.

Tendo em vista todos os argumentos apresentados anteriormente, defende-se aqui, a possibilidade do uso das tecnologias citadas posteriormente, em especial o uso das animações, como uma ferramenta que possa mitigar alguns dos problemas

de aprendizagem comuns no ensino de Genética. Para tanto, a seguir será possível observar uma metodologia voltada para essas questões.

5.2 Metodologia

Por buscar produzir conhecimento científico para aplicação prática voltada para a tentativa de solucionar um determinado problema, é possível afirmar que essa pesquisa é do tipo experimental de caráter tecnológico, outro fator que corrobora para o enquadramento dessa pesquisa no tipo descrito anteriormente é o fato de que o pesquisador participou ativamente na condução do fenômeno, processo ou do fato avaliado, isto é, ele atuou na causa, tentando modificá-la, avaliando as mudanças ocorridas (FONTELLES et al., 2009).

Quanto à abordagem, foi quantitativa, as aplicações das animações e dos questionários serviram de base para a análise dos dados, uma vez que nesse estudo manipulamos uma variável, que nesse caso foi o uso ou não da animação, tentando sempre isolar variáveis não pertinentes ao mínimo (KERLINGER, 1990). Os dados foram convertidos em porcentagem, e foram expostos através de gráficos comparativos.

Nesse caso, o uso das animações é considerado uma variável independente, pois, ela poderá ou não ser capaz de interferir numa determinada situação. Best considera como variável independente no que tange uma pesquisa educacional quantitativa como um método de ensino, um material instrucional ou período exposto a certas condições (BEST, 1970). Neste sentido é possível afirmar que a aplicação das animações pode em parte possuir algumas dessas características.

Outro ponto que reafirma a análise quantitativa para esse trabalho é a presença das variáveis dependentes, que são as características que aparecem e desaparecem quando é introduzida ou retirada uma variável independente. Podendo ser a pontuação alcançada durante a resolução de um teste, o número de erros ou acertos de uma dada questão (BEST, 1970).

Para fins estatísticos foram consideradas as ideias Moreira onde é possível utiliza o método estatístico de Correlação, também conhecido como Coeficientes de Fidedignidade que é capaz de revelar o índice de fidedignidade e validade dos resultados (MOREIRA, 2003).

Quanto ao procedimento técnico, temos uma pesquisa de campo, pois, buscou-se compreender os problemas de aprendizagem de um determinado grupo de alunos, para tanto, foram coletados dados mediante a utilização de um questionário (FONTELLES et al., 2009).

O presente estudo foi realizado em 2015 numa escola de Ensino Médio do Estado de Alagoas, o público alvo se restringiu a duas turmas de terceiro ano do ensino médio, foram analisados os conhecimentos prévios de alunos do segundo semestre do terceiro ano do ensino médio, isto é, alunos que já haviam tido contato com o conteúdo em questão.

Para ser mais preciso, as atividades foram desenvolvidas com duas turmas de ensino médio, a idade variou entre 16 e 18 anos, coincidentemente, as duas turmas ficaram com o mesmo número de alunos ao final de todo o processo avaliativo. Participaram da pesquisa 62 alunos divididos em duas turmas, 31 alunos na turma descrita como “a”, sendo 18 do sexo feminino e 13 do sexo masculino, e 31 na turma denominada de “b”, sendo 15 do sexo feminino e 16 do sexo masculino. Durante a aplicação das etapas da pesquisa, as turmas que a princípio foram consideradas homogêneas, acabaram apresentando diferenças comportamentais, na qual se destaca a turma “b”.

Os responsáveis legais dos alunos voluntários tiveram acesso ao Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE) (ver apêndice B e D).

A pesquisa foi realizada em quatro etapas: a primeira foi a aplicação do questionário pré-teste; criação autoral das animações baseadas nos resultados do pré-teste; intervenção com a aplicação da animação intitulada “Genética Animada: Conceitos elementares” e por fim reaplicação do questionário ou pós-teste.

Como instrumento de coleta, um questionário próprio foi construído e aplicado com o intuito de avaliar o aluno antes e depois da aplicação das animações. No total foram elaboradas 10 questões (ver apêndice “A”), das dez, seis questões tiveram o cunho discursivo e foram tratadas em outro artigo.

Para esse artigo, foram consideradas apenas quatro questões de cunho objetivo, foram elas as questões de número 6, 7, 8 e 9, todas baseadas em questões de livros didáticos usados nas aulas pelos alunos. As questões isoladas são de múltipla escolha, com cinco alternativas possíveis, estando apenas uma correta, essas demandaram dos alunos um entendimento sobre os termos: Fenótipo,

Genótipo, Homozigoto, Heterozigoto e Hereditariedade, bem como os conceitos elementares por trás desses termos.

A escolha deste instrumento avaliativo é importante, pois, segundo Laville & Dionne (1999), o uso de questionários de múltiplas escolhas permite alcançar de forma rápida e simultaneamente um grande número de pessoas, além disso, assegura a uniformização do trabalho, garantindo que cada pessoa veja as questões formuladas da mesma maneira.

Os resultados coletados no pré-teste serviram de apoio para o desenvolvimento das animações, isto é, se um número significativo de alunos, não conseguiu expressar sua ideia de Gene, uma animação foi delineada para mostrar aos alunos o que seria um Gene, se determinado conceito se demonstrou equivocado por um número significativo de alunos, uma animação foi moldada de modo a fornecer aos alunos um conceito coerente, então, foram produzidos os conteúdos, tal processo se deu por meio de produção autoral de animações.

Para produção, foram utilizados softwares profissionais, tais como: Fireworks, uma plataforma de produção de desenhos e edição de imagens, pertencente à empresa de tecnologia Adobe. Para o processo de animação, foi utilizado o software Sony Vegas Pro, um editor de vídeos e áudio profissional desenvolvido pela Sony Creative Software que foram melhor descritos na sessão “Produto Educacional” desse trabalho (Ver apêndices “D”, “E” e “F”).

No terceiro momento realizou-se uma intervenção que consistiu na utilização do produto educacional, a animação intitulada “Genética Animada: Conceitos elementares” foi apresentada aos alunos com auxílio de um computador, de um projetor multimídia e de uma caixa de som.

A animação apresenta os termos e conceitos, bem como a relação entre os vários termos importantes para a compreensão de fenômenos envolvendo Genética em exatamente treze minutos.

Na quarta e última sessão, o mesmo questionário foi reaplicado, fornecendo assim os dados do pós-teste, nesse sentido, foram feitas comparações entre os questionários do pré-teste e pós-teste, obtendo assim, repostas a respeito da melhoria ou não das concepções dos alunos sobre o conteúdo exposto, em outras palavras, averiguou-se como e se as animações contribuíram para a construção do conhecimento.

O delineamento para análise dos dados se assemelha ao pré-experimental de Campbell e Stanley, pois, foram escolhidos dois grupos aleatoriamente, os quais foram submetidos a um pré-teste, ambos os grupos tiveram contato com o uso da animação e foi aplicado então o pós-teste. A diferença entre o pós-teste e o pré-teste evidenciam a eficácia ou ineficiência da intervenção (MOREIRA, 2003).

Para análise e comparação dos dados foram criadas três categorias, que serão descritas a seguir são elas: “correto”, “incorreto” e “em branco”.

A categoria “correto”, representa aqueles alunos que conseguiram marcar a alternativa correta para uma determinada questão objetiva. A categoria “incorreto” corresponde aqueles alunos que tentaram a resolução, mas, acabaram marcando a alternativa incorreta. A última categoria, “em branco”, representa os alunos que não fizeram a questão, isto é, deixaram as alternativas sem nenhuma marcação.

A seguir, teremos uma visão geral dos Resultados e Discussão obtidos mediante a resolução e a análise das questões de cunho objetivo, seguidas por uma análise individual das quatro questões.

5.3 Resultados e Discussão

Diante dos resultados obtidos a partir do questionário aplicado nas turmas, levantaram-se dados sobre como a contribuição ou não para a aprendizagem de alguns conceitos elementares para compreensão da Genética.

A seguir serão expostos os resultados obtidos mediante a análise da resolução das questões objetivas de número 6, 7, 8 e 9 antes da intervenção. Participaram dessa etapa, um total de 62 alunos, 31 alunos em cada turma participante.

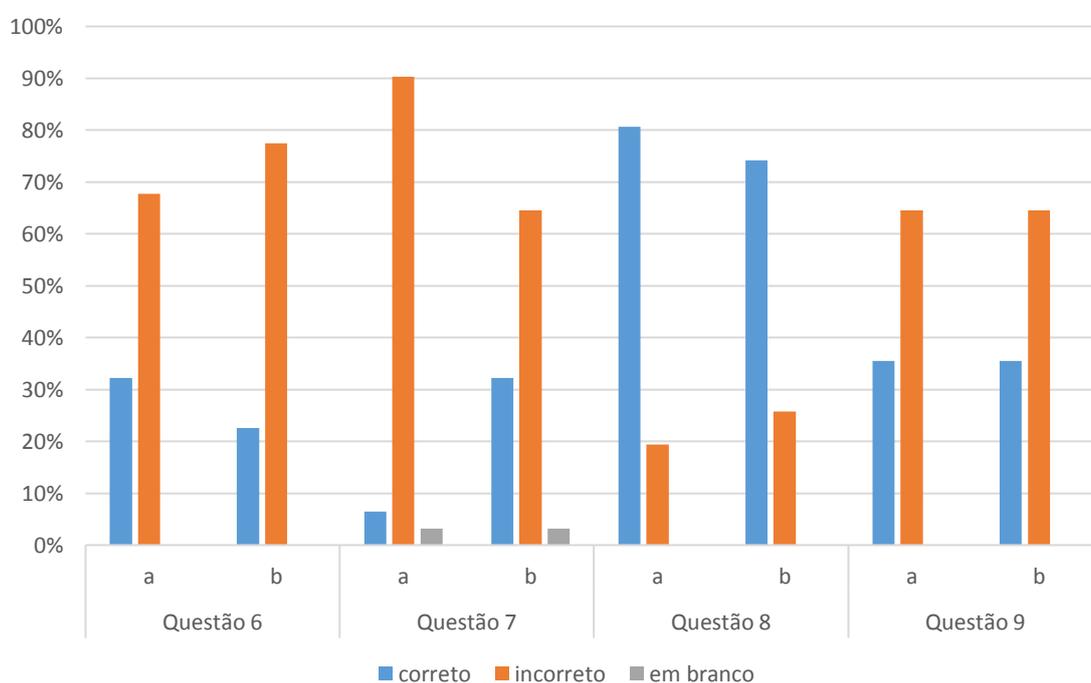
As questões solicitaram dos alunos um domínio sobre os termos e principalmente os conceitos atrelados aos termos genéticos tais como: mudanças fenotípicas, homocigoto, heterocigoto, fenótipo e genótipo e hereditariedade respectivamente nas questões de número 6, 7, 8 e 9.

É importante ressaltar que esses termos e seus conceitos são corriqueiros durante as aulas de Genética, todos são apresentados sucessivas vezes durante as aulas, e que os alunos que participaram dessa pesquisa, estudaram a priori durante um semestre sobre os assuntos em questão.

Mesmo após as aulas tradicionais e conforme podemos observar no gráfico geral a seguir, os dados negativos superam os dados positivos em três das quatro questões analisadas em ambas as turmas, mais precisamente nas questões de número 6, 7 e 9 prevalecem o número de repostas incorretas ou em branco, observa-se que apenas na questão de número 8 os dados positivos superam os negativos, dessa forma, prevalece apenas naquela questão o número de respostas corretas (ver figura 1).

Ou seja, é possível defender a ideia de que antes da intervenção há uma prevalência no número de repostas negativas em 75% dos casos analisados, o que revela que mesmo após aulas tradicionais envolvendo a temática, muitos alunos parecem não compreender os fenômenos em questão.

Figura 1 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco nas turmas “a” e “b” antes da intervenção



Fonte: Autoria própria.

Embora já se suspeitasse das dificuldades dos alunos, a metodologia revelou que prevalência dos resultados negativos só confirma a ideia de que na educação básica pública, os conteúdos Genéticos muitas vezes são considerados difíceis de desinteressantes o que pode refletir nos resultados (OCA, 2005). O mesmo fenômeno é identificado por outros autores que afirmam que a Genética é vista como de difícil compreensão por parte dos alunos (JOHSTONE e MAHMOUND, 1980).

Logo, é possível afirmar que resultados negativos são quase que esperados, nesse sentido, Baptista observou que esses conteúdos são difíceis porque são abstratos e de difícil visualização (BAPTISTA, 2013, p.1).

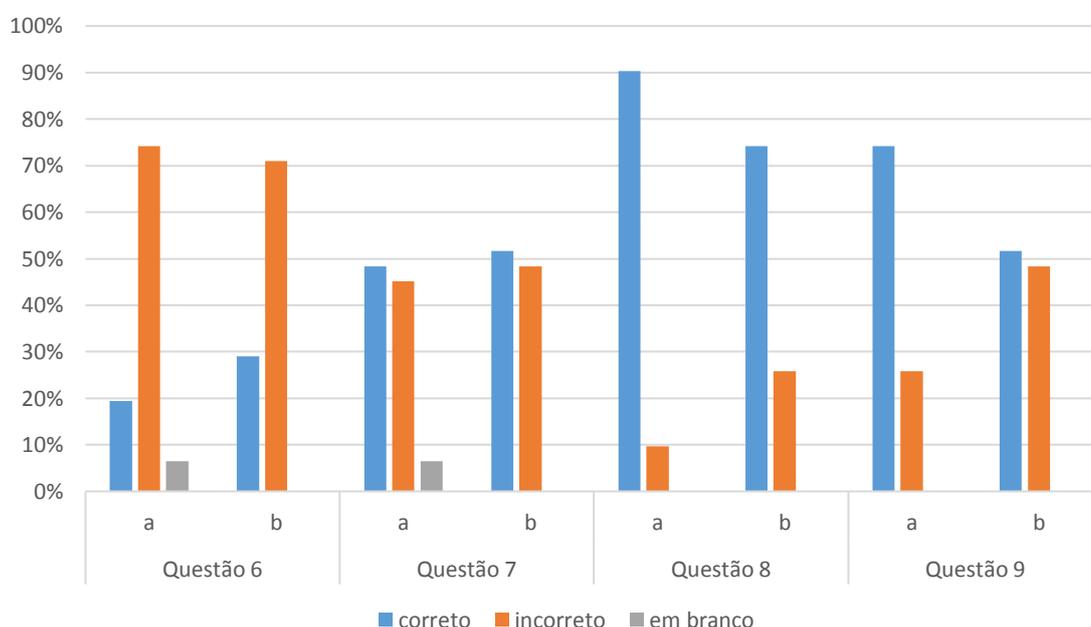
Após a intervenção, os resultados apresentaram prevalência inversa, o que sugere certa contribuição da estratégia escolhida para o processo de aprendizagem conforme podemos ver a seguir.

A seguir serão expostos os resultados obtidos mediante a análise da resolução das questões objetivas de número 6, 7, 8 e 9 após a intervenção. Participaram dessa etapa, um total de 62 alunos, 31 alunos em cada turma participante.

Dessa vez, foi observada uma prevalência positiva em 75% dos casos analisados, observa-se, que para as questões de número 7, 8 e 9, o número de alunos respondendo à questão de forma correta, supera o número de alunos respondendo à questão de forma incorreta ou em branco. Apenas para a questão de número 6 é possível observar os resultados negativos superar os positivos (ver figura 2).

Dessa forma, é possível afirmar que as animações possuem um valor educacional que deve ser investigado, conforme demonstra o gráfico geral logo abaixo.

Figura 2 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco nas turmas “a” e “b” após a intervenção



Fonte: Autoria própria.

Tendo em vista uma prevalência nos resultados positivos após a intervenção, é possível defender que as animações corroboram de forma significativa para aprendizagem do conteúdo, fenômeno outrora confirmado por Duran que afirma que no decorrer de um período investigativo, foi possível perceber que a utilização de animações como métodos didáticos, pôde influenciar positivamente o ambiente escolar (DURAN, 2008).

Os resultados obtidos também se assemelham aos de Castilho e Ricci que observaram que as animações são importantes na efetivação do aprendizado e que o fato de poder ver fenômenos científicos por meio de animações pode interferir de forma positiva no aprendizado (CASTILHO e RICCI, 2006, p. 213).

Agora que tivemos uma visão geral dos resultados e para melhor entendimento, as questões de número 6, 7, 8 e 9 de cunho objetivo, serão analisadas, tratadas e discutidas uma a uma. A seguir serão expostos os resultados comparativos mediante a análise do pré-teste e pós-teste nas turmas “a” e “b” com um total de 62 alunos, 31 alunos em cada turma.

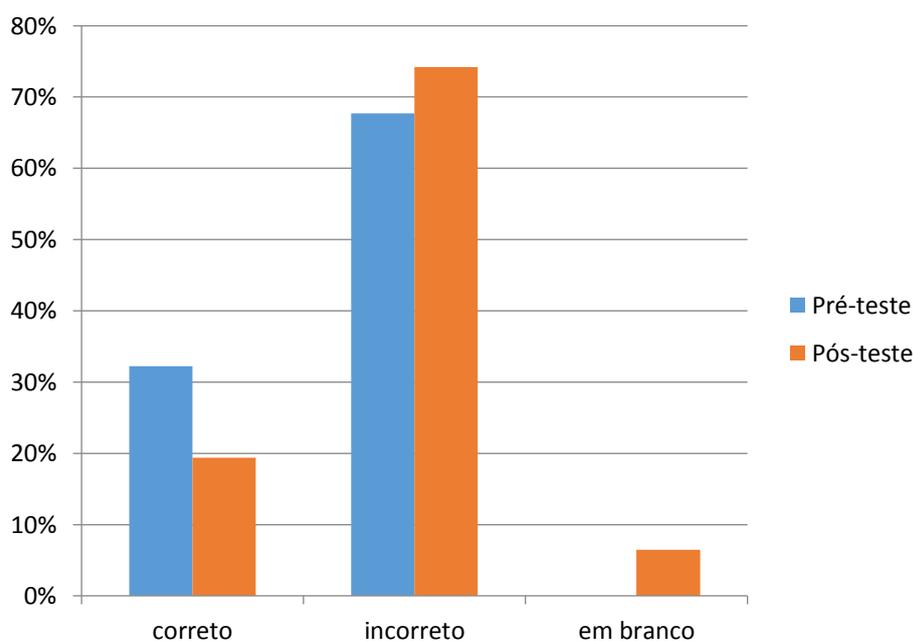
Para começar, foi analisada a sexta questão que indagou: Alguns termos são importantes para resolver questões: homocigoto e heterocigoto fazem parte da nomenclatura básica em Genética. Sabendo disso, qual das alternativas abaixo melhor representa esses termos?

- a) Homocigotos “AA” ou “aa” e heterocigotos “Aa”;
- b) Homocigotos “Aa” e Heterocigotos “AA” ou “aa”;
- c) Homocigotos são genes iguais e heterocigotos são genes diferentes;
- d) Homocigotos são genes diferentes e heterocigotos são genes iguais;
- e) Homocigotos “AA” ou “Aa” e heterocigotos “aa”;

A princípio na turma “a” foi constatada uma anomalia, a animação referente à questão de número seis parece ter prejudicado ou confundido os alunos. Durante o pré-teste realizado com 31 alunos, 32% alunos responderam à questão corretamente, 68% alunos responderam de forma incorreta, e 0% dos alunos deixaram de responder à questão.

Em contrapartida, as animações influenciaram de forma negativa, o número de alunos que responderam à questão corretamente caiu para 19%, já o número de alunos que responderam de forma incorreta apresentou um aumento, subindo para 74%, e o número o número de alunos que deixaram a questão em branco subiu para 7% (ver figura 3).

Figura 3 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da sexta questão



Fonte: Autoria própria.

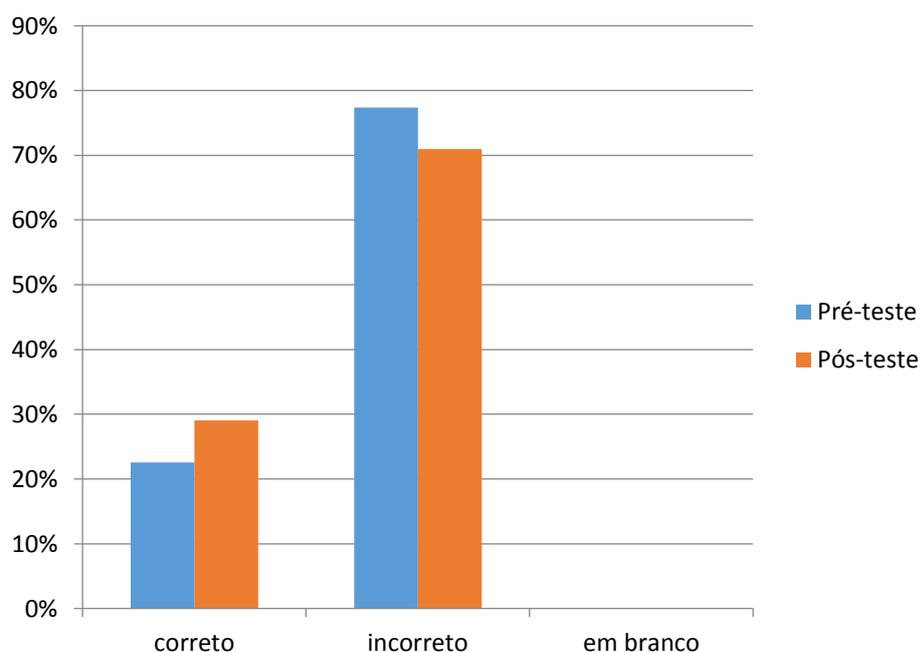
O resultado revelou que animação parece ter atrapalhado ou confundiu os alunos da turma “a”, que continuam sem compreenderem o significado dos termos em sua maioria. Outra possibilidade de interpretação é que por se tratar de uma questão objetiva, e considerando uma variação pequena na mudança de uma categoria para outra, talvez alguns alunos tenham respondido à questão por meio de chute. Outro fato interessante é que alguns alunos não responderam à questão de caráter objetivo, o que sugere falta de atenção ou de interesse.

Já a turma “b” revela uma possível interferência positiva da animação nos resultados, no pré-teste, verificou-se que dos 31 alunos apenas 23% responderam à questão de forma correta, 77% alunos responderam à questão de forma incorreta, 0% dos alunos deixaram a questão em branco.

O pós-teste apresentou uma melhoria singular, o número de alunos que responderam à questão de forma correta subiu para 29%, enquanto o dos alunos que responderam de forma incorreta caiu 71%, assim como no pré-teste, o número de alunos que deixaram a questão em branco foi igual a 0%.

A figura a seguir, revela de forma resumida os resultados obtidos a partir da análise da resolução da sexta questão respondida pelos alunos da turma “b” antes e depois da intervenção com a animação.

Figura 4 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da sexta questão



Fonte: Autoria própria.

Embora seja observada uma melhoria singela apenas na turma “b”, o número de acertos em comparação ao de erros é ínfimo, um número muito pequeno de alunos migrando de uma categoria negativa para a positiva foi muito reduzido para se aferir que as animações tiveram uma influência significativa na resolução desta questão, nesse sentido, é possível afirmar que muitos alunos têm dificuldades de entender o real significado dos termos homozigoto e heterozigoto.

Resultados não tão significativos foram observados por outros pesquisadores, ao tratar sobre apoptose em uma animação, um grupo de controle apresentou uma prevalência de 70% de acertos, em contrapartida, o grupo experimental apresentou uma prevalência de 84,2%, isto é, uma diferença de 14,2% entre aqueles que utilizaram a animação e os que não (STITH, 2004).

Ao tratar alguns conceitos de física, outro autor evidenciou uma contribuição desalentadora das animações para aprendizagem, embora seu delineamento tenha sido diferente do tratado aqui, ele observou uma diferença ínfima entre o grupo experimental e o de controle após a intervenção (GONÇALVES, 2005).

Foi considerado o fator tempo como responsável pelos dados negativos, uma vez que duração das aulas com as animações foram inferiores as aulas tradicionais.

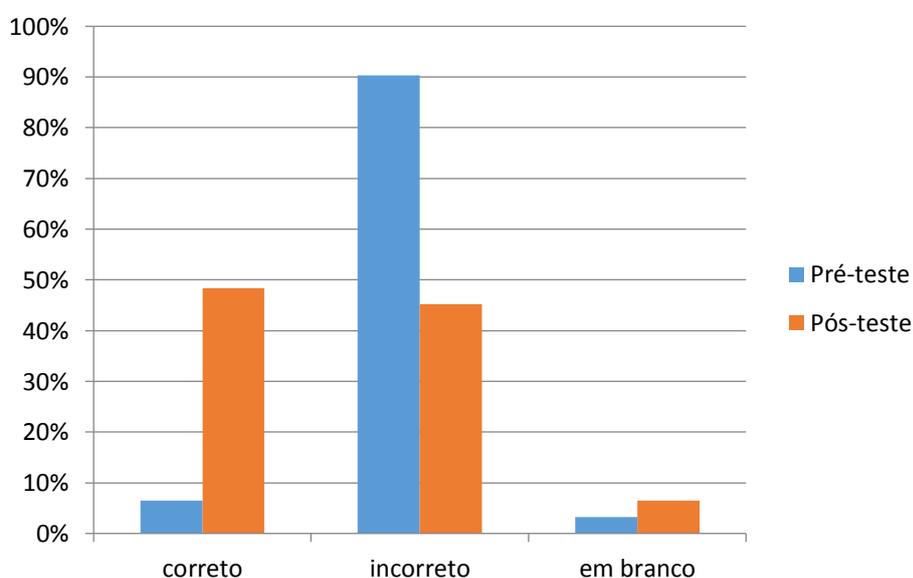
Esses resultados expressam o quão difícil pode ser tentar efetuar um delineamento eficaz para se compreender a eficiência das animações (MENDES, 2010).

A sétima questão é uma adaptação de um exercício do livro didático, também de caráter objetivo que indaga: Resultam das modificações produzidas pelo meio ambientes, que não chegam a atingir os gametas, não sendo por isso transmissíveis. O texto acima se refere aos caracteres:

- a) hereditários
- b) dominantes
- c) genotípicos
- d) fenotípicos
- e) recessivos

Durante a resolução da sétima questão pelos alunos da turma “b”, observa-se uma influência positiva da animação durante a resolução, no pré-teste foi observado que dos 31 alunos participantes, apenas 6% marcaram a questão corretamente, 90% alunos responderam à questão de forma incorreta e 3% deixaram em branco. Em contrapartida, verificou-se que após a intervenção, o número de acertos saltou para 48%, enquanto o número de erros despencou para 45%, já o número de alunos que deixaram a questão em branco subiu para 6% (ver figura 5).

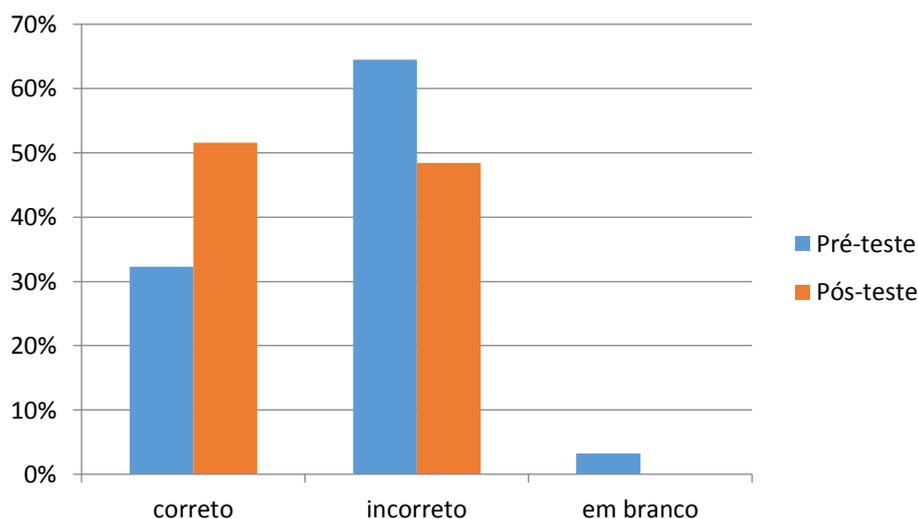
Figura 5 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da sétima questão



Fonte: Autoria própria.

Na turma “b” os benefícios da animação se apresentaram de forma mais tímida, mas, pôde-se aferir melhorias após a intervenção, durante o pré-teste, dos 31 alunos participantes, apenas 32% acertaram a questão, 65% alunos responderam de forma incorreta e 3% deixaram a questão em branco. Entretanto, o pós-teste revelou uma melhoria, o número de acertos subiu para 52%, o número de alunos que erraram a questão caiu para 48% e 0 % deixaram em branco (ver figura 6).

Figura 6 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da sétima questão



Fonte: Autoria própria.

Os resultados da sétima questão sugerem que a animação contribuiu para a melhoria da compreensão do conceito proposto, pois, um número significativo de alunos em ambas as turmas marcou a alternativa correta.

Sendo assim, é possível concluir que as animações contribuíram para que um número significativo de alunos compreendesse os conceitos atrelados as mudanças fenotípicas.

Os dados positivos observados aqui podem ser comparados aos resultados positivos do trabalho de Barak, que ao analisar os boletins de alunos que estudaram ciências por meio de aulas tradicionais e com o uso de animações durante os anos de 2008 e 2009, observou que os resultados do grupo experimental, isto é, daqueles que utilizaram animações alcançou 91% de significância em comparação ao grupo de controle que usufruíram de aulas tradicionais (BARAK et al., 2011).

Ainda de caráter objetivo, a oitava questão solicitou dos alunos um conhecimento básico conforme podemos ver a seguir:

É muito comum ouvir durante aulas de Genética o termo “**Hereditário**” ou “**Hereditariedade**”, ambos têm o mesmo significado, algumas questões também trazem esse termo. Sabendo disso, qual das alternativas está correta no que diz respeito a esses termos.

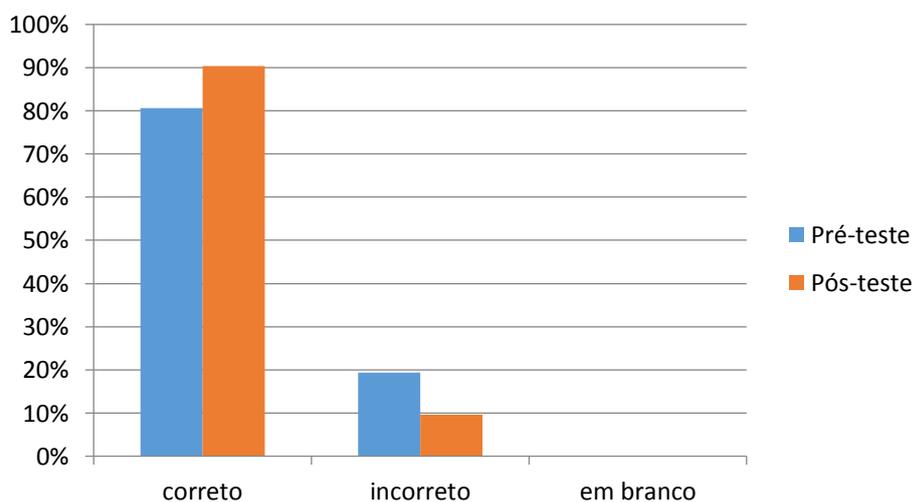
- a) se refere às características que são passadas dos pais para os filhos;
- b) o resultado da interação do genótipo com o ambiente;
- c) conjunto de caracteres internos de um organismo;
- d) o conjunto de cromossomos;
- e) conjunto de genes de um organismo;

Os resultados obtidos durante a análise da resolução da oitava questão também foram positivos, na turma “a” constatou-se que a maioria dos alunos demonstraram domínio do conceito antes mesmo da intervenção, isto é, dos 31 alunos participantes, 81% alunos responderam à questão corretamente, apenas 19% incorretamente, sendo 0% o número de alunos que deixaram a questão em branco.

Entretanto, após a intervenção, os dados do pós-teste revelaram que o número de acertos saltou para 90%, o número de erros caiu de 19% para 10% dos alunos, e o número de alunos que deixaram a questão em branco se manteve em 0%.

O gráfico a seguir revela os resultados obtidos a partir da análise da resolução da oitava questão respondida pelos alunos da turma “a” (ver figura 7).

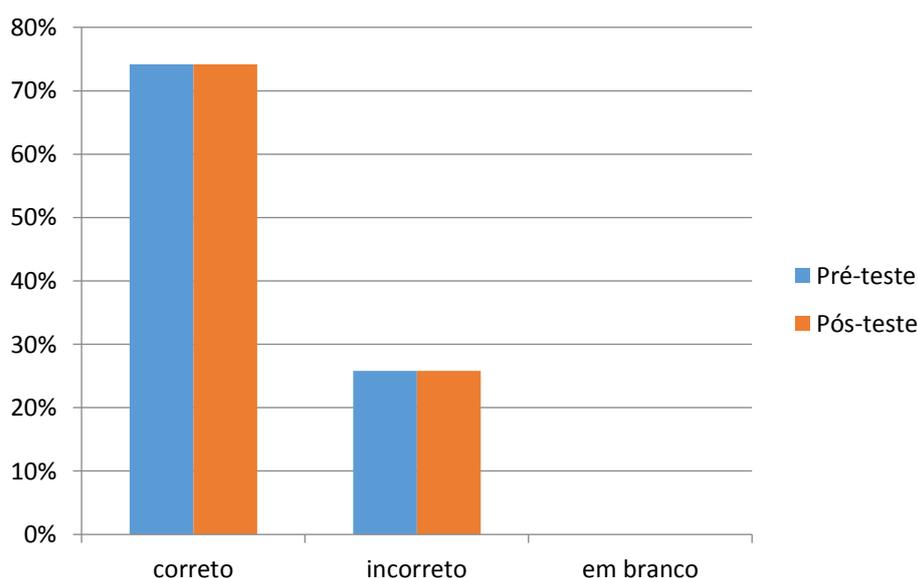
Figura 7 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da oitava questão



Fonte: Autoria própria.

Os dados obtidos frente à resolução da oitava questão demonstraram que animação não influenciaram os alunos da turma “b”. Tanto no pré-teste quanto no pós-teste, o número de alunos que se enquadraram em cada categoria foi exatamente igual, isto é, dos 31 alunos participantes, 74% responderam de forma correta, tanto antes quanto depois da intervenção, apenas 26% alunos responderam de forma incorreta e 0% deixaram em branco (ver figura 8).

Figura 8 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da oitava questão



Fonte: Autoria própria.

Para essa questão, a maioria dos alunos demonstraram conhecer o termo, bem como seu significado, mais de 50% em ambas as turmas responderam à questão corretamente. Na turma “a” foi possível observar uma melhora significativa, o número de acertos após a intervenção, apesar da intervenção não parecer ter influenciado nos dados da turma “b”, os resultados permaneceram inalterados e positivos, o que de modo geral sugere que as animações influenciaram de forma positiva em mais uma questão. Para tanto, é possível afirmar que animações foram capazes de contribuir para compreensão do termo e conceito de Hereditariedade uma vez que alcançou um número significativo de alunos.

Os resultados expostos por Mendes ao realizar uma análise da influência das animações sobre a aprendizagem da Biologia celular no ensino médio são similares aos encontrados aqui, ele afirma ter obtido um percentual de 70% de acertos com o grupo experimental (MENDES, 2010). Nesse sentido, mais uma vez dados positivos

sugerem certa contribuição das animações para aprendizagem dos conteúdos Genéticos.

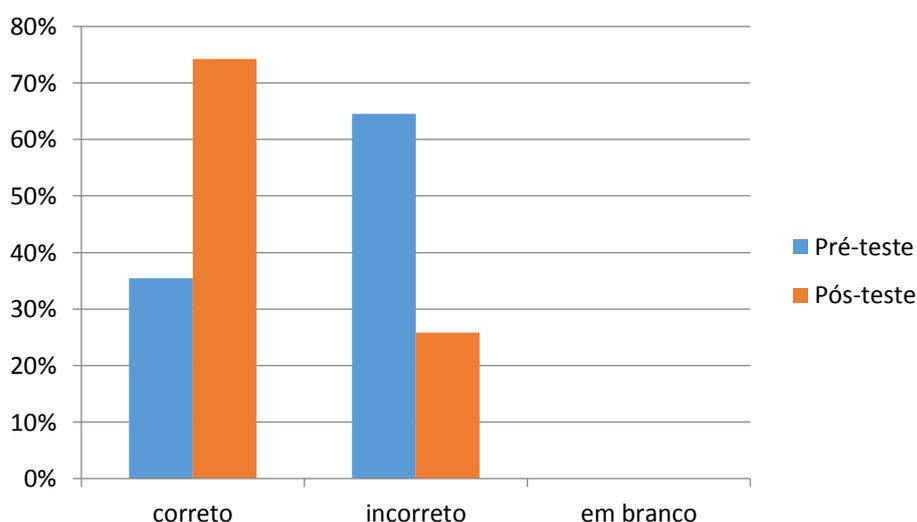
Na última questão objetiva, a nona questão solicita: Qual das alternativas abaixo melhor conceitua os termos **fenótipo** e **genótipo**?

- fenótipo são características apresentada por um indivíduo e genótipo são genes desse indivíduo.
- genótipo são características apresentada por um indivíduo e fenótipo são genes desse indivíduo.
- tanto o genótipo quanto o fenótipo refere-se às características apresentada por um indivíduo.
- tanto o genótipo quanto o fenótipo refere-se aos genes de um indivíduo.
- o fenótipo e o genótipo é o conjunto de características físicas, morfológicas e fisiológicas de um organismo.

Na turma “a”, o pré-teste revelou que dos 31 participantes, apenas 35% acertaram a questão, 65% responderam à questão de forma correta e 0% dos alunos deixaram a questão em branco. Já após a intervenção, o questionário demonstrou uma melhoria significativa, os dados revelam que 74% alunos passaram a responder à questão de forma correta, apenas 26% responderam de forma incorreta e 0% deixaram a questão em branco.

O gráfico a seguir revela os resultados obtidos a partir da análise da resolução da nova questão respondida pelos alunos da turma “a” (ver figura 9).

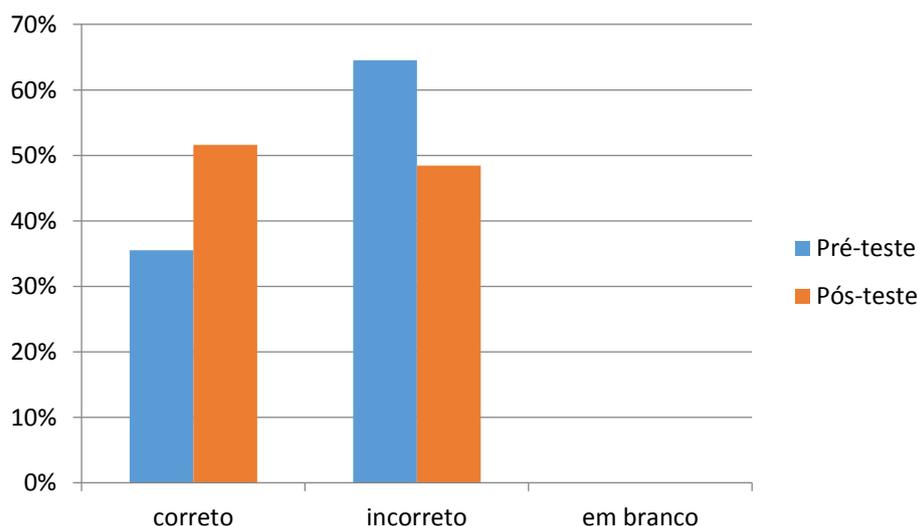
Figura 9 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da nona questão



Fonte: Autoria própria.

A turma “b”, também apresentou resultados positivos, embora de uma forma mais tímida, o pré-teste revelou que 35% dos alunos responderam à questão de forma correta, e 65% de forma incorreta, sendo 0% o número de alunos que deixaram a questão em branco no pré-teste. No pós-teste por sua vez, foi possível observar que dos 31 participantes, 52% responderam à questão de forma correta, 48% incorreta e 0% deixaram a questão em branco (ver figura 10).

Figura 10 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da nona questão



Fonte: Autoria própria.

Os dados referentes à resolução da nona questão em ambas as turmas demonstraram mais uma vez, que a animação contribuiu para um aumento no número de alunos acertando a questão, nesse sentido, é possível afirmar que a maioria dos alunos só acabou apresentando uma compreensão dos termos Fenótipo e Genótipo bem como seus conceitos após a intervenção.

Os resultados obtidos em ambas as turmas entram em consonância aos de Mendes, que ao aplicar animação sobre via secretora, obtém resultados positivos sobre percentual de acertos, chegando a 70% no grupo experimental (MENDES, 2010). Logo, é possível identificar uma colaboração das animações para o processo de aprendizagem dos conteúdos da Biologia e em especial da Genética.

Para verificar a eficiência e eficácia das animações, levaram-se em consideração dois fatores importantes para a análise de dados quantitativos, são eles: a Fidedignidade e Validade. A primeira é vista como um instrumento capaz de demonstrar “à estabilidade, à reproducibilidade, à precisão das medidas com ele

obtidas”, ou seja, o quão consistente são os valores medidos. Já a segunda, “A validade, por sua vez, tem a ver com até que ponto o instrumento está, de fato, medindo o que se supõe que esteja medindo” (MOREIRA, 2003, p.8).

Moreira sugere que um instrumento deva ser aplicado diversas vezes sobre as mesmas condições para que se atinja a fidedignidade e validade dos dados, entretanto, como isso não é possível utiliza-se o método estatístico de Correlação, também conhecido como Coeficientes de Fidedignidade. Para tanto, correlações iguais a + 1,00 indicam perfeita Fidedignidade, correlações muito próximas de zero indicam ausência de Fidedignidade, enquanto correlações entre zero e + 1,00 apresentam níveis intermediários de fidedignidade (MOREIRA, 2003).

Para tanto, os dados percentuais positivos obtidos por meio da metodologia e exemplificados nos gráficos anteriores, foram inseridos no programa do Excel, aos quais foram aplicadas a fórmula da correlação (=CORREL(Matriz1;Matriz2)). A correlação obtida revelou uma fidedignidade de + 0,89 durante o pré-teste, isto é, os dados positivos obtidos na turma “a” e “b” respectivamente durante o pré-teste, foram comparados e obtiveram uma forte correlação, o que significa que provavelmente quaisquer que tenham sido os resultados positivos, eles possivelmente tiveram as mesmas causas, que nesse caso foram às aulas teóricas. O mesmo processo foi repito com os dados obtidos por meio do pós-teste, que revelaram uma fidedignidade de + 0,93, o que significa dizer que os resultados positivos de ambas as turmas possivelmente tiveram a mesma origem, que de acordo com a intervenção, utilizou-se as animações (ver figura 11).

Figura 11 – Tabela de correlação entre os resultados obtidos no Pré/Pós-teste

Correlação	Valores de referência (- ou +)	Pré-teste turmas “a” e “b”	Pós-teste turmas “a” e “b”
Muito fraca a fraca	0,00 a 0,39		
Moderada	0,40 a 0,69		
Muito forte a forte	0,70 a 1,00	+0,89	+0,92

Fonte: Autoria própria.

Tais resultados demonstraram a existência de uma correlação positiva entre o uso das animações e os resultados positivos obtidos em duas turmas, logo é possível afirmar que as animações contribuem de forma positiva para aprendizagem de conteúdos Genéticos.

Quando foi decidido aplicar o questionário e as animações aqui tratadas, a priori já haviam sido criadas hipóteses de que muitos alunos não sabiam o conteúdo em questão e de que as animações poderiam colaborar de alguma forma para aprendizagem, nesse sentido, temos uma Validade preditiva, isto é, foram feitas “predições sobre o comportamento futuro dos respondentes e essas predições foram confirmadas” (MOREIRA, 2003, p. 9).

Tendo em vista os resultados observados e dentro dos critérios quantitativos de Fidedignidade, Validação e Delineamento é possível inferir que as animação influenciaram positivamente na resolução das quatro questões de cunho objetivo em ambas as turmas, que apesar da anomalia observada durante a resolução da sexta questão pelos alunos da turma “a” e da não influência sobre os alunos da turma “b” durante a resolução da oitava questão, na maioria dos casos os resultados positivos superaram os negativos. Sabendo disso, conclui-se que a animação é uma estratégia de ensino e aprendizagem bastante válida, podendo auxiliar o professor e o aluno durante processos pedagógicos.

De um modo geral as animações demonstram influenciar de forma positiva, uma vez que a média de alunos acertando a questões passou para a metade ou mais da metade após a intervenção, resultado oposto ao pré-teste.

5.4 Considerações Finais

A média de acertos no pré-teste na turma “a” foi de 39%, enquanto na turma “b” foi de 41%, isto é, 39% dos alunos da turma “a” teriam demonstrado conhecer bem os termos e conceitos tratados nas quatro questões analisadas, enquanto que na turma “b”, 41% dos alunos teriam demonstrado compreender os conceitos abordados nas quatro questões. Os resultados sugerem que menos da metade dos alunos saem do ensino médio compreendendo os conteúdos aqui tratados, entretanto, após a intervenção, a média de alunos acertando as quatro questões na turma “a” subiu 19%, isto é, atingiu o índice de 58%, enquanto que na turma “b”, ocorreu um aumento de 10%, ou seja, 52% dos alunos passaram demonstrar entendimento do assunto.

A repetição dos resultados em ambas as turmas somadas ao coeficiente de fidedignidade sugere entre outras coisas que: As aulas tradicionais ministradas ao longo de um semestre demonstraram-se ineficientes ao fomentar processos de

ensino e aprendizagem, uma vez que a maioria dos alunos não apresentou domínio sobre alguns termos e conceitos básicos da Genética, esses servem para que eles possam interpretar o mundo diante de situações que requeiram um conhecimento básico a respeito do tema.

A introdução das animações como ferramenta de suporte e auxílio complementar a aulas tradicionais favoreceram os processos de ensino e aprendizagem de alguns termos e conceitos da Genética, pois, um número significativo de alunos apresentou uma melhor compreensão dos termos e conceitos após a intervenção com o produto educacional.

A metodologia de pesquisa baseada na aplicação do pré-teste e pós-teste forneceu informações sobre o desempenho dos estudantes na resolução das questões envolvendo conceitos de Genética, com os resultados obtidos pode-se concluir que as animações apresentaram uma influência positiva sobre o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que ocorreu um crescimento relevante no desempenho dos estudantes após a utilização das animações (WEINGÄRTNER, 2014).

Com a metodologia tradicional, só era possível uma visualização abstrata, o produto em questão tornou os conceitos mais reais, facilitando a compreensão. A utilização das animações como estratégia de ensino na Genética, parece ter ajudado o aluno a desenvolver novos conceitos sobre o conteúdo ministrado. Sendo assim, tal como observado pode-se afirmar que são ferramentas valiosas no processo de ensino/aprendizagem (MENDES, 2010).

É possível concluir através da análise dos questionários que as animações no ensino de Genética, quando adequadamente trabalhadas pelo docente e discente, realmente favorecem a aquisição de conhecimentos. Além disso, trazem grandes mudanças para as aulas, tornando-as menos abstratas, mais prazerosa, muda à rotina e modifica a visão do discente diante o estudo da Genética.

É importante destacar que a utilização das animações não representa uma solução para todos os problemas da sala de aula, e sim um recurso complementar que, quando bem trabalhado pelo professor e pelo aluno, é capaz de contribuir grandemente, tanto para as aulas, como também para a aprendizagem dos estudantes (WEINGÄRTNER, 2014).

De um modo geral, as TIC em especial as animações, podem ser vistas como uma proposta favorável à prática docente no ensino da Genética, logo, professores e

escolas podem buscar qualificação de modo a se adaptar a essas tecnologias, para que as mesmas façam parte do cotidiano escolar.

Entretanto, as TIC não devem ser vistas como substitutas do professor e nem das aulas tradicionais, mais como ferramenta de auxílio de ambos, fomentando assim processos de ensino e aprendizagem mais eficientes e eficazes.

Com essa pesquisa, espera-se que outros professores façam análises similares de como e se seus alunos estão realmente compreendo termos importantes no que se refere a Genética, para que se possa refutar e ou confirmar os resultados obtidos aqui, que os mesmos, se sintam inspirados em buscar qualificação se não a tiver, para poder criar conteúdos autorias voltas para resolução dos problemas de aprendizagem que rodeiam seus alunos.

5.5 Referências

AFONSO, Carlos Alberto. Internet no Brasil: alguns desafios a enfrentar. **Informática Pública**. Vol. 4, n. 2. p. 169-184. 2002. Disponível em: http://www.ip.pbh.gov.br/ANO4_N2_PDF/ip0402afonso.pdf. Acesso em: 06 abr. 2016.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. 1ª edição. São Paulo: Moderna, 2013. 376.

BARAK, M.; ASHKAR, T.; DORI, Y. J.; **Teaching Science via Animated Movies: Its Effect on Students' Learning Outcomes and Motivation**. Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research 2010: Learning in the technological era. The Open University of Israel, 2010.

BEST, J.W. **Research in education**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 1970.

BIZZO, N. **Ciências Biológicas**. In DPEM/SEB/MEC. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB. 2004

BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2003.

BRÖCKELMANN, R. H. **Conexões com a Biologia**. 1º edição. São Paulo: Moderna, 2013. 431.

CALDAS, R. F. **Novas tecnologias para uma nova educação**. Disponível em: http://cdchaves.sites.uol.com.br/novas_tecnologias.htm. Acesso em 7 nov. 2012.

CARDOSO, A., PERALTA, H., COSTA, F.: **Materiais multimédia na escola: a perspetiva dos alunos**. In F. Costa et al. (Eds.). As TIC na educação em Portugal. Concepções e práticas (pp. 124-142). Porto: Porto Editora, 2007.

CASTILHO, M. I.; RICCI, T. F.; **O uso de animações como elemento motivador de aprendizagem**. Experiências em Ensino de Ciências, V1(2), pp. 10-17, 2006.

DURAN, E. R. S.; **A linguagem da Animação como Instrumental de Ensino**. São Paulo: Rosari, Universidade Anhembi Morumbi, PUC-Rio e Unesp-Bauru. 2008.

FISCARELLI, S., OLIVEIRA, L. & BIZELLI, M. **Desenvolvimento de animações para o ensino de Química: Fundamentos Teóricos e Desenvolvimento**. 2009.

FONTELLES, M. J., SIMÕES, M. G., FARIAS, S. H., FONTELLES, R. G. S. **Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa**. Belém, 2009.

GEBRAN, M. P. **Tecnologias Educacionais**. Curitiba: IESDE Brasil S.A. 2009.

GONÇALVES, L. J.; **Uso de animações visando a aprendizagem significativa de Física Térmica no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em ensino de Física), Porto Alegre, 2005.

GONLÇALVES, J. L. **O uso de animações, visando a aprendizagem significativa de física térmica no ensino médio**. Dissertação, Porto Alegre, 2005.

JOHNSTONE, A. H. & MAHMOUD, N. A. **Isolating topics of high perceived difficulty in school biology**. Journal of Biological Education, 14(2):163-166, 1980.

JÚNIOR, C. S.; SASSON, S.; JÚNIOR, N. C. **Biologia**. 10ª edição. São Paulo: Saraiva, 2013. 464.

KENSKI, V. M. **Tecnologia e Ensino Presencial e a Distância**. 6 edição. Campinas, São Paulo: Papirus, 2003. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=dWdWPHkGCEkC&pg=PA144&dq=Piaget,+Vygotsky,+Ausubel,+Freire&hl=pt-BR&sa=X&ei=arWIUoq2N8i3sASJrIHIAQ&ved=0CDsQ6AEwAg#v=onepage&q=Constru%C3%A7%C3%A3o&f=false>. Acesso em 15 de Dezembro de 2013.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais**. Tradução de H.M. Rotundo. São Paulo e Brasília: EPU-EDUSP e INEP, 1980.

LAVILLE, C. & DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Editora Artes Médicas Sul, Porto Alegre. 344p, 1999.

LÉVY, P. e MORAES, M.C. **Informática Educativa no Brasil: uma história vivida e várias lições aprendidas**. Revista Brasileira de Informática na Educação, Sociedade Brasileira de Informática na Educação, nº 1, 1997.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio: volume 2**. 2ª edição. São Paulo: Saraiva, 2013. 432.

MCCLEAN, P.; JHONSON, C.; ROGERS, R.; DANIELS, L.; REBER, J.; SLATOR, B. M.; TERPSTRA, J.; WHITE, A. **Molecular and cellular biology animations: development and impact on student learning**. Cell Biology Education. V. 4. 2005. P: 169-179.

MELO, J. R., CARMO, E. M. **Investigações sobre o ensino de Genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas**. Ciência & Educação, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de Biologia Celular para a 1ª série do ensino médio**. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de Biologia Celular para a 1ª série do ensino médio**. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

MENDONÇA, V. L. **Biologia: O ser humano, Genética e evolução**. 2ª edição. São Paulo: AJS, 2013. 375.

MERCADO, L.P.L. **A internet como Ambiente Auxiliador do Professor no Processo Ensino-Aprendizagem**. 2001. Disponível em: http://www.igm.mat.br/profweb/sala_de_aula/mat_computacional/2006_2/artigos/artigo1.pdf. Acesso em 06 de Dez 2016.

MINTZES, Y., WANDERSEE, J. & NOVAK, J.; **Ensinando a ciência para a compreensão**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

MORAIS, C.; PAIVA, J. **Simulação Digital e atividades experimentais em Físico Químicas. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de Fusão e ponto de ebulição no 7º ano de escolaridade”**. Sísifo. Revista de Ciências da Educação 3, 101-112, 2007.

MORAN, J. M. **Como utilizar a internet na educação**. Revista Ciência da Informação, v. 26, n. 2, maio-ago. 1997.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em ensino: Aspectos metodológicos**. Programa Internacional de Doctorado en Ensiñanza de las Ciencias. Universidade de Burgos, Espanha; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. (Texto de apoio Nº 19), 2003.

MOREIRA, M. A.; **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília, 2006.

NASCIMENTO, A. D. HETKOWSKI, T. M. **Educação e Contemporaneidade: pesquisas científicas e tecnológicas**. Salvador: EDUFBA, 2009.

OCA, I. C. M. **Que aportes ofrece la investigación reciente sobre aprendizagem para fundamentar nuevas estrategias didácticas?** Revista Educación, México, v. 19, n. 1, p. 7-16, 2005.

OLIVEIRA, G. P. **Novas tecnologias da informação e da comunicação e a construção do conhecimento em cursos universitários: reflexões sobre acesso, conexões e virtualidade.** Disponível em: <<http://www.rioei.org/deloslectores/344Pastre.pdf>>. 2003. Acesso em 23 de Nov. 2012.

OSORIO, C. T. **Ser protagonista: Biologia.** 2ª edição. São Paulo: SM Ltda, 2013. 408.

PAIS, L. C. **Educação escolar e as tecnologias da informática.** 1ª edição. São Paulo, Editora Autêntica, 2005.

PAVAN, O. H. O. et al. **Evoluindo Genética: um jogo educativo.** 1. ed. Campinas: Ed. Unicamp, 1998.

PEZZI, A.; GOWDAK, D. O.; MATTOS, N. S. **Biologia: Genética, evolução e ecologia.** 1ª edição. São Paulo: FTP, 2010. 79.

RODRÍGUEZ, A. B. **La didáctica de la Genética: revisión bibliográfica.** Enseñanza de las ciencias, 13(3):379-385, 1995.

STITH, B. J. **Use of animation in teaching cell biology.** Cell Biology Education. v. 3. 2004. pp: 181-188.

TEIXEIRA, N. P. C. e ARAUJO, A. E. P. **Informática e Educação: uma reflexão sobre novas metodologias.** Hipertextus Revista Digital (UFPE), v. 1, p. 13, 2007.

WEINGÄRTNER, G. M.; **Objetos virtuais de aprendizagem como ferramenta metodológica no ensino de genética no ensino médio.** Dissertação, Curitiba, 2014.

WHELAN, R. J., ZARE, R. N. **Teaching Effective Communication in a Writing-Intensive Analytical Chemistry Course,** Journal of Chemical Education, 2003, 80 (8), 962-966.

6 ARTIGO 3 – A CONTRIBUIÇÃO DE ANIMAÇÕES EM 2D NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE CONCEITOS ELEMENTARES DA GENÉTICA, FRENTE À ANÁLISE DE REPRESENTAÇÕES PICTÓRICAS E TEXTUAIS

Resumo

Muitos alunos acabam formulando imagens mentais dos conteúdos equivocadamente, termos e conceitos da Genética são de difícil visualização por seu caráter abstrato, o que corrobora para dificuldades na aprendizagem, logo, é mister que se consiga averiguar o que os alunos estão imaginando para então fornecer-lhes suporte. Este trabalho objetivou investigar a contribuição de animações em 2D para aprendizagem de conceitos elementares para o entendimento do conteúdo de genética frente a análise de representações pictóricas e textuais. Optou-se por trabalhar com alunos do terceiro ano do Ensino Médio, de uma escola pública do município de Maceió, capital do Estado de Alagoas. Esta pesquisa foi baseada em um processo investigativo, sendo utilizada uma análise qualitativa, foram consideradas os dados obtidos a partir de um pré-teste já utilizado nos artigos anteriores, a aplicação das animações em 2D, a reaplicação do mesmo questionário como pós-teste e uma indagação sobre a visão dos alunos em relação a importância das animações para eles. Os resultados demonstraram que as animações colaboraram para a aprendizagem de termos e conceitos de Genética uma vez que auxiliaram os alunos na construção de modelos mentais e que os alunos veem as animações como instrumento de ensino positivo.

Palavras-chave: desenhos, animações, aprendizagem, Genética.

Abstract

Many students end up formulating mental images of the contents mistakenly, terms and concepts of Genetics are difficult to visualize because of their abstract character, which corroborates to difficulties in learning, so it is necessary to find out what the students are imagining, support them. This job aimed to investigate the contribution of 2D animations to the learning of elementary concepts to understand the content of genetics in the face of the analysis of pictorial and textual representations. It was decided to work with third year high school students from a public school in the municipality of Maceió, capital of the State of Alagoas. This research was based on an investigative process, using a qualitative analysis, considering the data obtained from an already pre-test used in previous articles, the application of 2D animations, reapplication of the same questionnaire as post-test and An inquiry into the students' view of the importance of the animations for them. The results demonstrated that the animations collaborated to learn terms and concepts of Genetics since they helped the students in the construction of mental models and that the students see the animations as a positive teaching instrument.

Key words: drawings, animations, learning, Genetics.

6.1 Introdução

É observável que existem dificuldades na visualização e abstração de vários conteúdos por parte dos alunos, isto é, o discente tem dificuldade de imaginar o que o professor está dizendo, do mesmo modo, o docente não tem ideia o que o aluno está imaginando (BAPTISTA, 2013). Logo, infere-se que os alunos podem não aprender como deveriam os conteúdos, ou estejam formulando concepções equivocadas a respeito dos mesmos.

Isso acontece em parte porque conceitos e entidades em nível microscópico são de difícil abstração e compreensão por estudantes do ensino médio, tal fenômeno foi considerado por Mendes uma barreira para a aprendizagem (MENDES, 2010, p.15).

A genética é uma das áreas da biologia cujo seus conceitos habitam o nível microscópico. Autores como Johstone e Mahmound (1980) afirmaram que os temas genéticos são vistos como os mais difíceis na concepção dos alunos, ao mesmo tempo Finlay et al., (1982) apontaram que é um dos temas mais importantes de se ensinar em Biologia na visão dos professores (SILVEIRA e AMABIS, 2003).

Apesar das dificuldades já relatadas, a aprendizagem desses e outros conceitos se tornam necessárias para que os discentes possam desenvolver competências que permitam lidar com informações, compreendê-las, elaborá-las e refutá-las, isto é, esse conhecimento pode ajudar o aluno a compreender o mundo e agir sobre ele com autonomia (BRASIL, 2000).

Sendo um conhecimento necessário para vida do aluno, e frente aos problemas observados, o professor deve busca por metodologias que favoreçam os processos de aprendizagem e driblem tais problemas.

Para Moreira, metodologias que fomentem a aprendizagem significativa devem ser consideradas, entretanto, é necessário tomar cuidado para evitar a simulação deste importante tipo de aprendizagem, estratégias e mecanismos avaliativos preferencialmente incomuns são vistos como modo operante para que se evite sua simulação, logo, deve-se avaliar é reformular questões e problemas de maneira nova e não familiar, de forma que requeira uma máxima transformação do conhecimento adquirido (MOREIRA, 2006).

O uso de desenhos foi visto por Moreira e outros autores como uma forma de proporcionar ao aluno possibilidades de construir seus próprios conhecimentos,

através da reflexão e da criatividade, conduzem à percepção da importância de conhecer os processos cognitivos do aluno, “materializados” através de representações externas (desenhos), e desta forma, redirecionar o “fazer pedagógico” (MOREIRA et al., 2002).

Os desenhos foram vistos como modelos mentais, Taucedo e Pino afirmaram ainda que o conhecimento “é resultado da interpretação, uma representação mental do mundo” (TAUCEDO e PINO, 2013, p.78). Isto é, se você sabe o que é uma cadeira, deve ser capaz de representá-la na forma simbólica (linguística) ou pictórica (desenho).

Estudos baseados na psicologia cognitiva afirmam que as pessoas não aprendem o mundo diretamente, e sim a partir de representações desse mundo, construídas em suas mentes (MOREIRA, 2006).

Frente aos problemas observados, são necessárias estratégias que possam supera-los, indo de acordo com a realidade da escola, do aluno e professor.

Diante da realidade educacional optou-se pela escolha de produzir e aplicar animações em 2D, por ser um recurso ao alcance do professor, ao mesmo tempo apoiando-se nas ideias dos autores já defendidas nos parágrafos anteriores, foi escolhido um mecanismo avaliativo incomum, pois, as respostas foram dadas de forma pictórica.

Esta pesquisa buscou averiguar como as animações podem favorecer os processos de aprendizagem frente a análise de desenhos. Além disso, buscou-se verificar como os alunos imaginavam termos e conceitos Genéticos, bem como verificar como os alunos enxergam as animações como recurso didático.

A seguir, teremos uma breve revisão bibliográfica sobre o uso de desenhos como instrumento de expressão humana, seguido pelos aspectos metodológicos do estudo, a apresentação dos resultados e suas discussões, sendo finalizado com as considerações finais e as referências utilizadas.

6.1.1 Representações pictóricas

O desenho faz parte da nossa história, o homem primitivo utilizava essa forma de expressão e linguagem para representar sua visão do mundo. Ao longo do tempo e da própria evolução humana, essas representações se transformaram em uma forma de comunicação tal como a linguagem oral e escrita (SMOLE, 2000).

As representações pictóricas ou simplesmente desenhos surgiram como manifestação de conhecimento e inteligência nas mais diversas áreas, sendo importantes para a ciência por representar fenômenos como seres vivos, galáxias, moléculas, átomos e inúmeros outros fenômenos (DERDYK, 2007).

Quando se expressa uma imagem é atribuída ao desenho um valor único, pois é por meio dela que interpretamos o mundo, isto é, percebemos o meio em que vivemos, visualizamos coisas e representamos situações (DERDYK, 2010).

Dentro da escola, o desenho está atrelado à vida do discente, os primeiros traçados e rabiscos são capazes de transmitir as impressões e as relações que a criança estabelece com seu meio. “Antes mesmo que a linguagem escrita lhe seja acessível, os recursos pictóricos tornam-se elementos fundamentais na comunicação e na expressão de sentimentos” (MACHADO, 2002, p.105).

Embora seja importante, a ênfase no aprender a ler, escrever e a contar, dada pelo nosso sistema educacional, acabamos deixando de lado habilidade como a percepção, imaginação, visualização e intuição (EDWARDS, 2005). O desenho foi visto pelo autor, como recurso capaz de ativar as habilidades que foram deixadas de lado.

Derdyk viu o desenho como uma manifestação de inteligência por possibilitar ao aluno construir hipóteses e desenvolver sua capacidade intelectual (DERDYK, 2005).

Fogaça (2003, 2006) e Valente (2007) verificaram uma relação entre a produção de imagens mentais e a construção de conceitos científicos. Os estudos sugerem mudanças na metodologia de ensino atual, de forma que a mudança favoreça os aspectos cognitivos do aluno, seu conhecimento prévio e a realidade do ensino.

Em todas as áreas da ciência observa-se a criação de modelos para exemplificar e compreender fenômenos, esses modelos, nada mais são que representações mentais de seus criadores. Assim como a ciência, “os alunos também precisam de imagens mentais para compreender conceitos” (FOGAÇA, 2003, p.3).

As imagens auxiliam o aluno a compreender e a dar significado aos conceitos científicos, uma vez que para entender um conceito ou “formular teorias, é preciso um ir e vir incessante no pensamento, que classifica, ordena, compara e transpõe conceitos hipotéticos” (VALENTE, 2007, p. 140).

Uma imagem mental fornece acesso a representações de algo ou algum acontecimento que outrora habitou o mundo real, neste sentido, ao abstrair qualquer coisa do mundo real por meio de uma imagem mental, o “aluno amplia para além do espaço e do tempo presentes. A imagem mental é uma forma de linguagem interna que se expressa por meio de um símbolo do objeto, mas que está sendo permanentemente reconstruído” (FOGAÇA, 2003, p. 5).

Logo, o desenho apresenta-se como um facilitador da aprendizagem, uma vez que “a imagem mental representa o percebido, possível de ser materializado, através de várias linguagens: gráficas, plástica, corporal, escrita, falada e etc” (DERDYK, 2010, p.107).

Além disso, uma representação revela uma ideia, um conceito, aquilo que alguém sabe sobre algo, não se trata de uma mera cópia do original ou reprodução mecânica. “É sempre uma interpretação, elaborando correspondências, relacionando, simbolizando, atribuindo novas configurações ao original. O desenho traduz uma nova visão porque traduz um pensamento” (DERDYK, 2010, p.110).

Sendo assim, as representações pictóricas apresentam-se como importante instrumento avaliativo e de aprendizagem, uma vez que são capazes de revelar o que os alunos pensam, imaginam e entendem sobre algo ou alguma coisa, logo, defende-se que os desenhos sejam utilizados como instrumento de avaliação de aprendizagem.

6.2 Metodologia

A pesquisa aqui apresentada é do tipo experimental, pois, o investigador analisou um determinado problema, formulou hipóteses e trabalhou manipulando os possíveis fatores, isto é, as variáveis que estão relacionadas ao fenômeno observado, para avaliar como se dão suas relações em consonância com as hipóteses formuladas (KÖCHE, 1997).

Para o tipo de pesquisa dito experimental, “a manipulação da quantidade e qualidade das variáveis proporciona o estudo da relação entre causas e efeitos de um determinado fenômeno, podendo o investigador controlar e avaliar os resultados dessas relações” (KÖCHE, 1997, p.122).

Para tanto, a abordagem possui o caráter qualitativo, porque expressaram fenômenos complexos específicos de natureza social e cultural, os dados foram

convertidos em porcentagem, e foram expostos através de gráficos comparativos, mas, não foi o foco principal considerar os aspectos numéricos em termos de regras matemáticas e estatísticas (FONTELLES et al., 2009).

O procedimento técnico desta pesquisa se enquadra como de campo, pois, foram coletados dados por meio de um questionário com o intuito de compreender aspectos de uma realidade (FONTELLES et al., 2009).

O presente estudo foi realizado na Escola Estadual Moreira e Silva entre os anos de 2015 e 2016, uma escola de Ensino Médio do Estado de Alagoas. O público alvo se restringiu a duas turmas do segundo semestre de 2015 do terceiro ano do Ensino Médio, isto é, alunos que já haviam tido contato com o conteúdo em questão.

A faixa etária variou entre 16 e 18 anos, as turmas possuíam um número parecido de alunos. Participaram da pesquisa 62 alunos divididos em duas turmas, 31 alunos na turma descrita como “a”, dos quais 18 são do sexo feminino e 13 do sexo masculino, e 31 alunos na turma denominada como “b”, desses, 15 são do sexo feminino e 16 do sexo masculino, as turmas manifestaram diferenças em relação ao comportamento durante as aulas.

Como instrumentos de coleta de dados foram elaborados e aplicados um questionário e animações autorais em 2D. Após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE) pelos responsáveis legais dos voluntários (ver apêndice B e D), os alunos foram submetidos a primeira etapa do processo.

O primeiro momento consistiu na aplicação de um questionário próprio (ver apêndice A). O questionário criado foi inspirado nas ideias de Moreira que afirma que o no primeiro momento, quando se almeja alcançar uma aprendizagem de qualidade, é necessário que se aplique um instrumento avaliativo de qualidade, e esse deve ser fora do comum (Moreira, 2006).

Outra fonte de inspiração para criação de parte do questionário foi atrelada as ideias de que o desenho pode expressar a visão de mundo de uma pessoa, isto é, o desenho é capaz de expressar o que sabemos sobre algo (SMOLE, 2000).

Desse questionário, foram isoladas para serem discutidas nesse artigo, seis questões de cunho discursivo, são elas as questões de número 1, 2, 3, 4, 5 e 10, essas demandaram dos alunos respostas por meio de desenhos e esquemas para expressar o entendimento de alguns termos e conceitos considerados elementares para compreensão de fenômenos biológicos envolvendo a Genética.

Além disso, foi anexada oralmente ao questionário uma décima primeira questão, que solicitou ao aluno que expressasse sua opinião sobre como e se as animações contribuem para o ensino e aprendizagem de Genética.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na produção autoral de animações em 2D, parte da inspiração para a produção veio das respostas obtidas mediante a análise do questionários pré-teste, isto é, se por exemplo foi percebido que um grupo de alunos demonstrou dificuldade em esboçar sua ideia sobre DNA, foi tomado o cuidado para que a imagem do DNA ficasse clara na animação, se um grupo de alunos demonstrou dificuldades em relacionar os conceitos genéticos, um trecho da animação demonstrou essa relação.

Para produção, foram utilizados softwares profissionais, tais como: Fireworks, uma plataforma de produção de desenhos e edição de imagens, pertencente à empresa de tecnologia Adobe (ver apêndice D). O áudio foi gravado por meio de um smartphone com o aplicativo Audio Recorder (ver apêndice E). Os arquivos produzidos com auxílio dos softwares anteriores foram transferidos para Sony Vegas Pro para processo de criação das animações, um editor de vídeos e áudio profissional desenvolvido pela Sony Creative Software (ver apêndice F).

No terceiro momento, realizado no mês de janeiro de 2016, foi aplicada a terceira etapa da intervenção, que consistiu na utilização do produto educacional, a animação foi apresentada aos alunos com auxílio de um computador, um projetor multimídia e de uma caixa de som.

Na quarta e última etapa, também realizada em janeiro de 2016, foi reaplicado o mesmo questionário (ver apêndice A), nesse sentido, foram feitas comparações entre os questionários do pré-teste e pós-teste, obtendo assim, repostas a respeito da melhoria ou não das concepções dos alunos sobre o conteúdo exposto, em outras palavras, averiguou-se como e se as animações contribuíram para a construção do conhecimento.

Para análise e categorização dos dados foram consideradas as ideias de Bardin, logo, foram criadas categorias para fornecer uma simplificação dos dados brutos (BARDIN, 1977).

Durante o inventário e a classificação dos elementos emergiram três categorias principais, e apenas para uma das questões analisadas surgiu a necessidade de uma quarta categoria, que foi intitulada como “parcialmente correto”.

O inventário de acordo com Bardin (1977) é o momento em que isolamos os elementos e a classificação que procura repartir os elementos com o intuito de impor certa organização as mensagens que são vitais para uma análise de conteúdo de qualidade, conforme poderemos ver na próxima sessão deste trabalho.

6.3 Resultados e Discussão

Diante dos resultados obtidos a partir do questionário aplicado nas turmas, levantaram-se dados sobre como os conteúdos foram abstraídos pelos alunos. O objetivo do questionário foi o de verificar a presença de subsunçores na estrutura cognitiva dos alunos, referentes aos termos e conceitos elementares para a compreensão da Genética no ensino médio.

Para expressar os dados foram criadas três categorias principais, categoria do aluno que estavam “correto”, “incorreto” e “em branco”. Na décima questão foi observada a presença de uma quarta categoria, definida como a do aluno “parcialmente correto”.

A categoria do aluno “correto” foi aquela em que foi constatado o acerto da questão, isto é, foi possível observar de forma clara a presença de subsunçores durante a resolução.

A segunda categoria expressou o aluno “incorreto”, aqueles que tentaram a resolução, mas, foi constatado o erro da questão, ou seja, foi constatada a presença confusa de subsunçores.

Na terceira categoria, “em branco”, se enquadra o aluno que não fez a questão, neste sentido, não foi observada a presença de subsunçores.

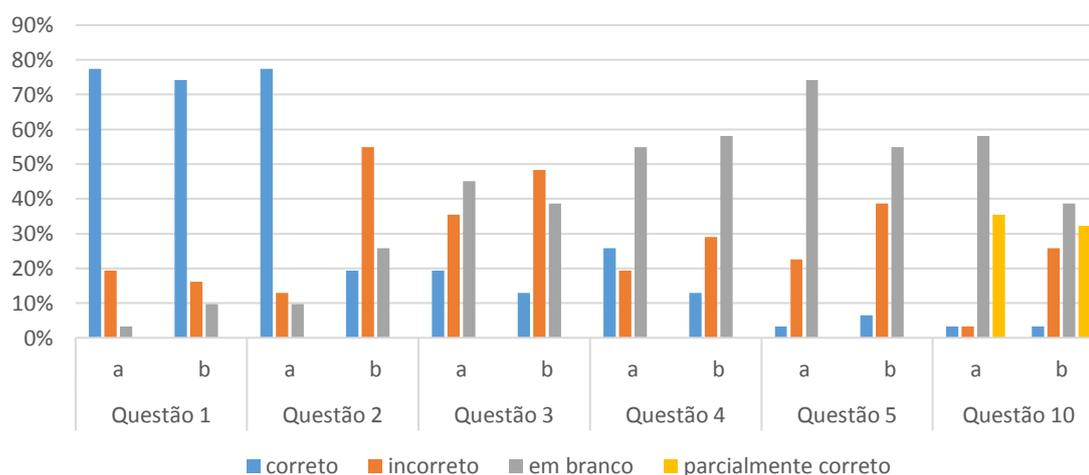
Apenas no caso da décima questão, foi observada a presença de uma quarta categoria, a do aluno “parcialmente correto”, isto é, os alunos responderam parte da questão, mas não conseguiram finalizá-la.

Para que possamos ter uma visão geral dos resultados, a seguir serão apresentados dois gráficos, um referente ao pré-teste e outro referente ao pós-teste, esses apresentam um panorama geral de todas as questões abordadas nesse artigo, em seguida, cada questão será apresentada e discutida individualmente.

No primeiro momento, os dados revelaram que a maioria dos alunos para a maioria das questões possui um conhecimento equivocado se não ausente para termos elementares para compreender a Genética.

Das seis questões analisadas, apenas na primeira questão ambas as turmas apresentam resultados positivos superiores aos negativos (ver figura 1), o fenômeno observado sugere que muitos alunos possuem um conhecimento equivocado ou ausente para maioria dos termos e conceitos Genéticos, o que sugere que ao se falar em um determinado termo ou conceito o aluno estaria imaginando algo diferente ou se quer conseguiria imaginar. O fenômeno observado pode se alicerçar nas ideias de Derdyk, que enxerga o desenho como uma manifestação do conhecimento e inteligência humana (DERDYK, 2007).

Figura 1 – Resultado geral expresso em porcentagem frente à análise do pré-teste dos alunos da turma “a” e “b”



Fonte: autoria própria.

Após a intervenção, é possível observar uma melhoria significativa nos resultados, das seis questões analisadas, em quatro os resultados positivos superam os negativos, e as duas que não alcançaram esse feito tiveram ao menos uma redução drástica dos resultados negativos (ver figura 2). Como o fenômeno se repete em ambas as turmas é possível afirmar que a metodologia tem seu grau de eficiência (MOREIRA, 2003).

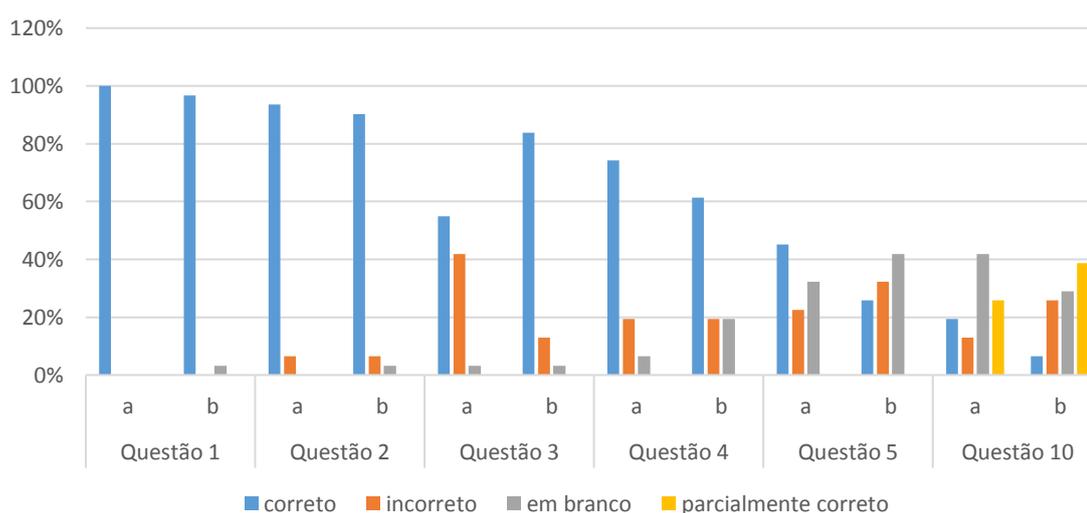
A partir de então, é possível defender a ideia de que a maioria dos alunos foram capazes de representar uma imagem mental coerente para a maioria dos termos e conceitos questionados após a intervenção, logo, é possível afirmar que as animações conseguem influenciar positivamente na aprendizagem.

É possível mais uma vez aferir que as animações colaboram para o processo de ensino e aprendizagem porque os alunos foram capazes de esboçar uma

imagem mental do termo e ou conceito em questão. “A imagem mental é uma forma de linguagem interna que se expressa por meio de um símbolo do objeto, mas que está sendo permanentemente reconstruído” (FOGAÇA, 2003, p. 5).

Quando um aluno é capaz de expressa uma imagem, é atribuída a ela um valor único, pois é por meio daquela imagem que se demonstra como interpretamos o mundo, isto é, entendemos o meio em que vivemos, visualizamos fenômenos e representamos situações (DERDYK, 2010).

Figura 2 – Resultado geral expresso em porcentagem frente à análise do pós-teste dos alunos da turma “a” e “b”



Fonte: autoria própria.

Depois de uma visão geral dos resultados obtidos a partir da resolução de questões discursivas como vimos anteriormente, para que possamos entrar em detalhes cada questão será tratada individualmente, logo, seguir serão expostos os resultados obtidos mediante a análise da resolução das questões de número 1, 2, 3, 4, 5 e 10.

De início, os alunos foram expostos a uma questão que solicitou conhecimento sobre as concepções do DNA, nesse sentido, a questão solicitou dos alunos repostas através de desenhos:

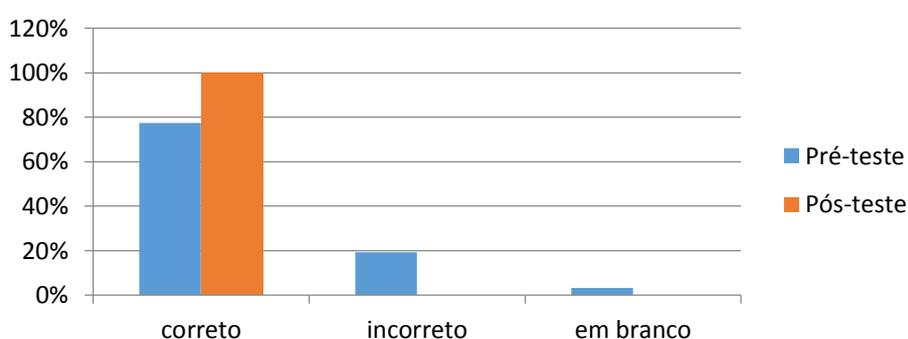
A questão indagou: Como você imagina que é o **DNA** na vida real? Construa um esquema ou desenho que possa expressar a imagem do **DNA** que você tem em mente.

Os resultados do pré-teste revelaram que na turma “a”, 76% dos alunos responderam a primeira questão de forma correta, 17% de forma incorreta e 7%

deixaram a questão em branco. Após a intervenção com o uso da animação, constatou-se que 100% dos alunos responderam à questão de forma correta, nesse sentido é possível observar que as animações influenciaram de forma positiva.

O gráfico abaixo revela de forma resumida os resultados obtidos a partir da análise da resolução da primeira questão respondida pelos alunos da turma “a”.

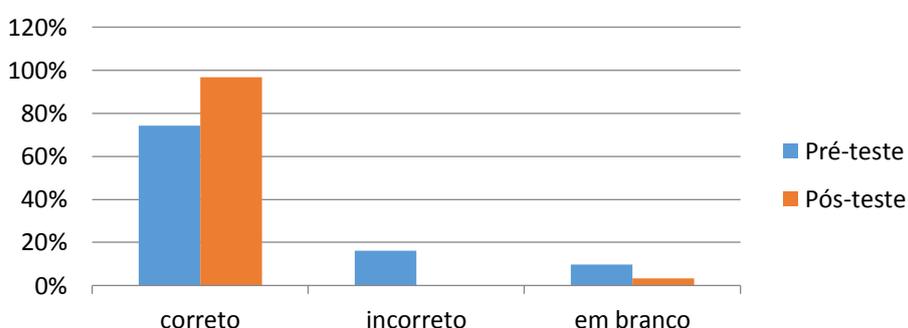
Figura 3 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco na turma “a” mediante a resolução da primeira questão



Fonte: autoria própria.

Já na turma “b”, no primeiro momento 75% responderam de forma correta, 16% de forma incorreta e 9% deixaram a questão em branco. Após a intervenção com o uso da animação o número de acertos aumentou, o pós-teste revelou que 97% dos alunos acertaram a questão, 0% dos alunos erraram a questão e apenas 3% deixaram a questão em branco (ver figura 4).

Figura 4 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco na turma “b” mediante a resolução da primeira questão



Fonte: autoria própria.

Os resultados revelaram que a maioria dos alunos conseguiram expressar através de desenhos ou esquemas a estrutura em questão antes mesmo da intervenção, entretanto, esse número é ampliado em ambas as turmas após a

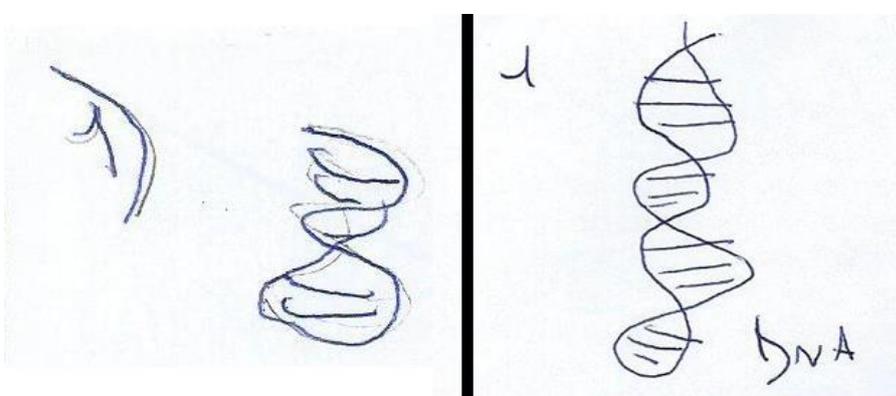
intervenção, o que sugere uma contribuição das animações para o processo de aprendizagem.

Para melhor exemplificar o que os gráficos anteriores demonstraram podemos notar nas figuras 5 e 6 como as representações pictóricas mudaram após a intervenção.

Na figura 5, ao representar sua imagem mental do DNA, lado esquerdo da figura, o aluno da turma “a” demonstra possuir uma imagem mental confusa para o termo, seu desenho se assemelha pouco com modelo da estrutura conhecida, o desenho parece confuso e pobre em detalhes, o que sugere a presença confusa de subsunçores para aquele termo, isso revela, que a priori, quando uma questão ou situação do dia-dia abordava esse termo, o aluno formava uma imagem confusa e irreal daquilo (ver figura 5).

Após a intervenção, o lado direito da mesma figura (ver figura 5), temos a representação mais detalhada, ou seja, o mesmo aluno conseguiu esboçar uma representação mental mais próxima do modelo conhecido da molécula de DNA. O que sugere que a animação influenciou de forma positiva, auxiliando na construção de subsunçores que chamaremos de pictóricos, o fenômeno observado, indica que o aluno a partir de então quando em contato com o termo em questão, será capaz de formar uma imagem mais próxima do real o que pode contribuir para uma aprendizagem (ver figura 5).

Figura 5 – Representação do DNA por aluno da turma “a”



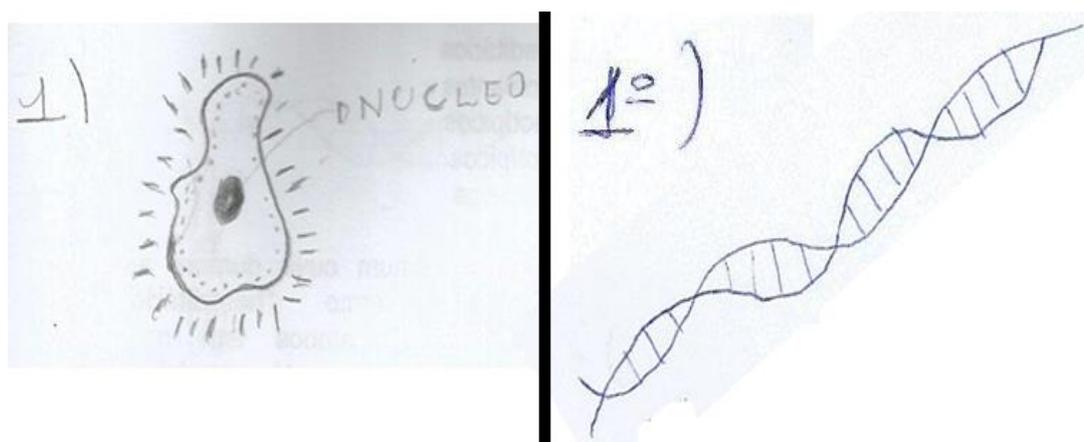
Fonte: Autoria própria.

O mesmo fenômeno é observado na com alunos da turma “b”, quando indagado sobre sua imagem mental do termo DNA (ver figura 6), o aluno representa no pré-teste, canto esquerdo da figura, uma célula, desenha o núcleo, utiliza uma seta e escreve a palavra núcleo apontado para o desenho do núcleo. A

representação revela a presença confusa de subsunçores pictóricos a respeito do DNA o que implica em dificuldades no entendimento do termo.

Depois do uso das animações (ver figura 6), lado direito da figura, o aluno consegue esboçar uma representação mental coerente com o termo em questão, o que sugere uma modificação ou organização em seus subsunçores para DNA, o fenômeno observado implica numa contribuição positiva das animações no processo de aprendizagem.

Figura 6 – Representação do DNA por aluno da turma “b”



Fonte: Autoria própria.

Na segunda questão foram coletados dados mediante: Como você imagina que é um **chromossomo** na vida real? Construa um esquema ou desenho que possa expressar a imagem que você tem em mente dessa estrutura.

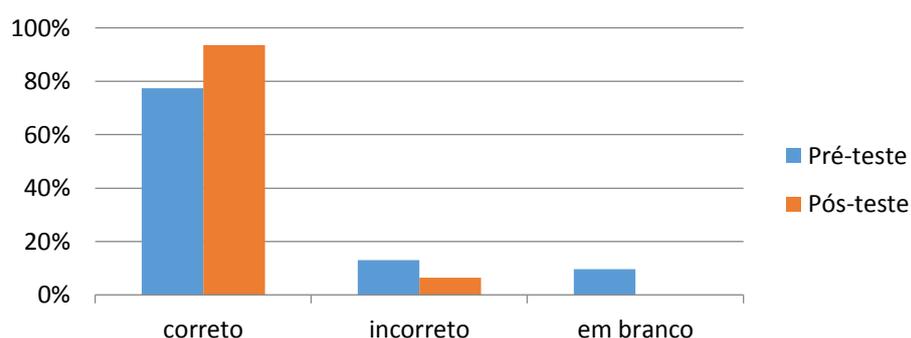
Os resultados observados anteriormente reforçam a ideia de que “a percepção visual animada do fenômeno interfere de forma positiva no aprendizado” (CASTILHO e RICCI, 2006, p. 213).

Além disso é possível afirmar que as animações contribuem “de forma relevante para a melhoria do cenário educacional e, principalmente, para o processo de ensino-aprendizagem” (DURAN, 2008, p. 13).

A segunda questão demonstrou que 77% dos alunos da turma “a” responderam à questão corretamente, 13% responderam de forma incorreta e 10% deixaram a questão em branco. Após a intervenção, os resultados foram expressos de forma mais positiva, 94% acertaram a questão, 6% responderam de forma incorreta e 0% deixaram a questão em branco.

Logo abaixo, o gráfico revela de forma resumida os resultados obtidos a partir da análise da resolução da segunda questão respondida pelos alunos da turma “a”.

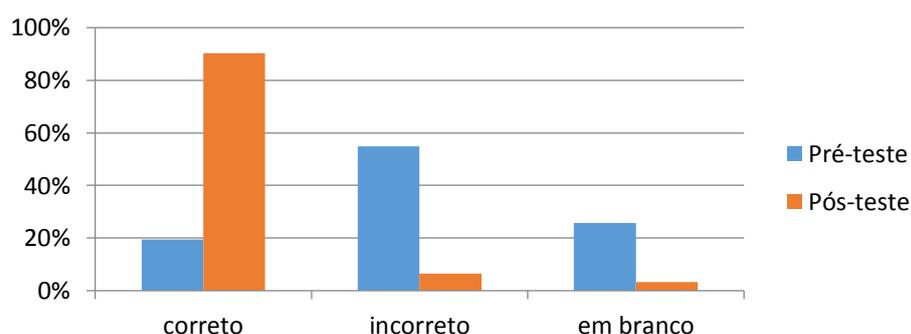
Figura 7 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco na turma “a” mediante a resolução da segunda questão.



Fonte: autoria própria.

A turma “b” apresentou os seguintes resultados no pré-teste, 19% dos alunos responderam corretamente, 55% responderam incorretamente e 26% deixaram a questão sem resposta. Após a intervenção, o número de acertos passou para 90%, o de erros caiu para 6% e de respostas em branco foi reduzido para 3% (figura 8).

Figura 8 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros e questões em branco na turma “b” mediante a resolução da segunda questão



Fonte: autoria própria.

No primeiro momento, foi possível notar um número significativo de alunos entre as turmas “a” e “b” que não possuíam uma imagem formada a respeito do termo e conceito tratado na questão. Após a intervenção, constatou-se que o número de acertos foi bastante superior em ambas as turmas, o que sugere uma contribuição das animações no processo de aprendizagem.

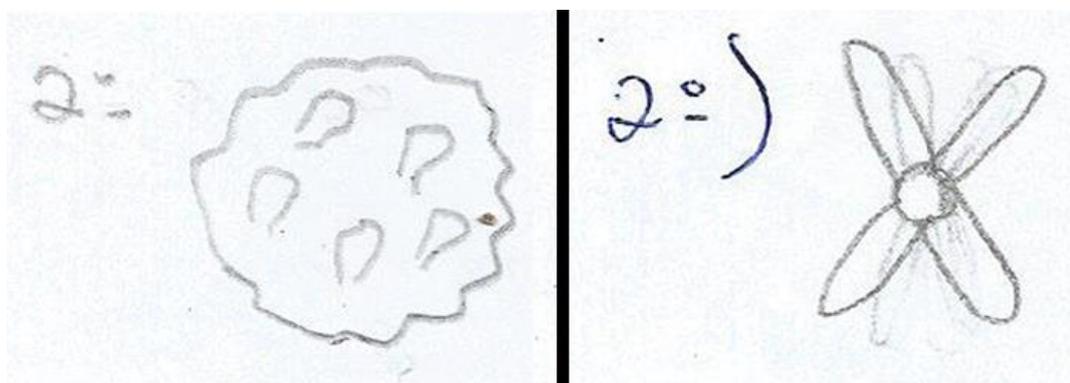
Ao observar as figuras 9 e 10, os dados expressos nos gráficos anteriores adquirem maior sentido.

Na figura 9, um dos alunos da turma “a”, lado esquerdo da figura, representa o termo em questão de uma forma confusa, seu modelo mental não se assemelha

com os modelos de cromossomos usuais, esse subsunçor pictórico equivocado possivelmente influência de forma negativa no aprendizado uma vez que o aluno imagina de forma errônea um termo elementar para compreender a Genética.

Nota-se que na figura 9, lado direito da figura, o mesmo aluno consegue expressar um modelo mental mais coerente com os modelos de cromossomos conhecido atualmente, nela o aluno representa após a intervenção uma estrutura similar uma letra “x”, representando um cromossomo duplicado, lado esquerdo ligado ao lado direito do cromossomo, estrutura em forma de “x” conhecida como cromátides irmãs, no centro do cromossomo o aluno faz um círculo para representar o centrômero. A representação pictórica revela que após a intervenção o aluno foi capaz esboçar um subsunçor pictórico mais coerente com modelos de cromossomos que temos atualmente, o que sugere uma influência positiva no uso das animações no ensino da Genética (ver figura 9).

Figura 9 – Representação do Cromossomo por aluno da turma “a”



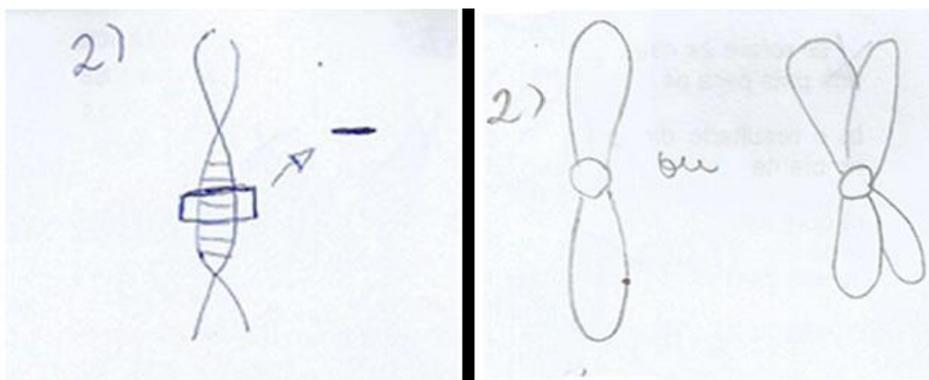
Fonte: Autoria própria.

Assim como observado anteriormente, a figura de um dos alunos da turma “b”, também demonstra equívoco em um primeiro momento e coerência após a intervenção (ver figura 10).

No lado esquerdo da figura (ver figura 10), o aluno representa uma molécula de DNA, destaca um trecho da molécula com um retângulo, usa uma seta apontada para um traço que na verdade corresponderia um trecho do DNA, sua imagem mental para o termo cromossomo é equivocada, o aluno parece confundir o termo solicitado com a ligação entre duas bases nitrogenadas do DNA. O fenômeno observado sugere que o aluno possui subsunçores pictóricos equivocados para o termo em questão e possivelmente ao se deparar com assuntos relacionados com termo faria uma imensa confusão o que prejudicaria o aprendizado.

Entretanto, após a intervenção, lado direito da figura (ver figura 10), o mesmo aluno da turma “b” consegue esboçar os dois modelos de cromossomos mais usuais conhecidos, no primeiro, um cromossomo não duplicado seguido pela palavra “ou” e a representação do segundo modelo de cromossomo, o duplicado, isto é, com as cromátides irmãs. Dessa forma, é possível aferir que as animações auxiliaram na construção de subsunçores pictóricos mais coerentes a respeito dos cromossomos, o que poderá favorecer na aprendizagem.

Figura 10 – Representação do Cromossomo por aluno da turma “b”



Fonte: Autoria própria.

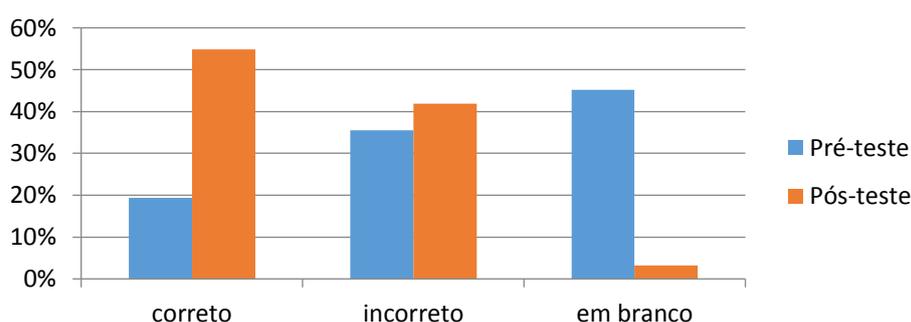
Como visto anteriormente, muitos alunos imaginam termos importante de forma equivocada, logo, “a visualização de animações desempenha um importante papel na compreensão dos conceitos e fenômenos, em que por vezes, a própria conceitualização depende da visualização” (DIAS, 2012, p.87).

É possível observar nas representações dos alunos uma mudança no conhecimento prévio após o uso de animações. “A utilização de vídeos e animações como estratégia de ensino ajuda o aluno a desenvolver novos conceitos sobre os conteúdos ministrados em sala de aula” (OLIVEIRA e JUNIOR, 2012, p.1806).

Para responder a terceira questão os alunos deveriam esboçar sua ideia sobre o gene, a questão utilizada foi a seguinte: Como você imagina que é um **gene** na vida real? Construa um esquema ou desenho que possa expressar a imagem do **gene** que você tem em mente.

No primeiro momento, a turma “a” revelou que 19% dos alunos responderam de forma correta, 35% responderam de forma incorreta e 45% deixaram a questão sem resposta. Já após a intervenção, o número de alunos respondendo de forma correta pula para 55%, de forma incorreta tem um aumento de 42% e que 3% deixaram a questão em branco conforme podemos notar no gráfico abaixo.

Figura 11 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da terceira questão

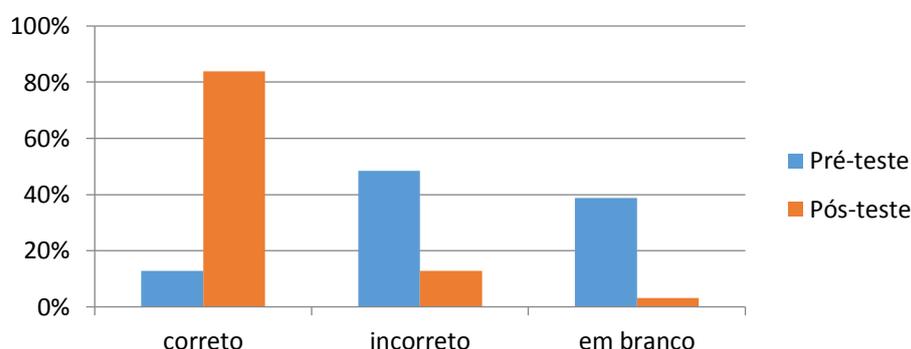


Fonte: autoria própria.

A princípio na turma “b”, 13% dos alunos responderam à questão corretamente, 48% de forma incorretamente e 39% dos alunos deixaram a questão em branco. Após a intervenção, 84% dos alunos responderam à questão de forma correta, 13% de forma incorreta e 3% deixaram a questão em branco.

Nesse sentido, é possível afirmar que as animações influenciaram de forma positiva durante a resolução da questão. O gráfico a seguir, revela de forma resumida os resultados obtidos a partir da análise da resolução da terceira questão respondida pelos alunos da turma “b” (ver figura 12).

Figura 12 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da terceira questão



Fonte: autoria própria.

O termo gene, que é extremamente importante para a compreensão da Genética, deixou de ser expresso por um número significativo de alunos conforme demonstrou o pré-teste, todavia, a intervenção sugere uma influência positiva das animações no processo de aprendizagem, pois, os resultados positivos superaram os negativos em ambas as turmas após a intervenção.

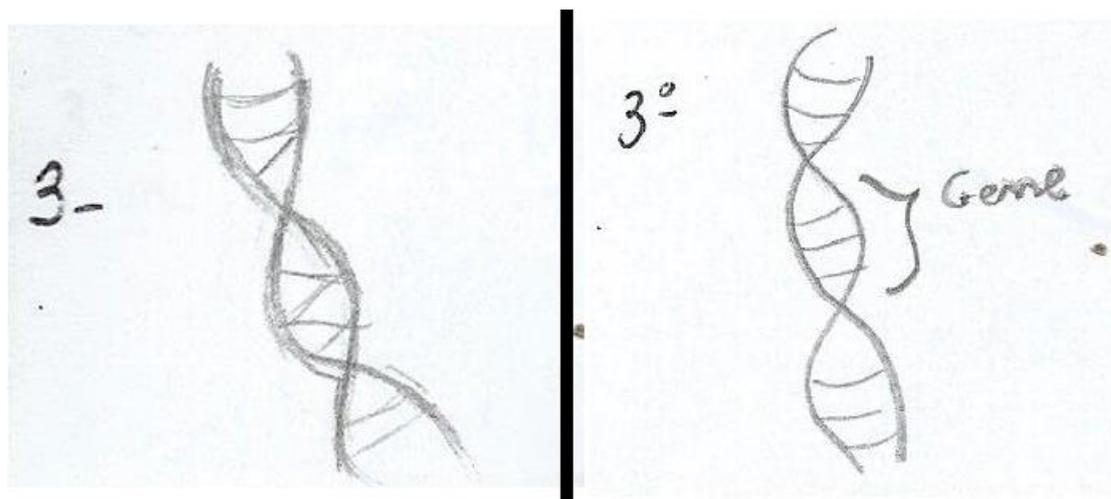
Embora tenha sido observado um número expressivo de alunos na turma “a” se enquadrando na categoria dos incorretos após a intervenção, nota-se que houve uma migração da categoria em branco, para as demais categorias, ou seja, houve uma influência das animações sobre as respostas dos alunos.

Antes da intervenção, lado esquerdo da figura 13, o aluno da turma “a” esboça a representação da molécula de DNA para se referir ao Gene, o que sugere má compreensão do termo, que implica em subsunçores pictóricos presentes, entretanto confusos, o que pode desfavorecer a aprendizagem (ver figura13).

Após a intervenção, lado direito da figura 13, o mesmo aluno esboça uma molécula de DNA, destaca um dos trechos da molécula usando chaves, em seguida escreve a palavra Gene ao lado do trecho do DNA destacado.

A representação pictórica feita pelo aluno após a intervenção, demonstra que as animações foram capazes de favorecer a construção de subsunçores pictóricos a respeito do termo Gene, logo, as animações parecem favorecer o processo de aprendizagem (ver figura 13).

Figura 13 – Representação do Gene por aluno da turma “a”

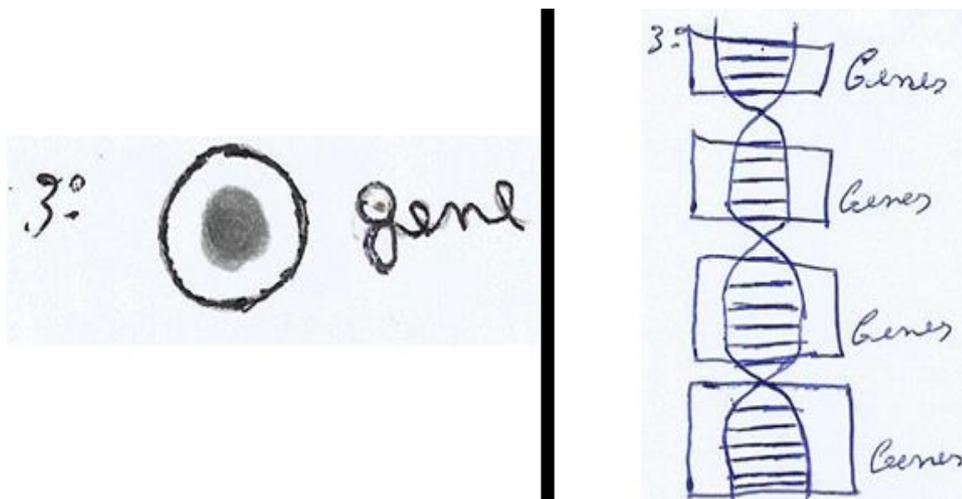


Fonte: Autoria própria.

O fenômeno observado na turma anterior, também é notado na turma “b” durante o pré-teste, na figura 14, lado esquerdo da figura, o aluno esboça uma representação do que parece ser uma célula, ao lado ele escreve o nome gene, a representação revela que o aluno possui uma ideia equivocada a respeito do termo em questão, isto é, o aluno demonstra ter subsunçores pictóricos equivocados para o termo em questão o que por sua vez poderá desfavorecer processos de aprendizagem (ver figura 14).

Após a intervenção, o mesmo aluno demonstra possuir subsunçores coerentes com termo em questão (ver figura 14), no lado direito da figura, o aluno faz o desenho da molécula de DNA, ele destaca quatro regiões da molécula com retângulos e ao lado de cada retângulo ele escreve o nome Gene, essa representação pictórica revela que aluno passou a imaginar que o Gene é uma parte do DNA após a intervenção.

Figura 14 – Representação de Gene por aluno da turma “b”



Fonte: Autoria própria.

As representações pictóricas dos alunos revelam no primeiro momento um entendimento equivocado de um termo importante, esse fenômeno chama atenção para necessidade do aluno em visualizar os termos e conceitos em questão. Após a intervenção, nota-se nas representações, que o aluno transita de representações abstratas equivocadas para representações visuais mais concretas.

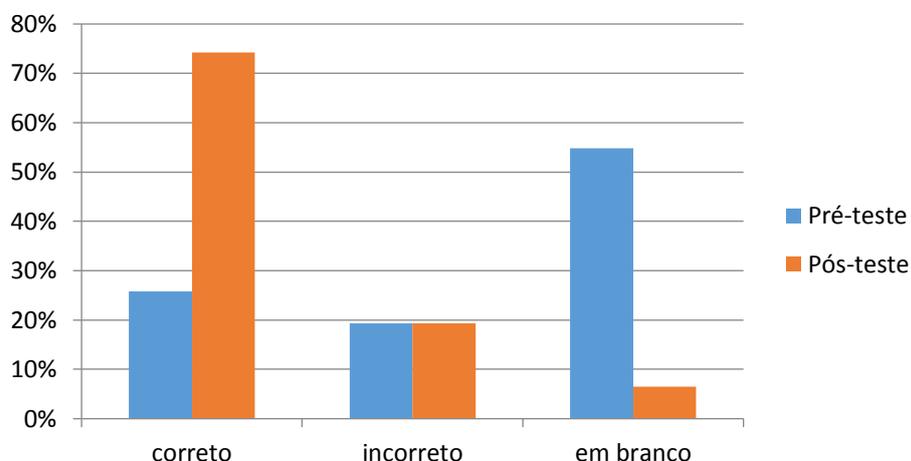
Em um trabalho similar, McClean afirma que as animações são importantes por favorecer a visualização do conteúdo. “a visualização ajuda a compreensão dos alunos em processos complexos, pois ajuda na conversão de um conceito abstrato em um objeto visual específico que pode ser mentalmente manipulado” (MCCLEAN et al, 2005, p.170).

Os dados da quarta questão foram obtidos mediante a seguinte questão: O termo **gametas** sempre aparece em questões envolvendo genética. Afinal, o que são gametas? Construa um texto mais um desenho ou esquema (texto + desenho) para expressar sua ideia de **gametas**.

Na turma “a”, 26% dos alunos responderam corretamente, 19% dos alunos de forma incorreta e 55% dos alunos deixaram a questão em branco. Após a

intervenção observou-se que 74% dos alunos responderam de forma correta, 19% de forma incorreta e 6% deixaram a questão em branco (ver figura 15).

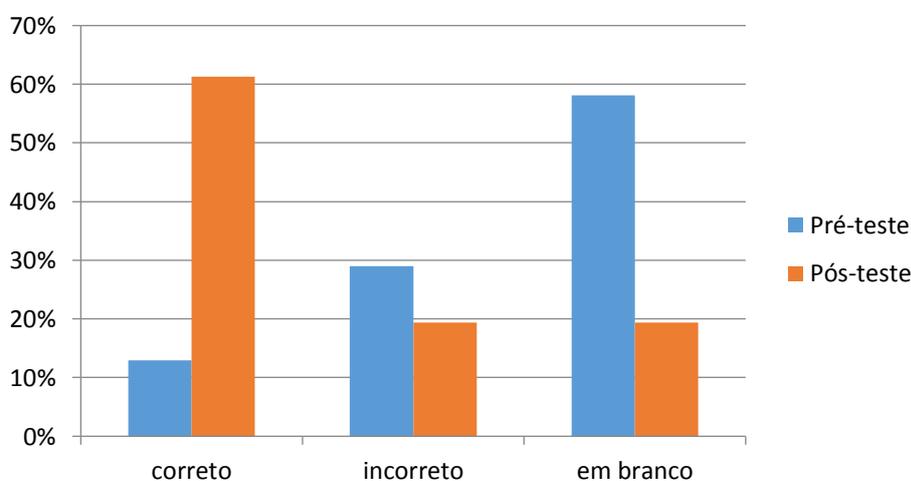
Figura 15 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da quarta questão



Fonte: autoria própria.

O pré-teste revelou que na turma “b”, 13% dos alunos responderam de forma correta, 29% responderam de forma incorreta e 58% de deixaram a questão em branco. Após a intervenção 61% dos alunos responderam à questão de forma correta, 19% de forma incorreta e 19% deixaram a questão em branco.

Figura 16 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da quarta questão



Fonte: autoria própria.

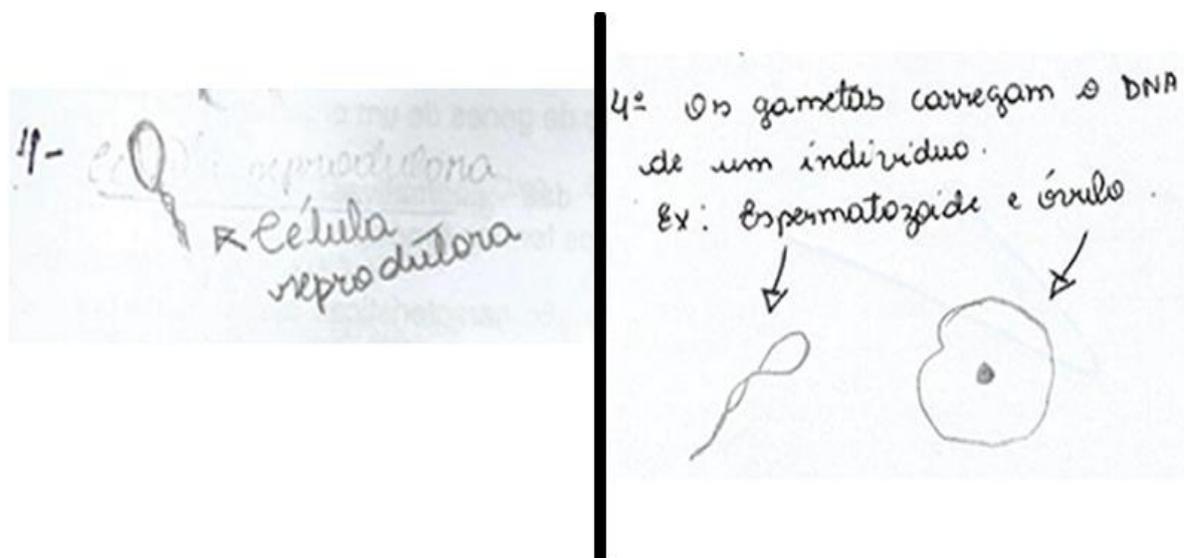
No primeiro momento, os resultados do pré-teste indicaram que a maioria dos alunos não conseguiram expressar de alguma forma ideias a respeito de um

conceito elementar para Genética. Entretanto, após a intervenção os resultados positivos superaram os negativos em ambas as turmas, o que por sua vez, sugere que as animações contribuem para a aprendizagem dos alunos.

Na figura 17, é possível ver o antes e depois da intervenção de um aluno da turma “a” para o termo Gameta, a priori o aluno faz o uma representação pictórica do espermatozoide e ao lado escreve o nome “célula reprodutora” com uma seta direcionada para o desenho em questão (ver figura 17, lado esquerdo). Essa representação mental revela que o aluno já possuía subsunçores pictóricos para o termo Gameta, entretanto, ele só representa o gameta masculino.

Após a intervenção, o aluno consegue demonstrar subsunçores pictóricos mais detalhados para o termo em questão (ver figura 17, lado direito da figura), ele faz o desenho dos Gametas masculino e feminino, escreve os termos espermatozoide e óvulo, usa setas para relacionar o desenho com os termos e por último escreve: “Os gametas carregam o DNA de um indivíduo”. A representação esboçada pelos o aluno no segundo momento apresenta maior nível de detalhamento que a representação anterior à intervenção, o que sugere uma contribuição das animações para reorganização e inserção de subsunçores na estrutura cognitiva do aluno.

Figura 17 – Representação dos Gametas por aluno da turma “a”



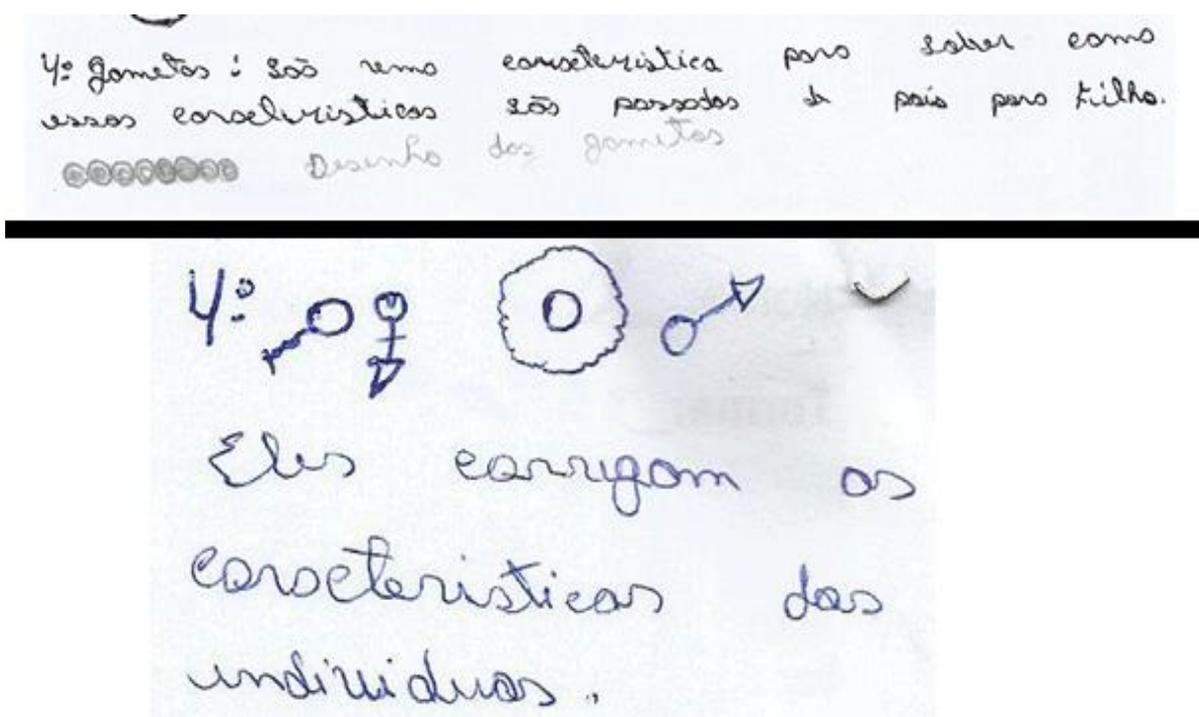
Fonte: Autoria própria.

Na turma “b”, no momento do pré-teste o aluno afirma que (ver figura 18, canto superior): “Gametas: são uma característica para saber como essas características são passadas de pais para filho”. Em seguida ele esboça oito círculos

justapostos no sentido horizontal, ao lado do desenho ele escreve: “Desenho dos gametas”. A afirmação do aluno bem como a representação pictórica o termo em questão demonstra ser bem confusa e equivocada.

Após a intervenção (ver figura 18, canto inferior), o aluno consegue esboçar uma representação pictórica mais coerente, ele faz o desenho de uma estrutura que lembra o espermatozoide e o óvulo, em seguida ele escreve: “Eles carregam as características dos indivíduos”. Logo, é possível notar que o aluno a partir de então, demonstra possuir subsunçores pictóricos coerentes para o termo gametas.

Figura 18 – Representação dos Gametas por aluno da turma “b”



Fonte: Autoria própria.

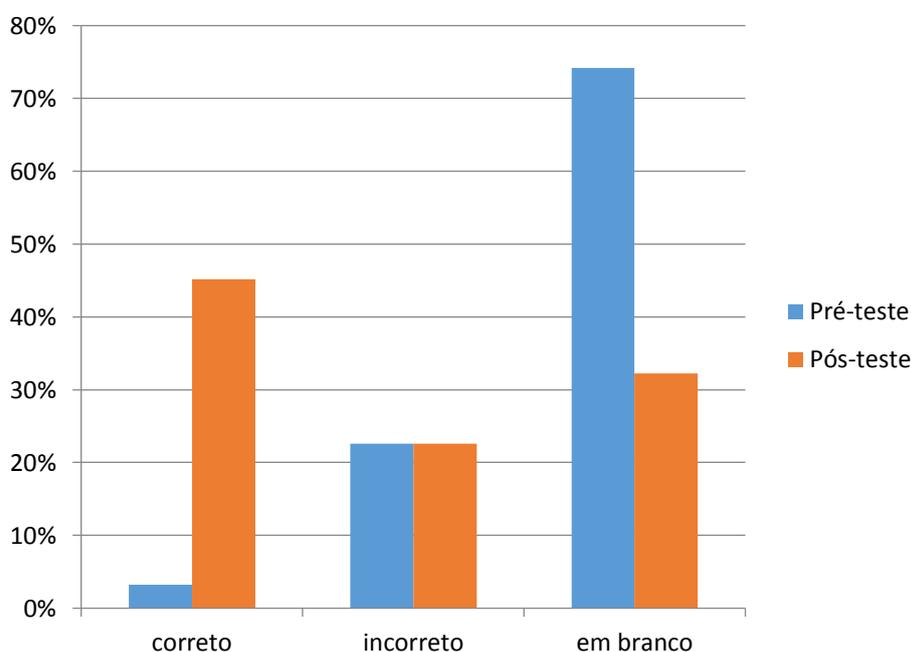
Como visto nas representações (ver figura 17 e 18) e nos dados gráficos, antes da intervenção, a maioria dos alunos esboçam uma ideia equivocada, simplista ou ausente a respeito do termo tal como ele foi apresentado, isto é, de forma científica. Entretanto, após a intervenção, os resultados positivos se tornam expressivos, o que sugere uma colaboração significativa das animações para o aprendizado, assim os alunos passaram a conhecer o termo científico Gameta.

Em um trabalho feito por Barak, ele observa algo parecido, afirma que alunos que tiveram contato com animações como parte de uma aprendizagem científica, foram capazes de desenvolver habilidades de pensamento, como: compreensão da ciência e implementação do conhecimento (BARAK et al, 2010).

A quinta questão apresentou-se de forma mais complexa: Os termos **DNA**, **Cromossomos**, **genes** e **gametas** estão intimamente relacionados. Esses termos são muito importantes para entender como as características são passadas dos pais para os filhos. Construa um texto e mais um desenho ou esquema (texto + desenho) que possa expressar essa relação.

Na turma “a”, o pré-teste revelou que 3% dos alunos responderam corretamente, 23% responderam incorretamente e 74% dos alunos deixaram a questão em branco. Após a intervenção, 45% dos alunos responderam corretamente, 23% incorretamente e 32% deixaram a questão em branco conforme podemos ver no gráfico abaixo.

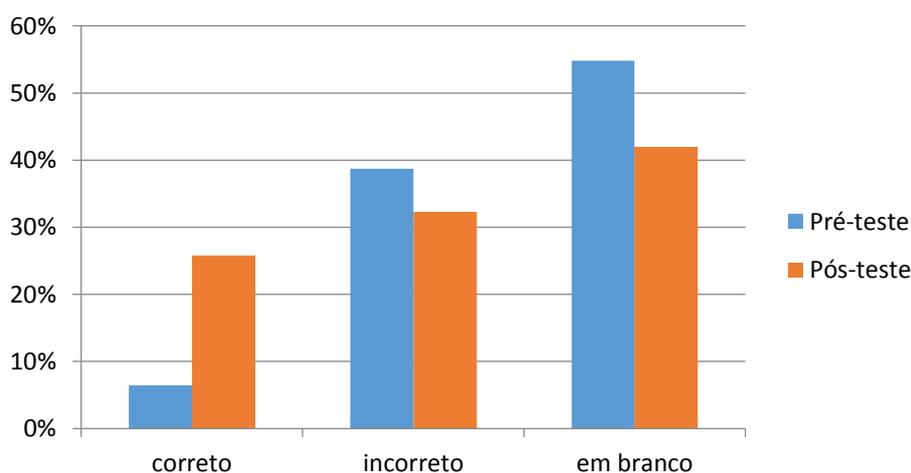
Figura 19 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da quinta questão



Fonte: autoria própria.

Já na turma “b”, o pré-teste demonstrou que 6% dos alunos responderam corretamente, 39% responderam de forma incorreta e 55% deixaram a questão em branco. O pré-teste por sua vez revelou um que 26% dos alunos passaram a responder de forma correta, 32% de forma incorreta e 42% continuaram deixando a questão em branco. O gráfico a seguir revela de forma resumida os resultados obtidos a partir da análise da resolução da quinta questão respondida pelos alunos da turma “b”.

Figura 20 – Resultado expresso em valores numéricos do total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da quinta questão



Fonte: autoria própria.

Os dados obtidos através do pré-teste revelaram mais uma vez, que muitos alunos demonstram desconhecer conceitos importantes para compreensão da Genética. As animações demonstraram influenciar na resolução da questão em ambas as turmas, os resultados positivos superam os negativos após a intervenção, o que sugere que esse recurso pode contribuir de alguma forma para aprendizagem.

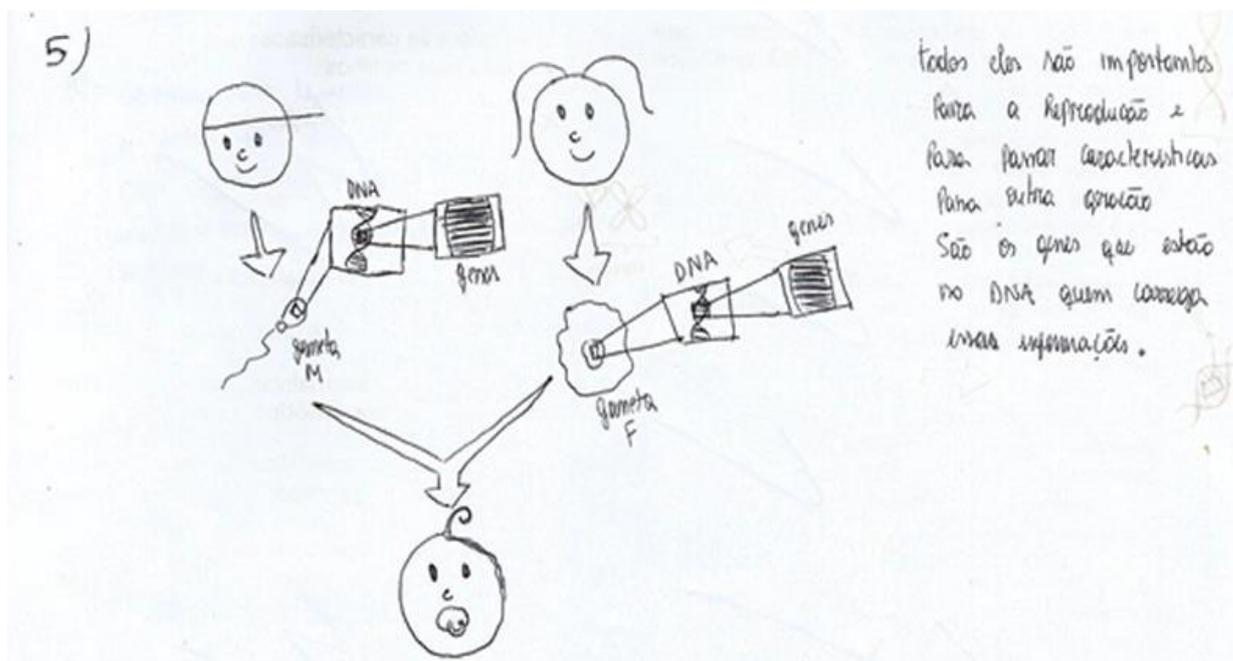
No pré-teste, o aluno da turma “a” não consegue expressar uma relação entre os termos, ele deixa a questão em branco, o que sugere a ausência de subsunçores pictóricos para o estabelecimento da relação entre os termos.

Entretanto, após a intervenção o aluno consegue esboçar uma representação pictórica coerente (ver figura 21), logo, consegue estabelecer uma relação entre os termos, ele faz o desenho de dois personagens, usa setas para afirmar que aqueles personagens produzem gametas, faz uma espécie de ampliação, demonstrando que dentro dos gametas temos o DNA, faz uma nova ampliação para demonstrar que os Genes estão presentes no DNA, com setas interligadas ele tenta mostra que os Gametas se unem para formar uma criança.

O aluno escreve um pequeno texto explicativo no canto direito da figura 21, onde faz uma afirmação sobre os termos relacionados: “Todos eles são importantes para reprodução e para passar características para a outra geração. São os genes que estão no DNA quem carrega essas informações”. É possível notar que as animações colaboraram para que aluno conseguisse formar uma imagem mental da relação entre os termos, após a intervenção o aluno passou a esboçar subsunçores

pictóricos coerentes e a relacionar esses subsunçores com informações, o que caracteriza aprendizagem do conteúdo.

Figura 21 – Representação de relação entre os termos por aluno da turma “a”



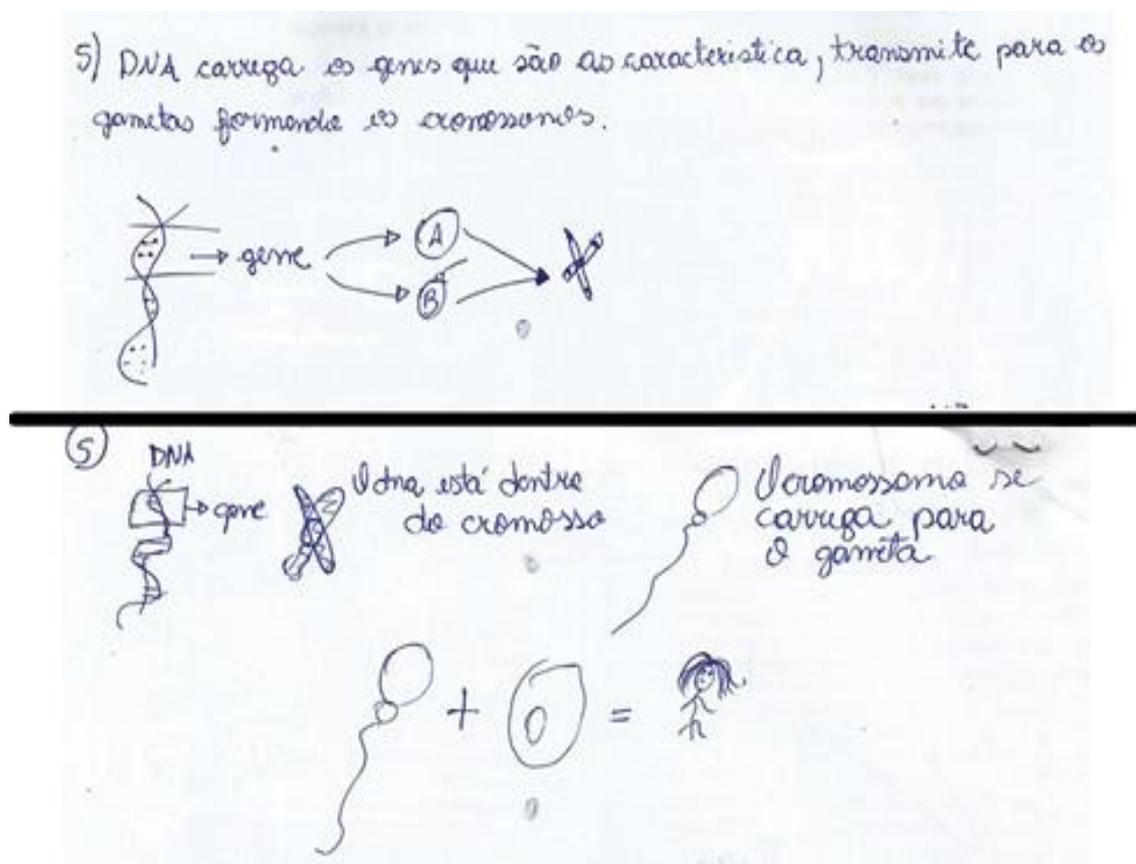
Fonte: Autoria própria.

Na turma “b” (ver figura 22), um aluno esboça no pré-teste canto superior da figura, uma relação confusa entre os termos, primeiramente ele desenha uma molécula de DNA, destaca um trecho e usa uma seta direcionada para palavra Gene, usa duas setas para direcionar a palavra Gene para o Gametas masculino e feminino, usa setas para direcionando os gametas para o cromossomo. O aluno escreve a seguinte afirmação: “DNA carrega os genes que são as características, transmite para os gametas formando os cromossomos”. Tanto representação textual quanto pictórica revela uma má relação entre os subsunçores e em algumas partes um entendimento equivocado sobre a relação entre os termos (ver figura 22).

Após a intervenção o aluno consegue esboçar uma relação entre os termos mais coerente (ver figura 22, canto inferior), o aluno fez representações pictóricas para todos os termos que deveria relacionar, destaca um trecho da molécula de DNA e apresenta o Gene, faz o desenho de Cromossomo e afirma: “O DNA está dentro do Cromossomo”, faz a representação do Gameta masculino e afirma: “O Cromossomo se carrega para o Gameta”. Por último ele faz a representação do Gameta masculino, ao lado o sinal positivo, seguindo o Gameta feminino, sinal de igualdade e por fim um desenho humanoide.

A representação pictórica e textual revela que o aluno conseguiu estabelecer uma relação bem coerente entre os termos após a intervenção, o aluno não só foi capaz de demonstrar subsunçores pictóricos de cada um dos termos, mas demonstrou ter a capacidade de relacionar esses subsunçores de forma correta.

Figura 22 – Representação de relação entre os termos por aluno da turma “b”



Fonte: Autoria própria.

Os dados do pré-teste revelaram que com o aumento no grau de complexidade de uma questão elevam-se os índices negativos, todavia, após o uso das animações, houve uma redução índices negativos e um aumento nos positivos.

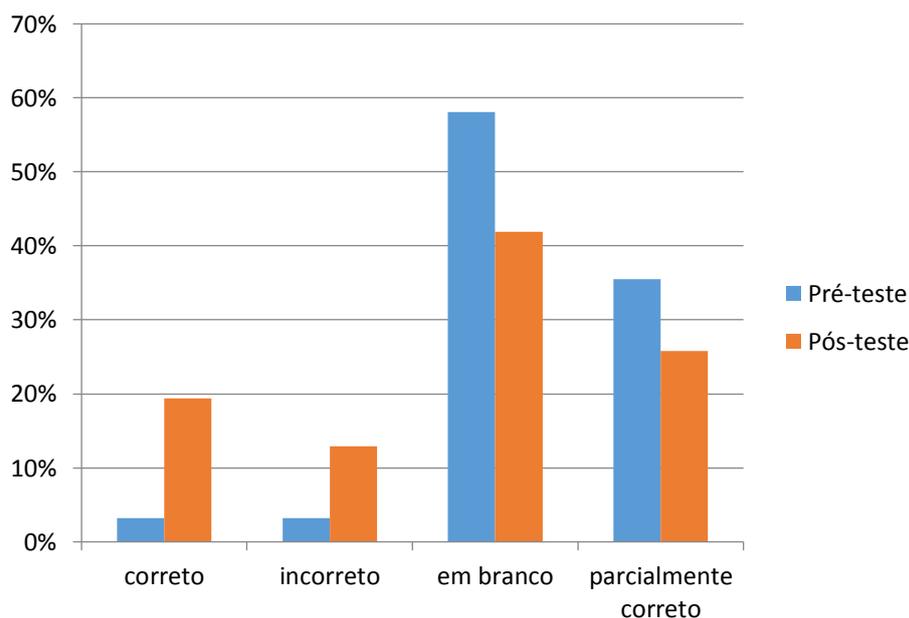
Logo, é possível afirmar que as animações auxiliam na aprendizagem, a mesma ideia é defendida por Rosen, em seu trabalho foi notado que as animações possuem alto potencial na aprendizagem de sistemas complexos, principalmente quando comparadas com aulas tradicionais (ROSEN, 2009).

A décima e última questão teve o caráter discursivo, apresenta um problema comum na genética do ensino médio, que é a resolução de um cruzamento teste e costuma envolver a compreensão de todos os termos e conceitos que foram tratados no primeiro, segundo e no terceiro artigo dessa dissertação: A capacidade de sentir

o gosto de uma substância amarga chamada feniltiocarbamida (PTC) deve-se a um gene dominante. Qual será a probabilidade de um casal (sensível a essa substância e heterozigótico) ter filhos com e sem essa característica? Utilize o quadro de Punnett para realizar o cruzamento. Após realizar o cruzamento tente explicar se possível, em que local nesse cruzamento você está representando os **gametas**, os **genes**, o **fenótipo**, e o **genótipo**.

O pré-teste revelou que na turma “a”, 3% dos alunos responderam à questão corretamente, 3% dos alunos responderam incorretamente, 58% deixaram a questão em branco. Foi observada presença de uma quarta categoria, intitulada como “parcialmente correto”, neste sentido, 35% dos alunos acertaram o cruzamento teste, mas, demonstraram incompreensão do significado real do cruzamento. O pós-teste revelou que 19% dos alunos passaram a responder à questão corretamente, 13% incorretamente, 42% em branco e 26% parcialmente correto, conforme podemos ver no gráfico a seguir.

Figura 23 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “a” mediante a resolução da décima questão



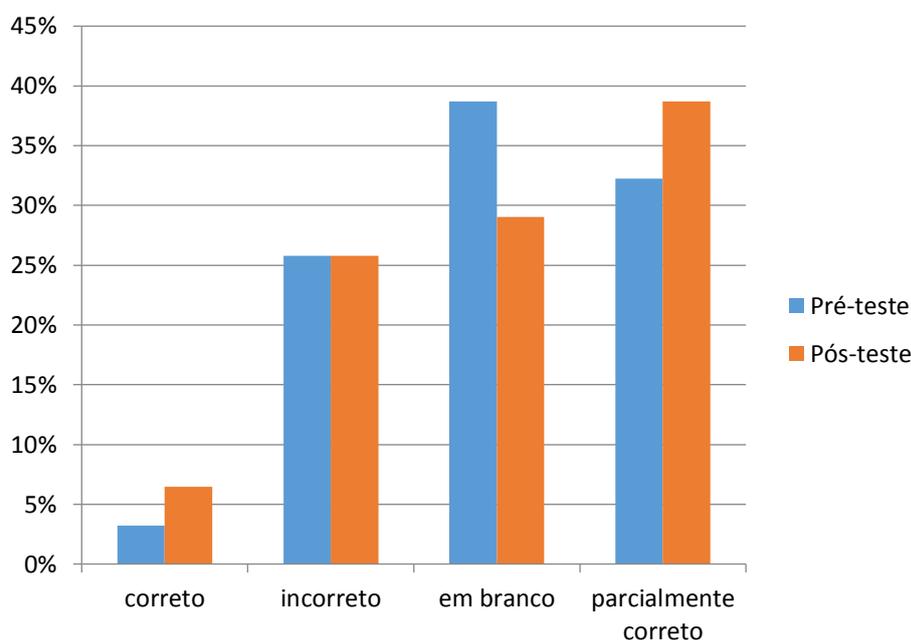
Fonte: autoria própria.

Para turma “b”, o pré-teste revelou que 3% dos alunos responderam à questão corretamente, 26% dos alunos responderam de forma incorreta, 39% deixaram a questão em branco e 32% parcialmente corretos. Após a intervenção, 6% passaram a responder de forma correta, 26% de forma incorreta, houve uma

redução para 29% no número de alunos que deixaram a resposta em branco e um aumento no número de respostas parcialmente corretas para 39%.

O gráfico a seguir, demonstra os resultados obtidos a partir da análise da resolução da décima questão respondida pelos alunos da turma “b”.

Figura 24 – Resultado expresso em porcentagem o total de acertos, erros, questões em branco na turma “b” mediante a resolução da décima questão



Fonte: autoria própria.

Os resultados da décima questão confirmam a hipótese de que a maioria dos alunos não fazem a associação entre os conceitos de genética e sua aplicação prática, o número significativo de alunos se enquadrando na categoria “parcialmente correto”, que significa que os mesmos sabem responder à questão de forma mecânica, embora consigam acertar o cruzamento, muitos aparentaram ter dificuldades em relacionar os termos e conceitos estudados com o cruzamento realizado por eles.

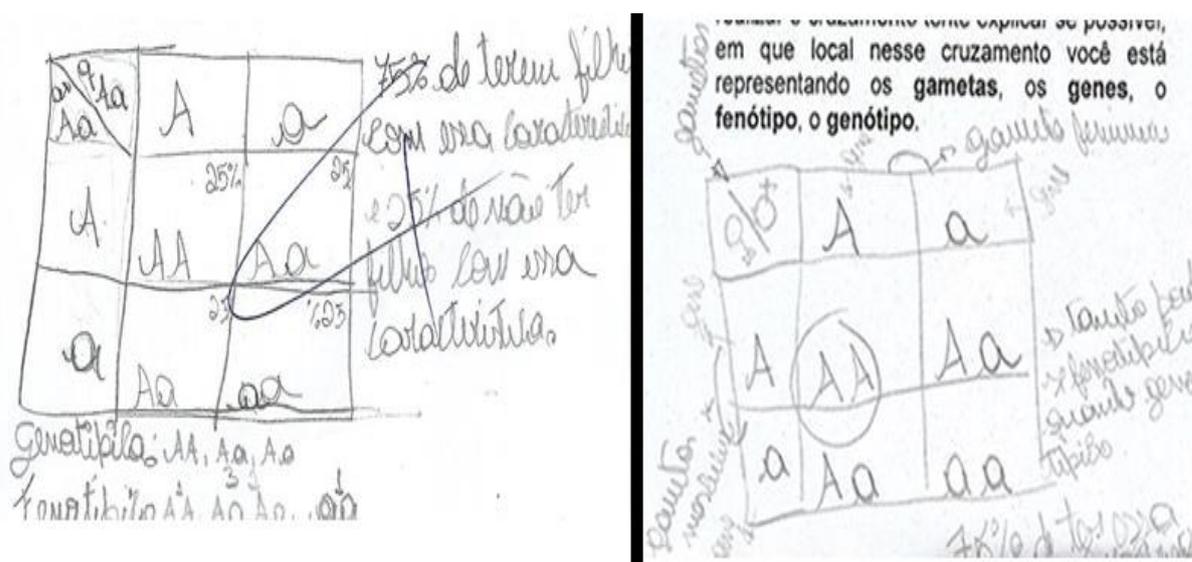
Após a intervenção, houve uma melhoria muito singular no número de alunos que passaram a responder à questão completamente correta, embora singular, para as duas turmas, após a intervenção os resultados positivos aumentaram na maioria dos casos e os negativos tiveram decréscimo.

Na figura 25 (lado esquerdo), o aluno realiza o cruzamento corretamente e informa as proporções solicitadas, entretanto, não demonstra os locais onde estariam implicitamente no quadro de Punnett os termos **gametas**, os **genes**, o **fenótipo**, e o

genótipo, esse esboço caracteriza uma aprendizagem mecânica do conteúdo, ao responder várias vezes exercícios similares o aluno acaba conseguindo responder à questão, mas, possivelmente não entende por completo o que fez.

No lado direito da mesma figura, é possível ver a resposta do mesmo aluno após a intervenção, entretanto o aluno não só acerta o cruzamento, mas também, emprega um sistema de setas apontadas para dos termos que estariam implícitos no quadro de Punnett, o que demonstra uma aprendizagem concreta do assunto, o aluno não só demonstra possuir subsunçores, mas tem a capacidade de relacioná-los e atribuir significado aos mesmos (ver figura 25).

Figura 25 – Representação do Cruzamento por aluno da turma “a”

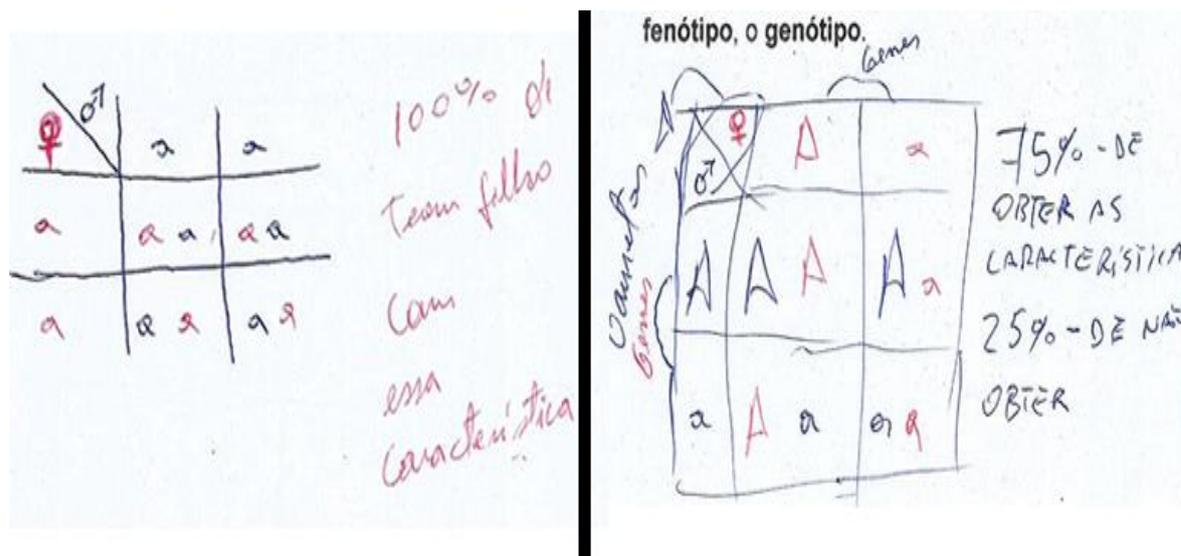


Fonte: Autoria própria.

No segundo caso demonstrado, temos um aluno da turma “b” (ver figura 26), no canto esquerdo temos a resolução feita antes da intervenção, que demonstra uma resposta completamente incorreta dado o enunciado, além disso, o aluno não demonstra nenhum dos termos Genéticos que estariam implícitos no quadro de Punnett. Neste sentido o aluno esboçou dificuldades em apresentar subsunçores para a questão e dificuldades ao interpretar o enunciado.

É possível notar da figura 26, lado direito, que o mesmo aluno passa a responder à questão corretamente de acordo com enunciado dado, o que demonstra capacidade de interpretação na resolução de problemas Genéticos, além disso, o aluno consegue tornar explícito os termos implícitos presentes no quadro de Punnett. Logo, é possível considerar que após a intervenção o aluno começa a demonstrar subsunçores excelentes para termos e conceitos Genéticos (ver figura 26).

Figura 26 – Representação do Cruzamento por aluno da turma “b”



Fonte: Autoria própria.

Devido ao grau de complexidade para resolução da questão anterior, os dados positivos se expressaram de forma tímida, mesmo após a intervenção, o que não desmerece o uso da proposta aqui apresentada, frente aos vários resultados positivos vistos anteriormente. Além disso, as animações devem ser consideradas um dos recursos facilitadores da aprendizagem sobre conceitos básicos de Genética, por possibilitar um desenvolvimento crítico e científico no aluno (MARSOLA, 2015).

As dificuldades em resolver problemas complexos envolvendo Genética, já foram descritos na literatura, o principal problema refere-se ao fato de que muitos alunos retêm na memória conceitos de Genética e passam a usá-los sem necessariamente compreender seu verdadeiro significado (SILVÉRIO e MAESTRELLI, 2005). Por essa razão, é possível observar a presença da categoria “parcialmente correto” que revela uma aprendizagem mecânica.

De um modo geral, os resultados revelaram que as animações são capazes de fomentar a formação e organização de conhecimentos prévios pictóricos de termos e conceitos essenciais para compreender a Genética. Logo, é possível considerar o recurso em questão como uma ferramenta capaz de favorecer a aprendizagem.

Além dos resultados expressos graças a resolução do questionário, fica claro na fala de muitos alunos os tipos de colaboração que as animações são capazes de

fornecer, a seguir, serão expressas as opiniões de dez alunos escolhidos aleatoriamente, sendo cinco alunos da turma “a” e cinco alunos da turma “b”.

6.3.1 Opinião dos alunos

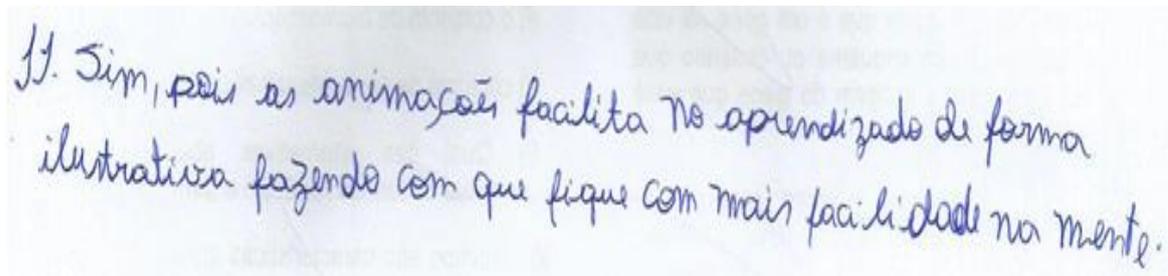
Como os resultados e discussão demonstrados anteriormente são frutos da interpretação de pesquisadores, e por considerar o aluno extremamente importante para esta pesquisa, foi introduzida oralmente uma nova questão que indagou sobre a visão dos alunos para com a contribuição das animações para aprendizagem, a décima primeira questão indagou: “Na sua opinião, as animações podem ajudar no processo de ensino e aprendizagem da Genética? Justifique sua resposta”.

Na turma “a”, todos os 31 alunos que participaram da pesquisa deixaram suas opiniões, já na turma “b”, dos 31 que participaram da pesquisa, 27 alunos deixaram suas opiniões.

Conforme veremos a seguir, foram escolhidos aleatoriamente cinco alunos de cada turma para representar as opiniões das turmas sobre a contribuição das animações. As primeiras cinco opiniões expressas são de alunos da turma “a”, seguidas por cinco opiniões de alunos da turma “b”.

Na figura 27, o aluno da turma “a” que chamaremos de A1 afirma: “Sim, pois as animações facilitam no aprendizado de forma ilustrativa, fazendo com que fique com mais facilidade na mente”. O aluno chama atenção para o caráter ilustrativo da animação, o que para ele facilita o aprendizado.

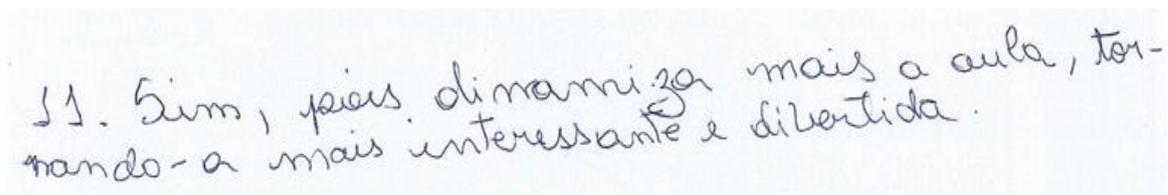
Figura 27 – Opinião do aluno A1 da turma “a” sobre as animações



11. Sim, pois as animações facilitam no aprendizado de forma ilustrativa fazendo com que fique com mais facilidade na mente.

Fonte: Autoria própria.

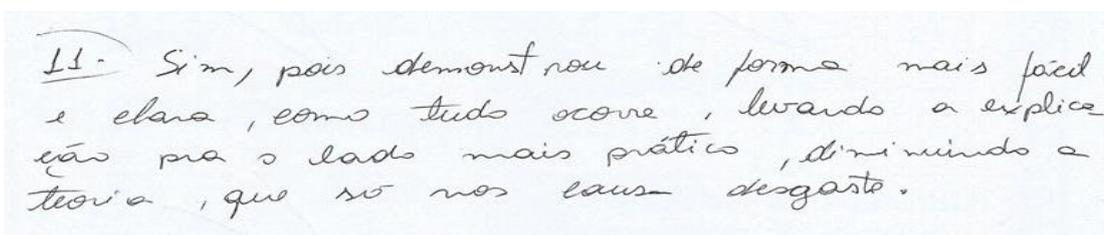
Outro aluno, nomeado de “A2” afirma (ver figura 28): “Sim, pois dinamiza mais a aula, tornando-a mais interessante e divertida”. O aluno “A2” chama a atenção para o caráter lúdico das animações, o que para ele é considerado importante para a aprendizagem.

Figura 28 – Opinião do aluno A2 da turma “a” sobre as animações


11. Sim, pois dinamiza mais a aula, tornando-a mais interessante e divertida.

Fonte: Autoria própria.

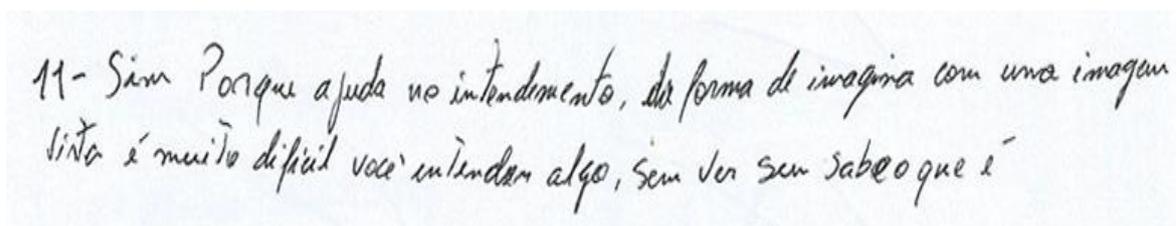
Para o aluno “A3” as animações podem ajudar: “Sim, pois demonstrou de forma mais fácil e clara, como tudo ocorre, levando a explicação para o lado mais prático, diminuindo a teoria, o que só causa desgosto”. O aluno afirma que as animações favorecem a redução da abstração comum do conteúdo, ela acaba reduzindo a percepção o caráter teórico comum da Genética (ver figura 29).

Figura 29 – Opinião do aluno A3 da turma “a” sobre as animações


11. Sim, pois demonstrou de forma mais fácil e clara, como tudo ocorre, levando a explicação para o lado mais prático, diminuindo a teoria, que só nos causa desgosto.

Fonte: Autoria própria.

O aluno “A4” da turma “a” afirma que: “Sim, porque ajuda no entendimento da forma de imaginar com uma imagem vista, é muito difícil você entender algo sem ver sem saber o que é” (ver figura 30). Para o aluno, as animações contribuem para a visualização do conteúdo, ele afirma que facilita o processo de imaginação e afirma que é difícil entender algo sem ter uma visão mais concreta daquilo.

Figura 30 – Opinião do aluno A4 da turma “a” sobre as animações


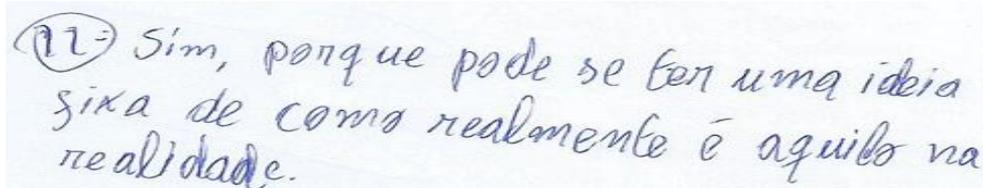
11- Sim Porque ajuda no entendimento, da forma de imaginar com uma imagem vista é muito difícil você entender algo, sem ver sem saber o que é

Fonte: Autoria própria.

O aluno “A5” da turma “a” escreve ao ser questionado sobre a contribuição das animações para a aprendizagem: “Sim, porque pode se ter uma ideia fixa de como realmente é aquilo na realidade” (ver figura 31). O aluno expressa a ideia de

que as animações auxiliam nos processos de visualização do conteúdo, dando um caráter mais concreto em assuntos que por natureza são extremamente abstratos.

Figura 31 – Opinião do aluno A5 da turma “a” sobre as animações

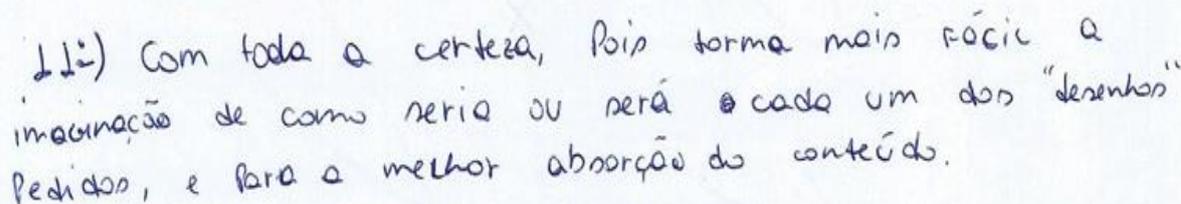


12) Sim, porque pode se ter uma ideia fixa de como realmente é aquilo na realidade.

Fonte: Autoria própria.

Em um dos depoimentos, o aluno “B1” da turma “b” afirma que as animações contribuem com certeza e justifica: “Pois torna mais fácil a imaginação de como seria ou será cada um dos “desenhos” pedidos, e para a melhor absorção do conteúdo”. O aluno parece preparar uma resposta específica de uma contribuição da animação apenas para o ato de desenhar como bem coloca entre aspas, mas, acaba afirmando que as animações contribuem para a absorção do conteúdo.

Figura 32 – Opinião do aluno B1 da turma “b” sobre as animações

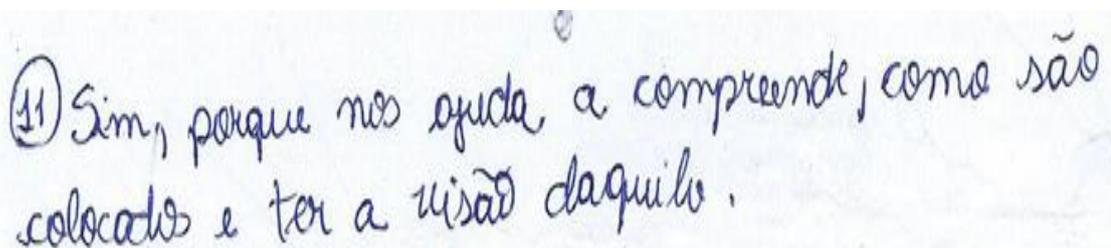


11) Com toda a certeza, Pois torna mais fácil a imaginação de como seria ou será cada um dos “desenhos” pedidos, e para a melhor absorção do conteúdo.

Fonte: Autoria própria.

O aluno “B2” da turma “b” coloca: “Sim, porque nos ajuda a compreender como são colocados e ter a visão daquilo” (ver figura 33). O aluno afirma que as animações contribuem para a compreensão do conteúdo, como esses se relacionam e que elas facilitam na visualização do conteúdo.

Figura 33 – Opinião do aluno B2 da turma “b” sobre as animações

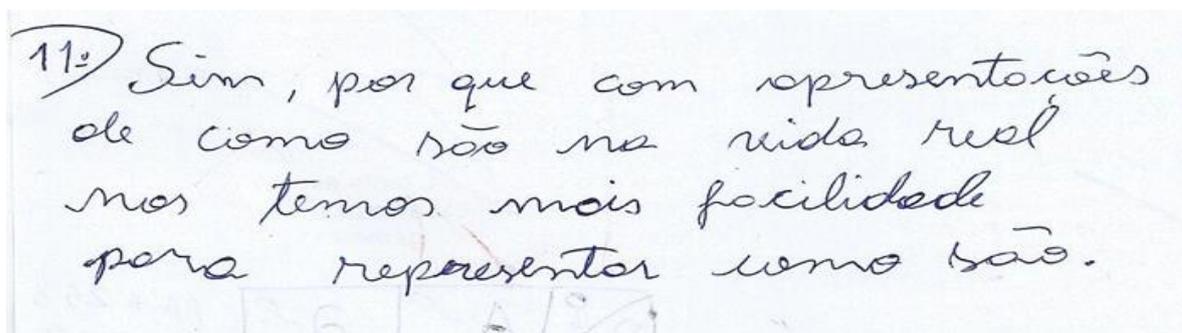


11) Sim, porque nos ajuda a compreender, como são colocados e ter a visão daquilo.

Fonte: Autoria própria.

No terceiro depoimento, o aluno “B3” da turma “b” afirma que: “Sim, porque com a apresentação de como são na vida real nos temos mais facilidade para representar como são” (ver figura 34). Neste sentido, as animações são vistas pelos alunos como ferramenta capaz de facilitar a formação de imagens mentais do conteúdo, para que essas possam ser esboçadas.

Figura 34 – Opinião do aluno B3 da turma “b” sobre as animações

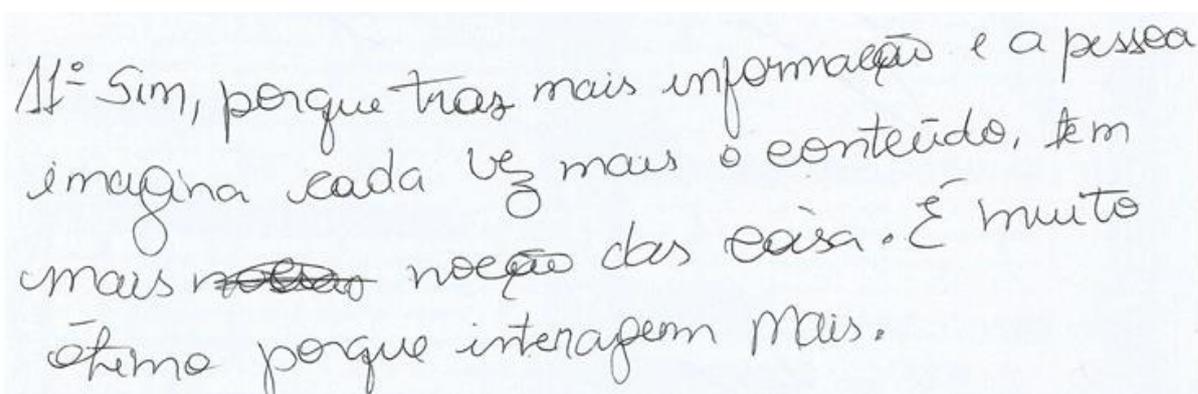


11.º Sim, por que com representações de como são na vida real nos temos mais facilidade para representar como são.

Fonte: Autoria própria.

O aluno “B4”, que expressa o depoimento de um dos alunos da turma “b”, temos: “Sim, porque traz mais informação e a pessoa imagina cada vez mais o conteúdo, tem mais noção das coisas. É muito ótimo porque interagem mais” (ver figura 35). O aluno afirma que as animações favorecem o processo de imaginação do conteúdo, na compreensão do conteúdo e é vista como ferramenta de interação.

Figura 35 – Opinião do aluno B4 da turma “b” sobre as animações

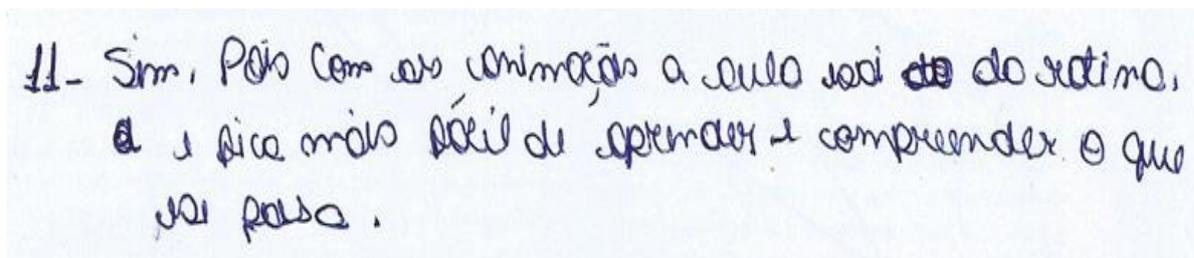


11.º Sim, porque traz mais informação e a pessoa imagina cada vez mais o conteúdo, tem mais ~~noção~~ noção das coisas. É muito ótimo porque interagem mais.

Fonte: Autoria própria.

No último depoimento, o aluno nomeado como “B5” da turma “b” afirma: “Sim, pois com as animações a aula sai da rotina e fica mais fácil de aprender e compreender o que se passa” (ver figura 36). Para o aluno as animações apresentam um caráter lúdico, segundo ele, as animações alteram a rotina comum das aulas facilitando os processos de aprendizagem.

Figura 36 – Opinião do aluno B5 da turma “b” sobre as animações



11- Sim, Pois Com as animações a aula vai de do sétimo, e a fica mais fácil de aprender e compreender o que vai falar.

Fonte: Autoria própria.

Para alguns alunos as animações parecem possuir um caráter lúdico, para outros as animações reduzem as abstrações, alguns afirmam que auxiliam na visualização dos conteúdos, outros que favorecem a compreensão dos conteúdos. Sendo assim, é possível notar na fala dos alunos que as animações são importantes instrumentos de ensino e aprendizagem, portanto, uma ferramenta que deve ser mais explorada pelos professores.

As opiniões aqui expressas são similares às observadas por Dias que afirma que opiniões dos alunos revelaram “que a visualização de animações nas aulas de Biologia, potencializaram uma maior motivação, empenho, interesse e participação dos alunos durante a realização das atividades propostas” (DIAS, 2012, p.87).

Assim como revelado anteriormente na fala dos alunos, as animações demonstram tornar as aulas de Biologia mais dinâmicas, mais chamativas a aprendizagem, fatos já confirmados outrora (STITH, 2004; MCCLEAN et al., 2005).

Logo, a partir dos dados aqui observados, é inquestionável que as animações possuem um grau de contribuição relevante para aprendizagem dos conteúdos aqui propostos, portanto, um recurso que pode ser mais explorado pelos professores.

6.4 Considerações finais

Como vimos anteriormente, as opiniões expressas pelos alunos e os próprios resultados demonstram as contribuições das animações em 2D no ensino de Genética, os dados do pré-teste sugerem que muitos alunos que tiveram contato com aulas teóricas tradicionais, não possuem uma imagem mental de termos e conceitos elementares para compreender os conteúdos da Genética, logo, quando o aluno ouvia falar de um termo, possivelmente estaria imaginado algo completamente diferente, algo aquém do que deveria ser imaginado ou simplesmente não conseguia

imaginar, esse fenômeno indica que os mesmos aparentaram desconhecer esses termos e seus conceitos ou os confundiram bastante.

Por outro lado, as animações demonstraram influenciar um número significativo de alunos na resolução da maioria das questões, para tanto, após a intervenção, os alunos foram capazes de expressar através de representações pictóricas suas ideias sobre os termos e conceitos elementares para compreender o mundo no que diz respeito a fenômenos envolvendo Genética.

Ao conseguir expressar de forma pictórica um fenômeno, o aluno demonstrou possuir conhecimento sobre aquele fenômeno, logo, ao ouvir um termo ou seu conceito, é possível afirmar que aluno passou a imaginar coerentemente aquele termo e ou conceito, sendo assim, as animações demonstraram contribuir para o processo de aprendizagem.

A análise do Conhecimento Prévio através de representações pictóricas, revelou que maioria dos alunos embora tenha passado pelo primeiro semestre do ensino médio e tenham tido contato com o conteúdo em questão, acabam expressando uma imagem equivocada ou até mesmo ausente de termos e conceitos elementares para compreender fenômenos envolvendo Genética.

O fenômeno confirmou uma das hipóteses que motivou esse trabalho, revelou que as aulas tradicionais conseguem atingir um número muito pequeno de alunos no que tange a formação de uma imagem coerente dos termos e conceitos Genéticos, o que não desmerece esse tipo de estratégia, pois, as aulas tradicionais contribuíram de alguma forma para o aprendizado dessa minoria, sendo assim, é necessário que se busque mecanismos auxiliares, isto é, que funcionem em conjunto com a mais comum estratégia didática que se tem nas escolas públicas.

Como se imaginava, a maioria dos alunos possuem imagens mentais confusas ou ausentes de termos e conceitos básicos para o entendimento da Genética, conforme visto nos resultados expressos no pré-teste, o que para alguns autores reflete negativamente na compreensão real de um fenômeno.

Ademais, espera-se que esse trabalho sirva de incentivo para que outros professores avaliem seus alunos por meio da mesma estratégia aqui adotada, isto é, analisem se seus alunos estão imaginando os termos e conceitos Genéticos, bem como de outras disciplinas, de forma coerente ou não, pois, não é aceitável que ao se falar em cadeira o aluno imagine uma bola, assim como não é aceitável que ao se falar em Gene o aluno imagine um Cromossomo.

Para tanto, ao ser posta à prova, as animações que hipoteticamente poderiam auxiliar os alunos no processo de aprendizagem, demonstram frutíferas ao auxiliar os alunos na construção de modelos metais de termos e conceitos básicos da Genética, essa capacidade possibilita-nos afirmar que as animações são favoráveis aos processos de aprendizagem e que, portanto, podem ser mais exploradas pelos professores, para que assim, possamos reafirmar ou refutar os resultados aqui observados.

6.5 Referências

BAPTISTA, M. M. **Desenvolvimento e utilização de animação em 3D no ensino de química**. Disponível em: <<http://www.quimica3d.com/m770596/br-c0.php>>. Campinas. 2013. Acesso em 25 de junho de 2014.

BARAK, M.; ASHKAR, T.; DORI, Y. J.; **Teaching Science via Animated Movies: Its Effect on Students' Learning Outcomes and Motivation**. Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research 2010: Learning in the technological era. The Open University of Israel, 2010.

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

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: MEC/Semtec, 2000.

CASTILHO, M. I.; RICCI, T. F.; **O uso de animações como elemento motivador de aprendizagem**. Experiências em Ensino de Ciências, V1(2), pp. 10-17, 2006.

DERDYK, E. **Formas de pensar o desenho: o desenvolvimento do grafismo infantil**. 4. ed. Porto Alegre: Zouk, 2010.

_____,(Org.) **Disegno. Desenho. Desígnio**. São Paulo: Senac, São Paulo, 2007.

DIAS, C. M. P. C. D.; **Multimédia como recurso didático no ensino da biologia: reflexão sobre a prática na sala de aula**. Dissertação (Mestrado em Educação Didática das Ciências). Universidade de Lisboa. Lisboa. 2012.

DURAN, E. R. S.; **A linguagem da Animação como Instrumental de Ensino**. São Paulo: Rosari, Universidade Anhembi Morumbi, PUC-Rio e Unesp-Bauru. 2008.

EDWARDS, B. **Desenhando com o lado direito do cérebro**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

FINLEY, F. N., STERWART, J. & YARROCH, W. L. **Teachers perceptions of important and difficult science content**. Science Education, 66(4):531-538, 1982.

FOGAÇA, Mônica. **Imagens mentais e compreensão de conceitos científicos.** In:

JOHNSTONE, A. H. & MAHMOUD, N. A. **Isolating topics of high perceived difficulty in school biology.** *Journal of Biological Education*, 14(2):163-166, 1980.

KÖCHE, J. C.; **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa.** 23ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

MACHADO, N. J. **Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente.** 5ed. São Paulo: Cortez, 2002.

MACHADO, N. J.; CUNHA, M. O. (org.). **Linguagem, Conhecimento, Ação: ensaios de epistemologia e didática.** São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

_____, **Papel da inferência na relação entre os modelos mentais e modelos científicos de célula.** Dissertação (Mestrado) – Ensino de Ciências e da Matemática, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

MARSOLA, S. J.; **Uso de mídias como ferramentas pedagógicas facilitadoras do ensino de genética.** Monografia (Especialização em Genética). Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2015.

MCCLEAN P, et al. **Molecular and cellular biology animations: development and impact on student learning.** *CBE Life Sci Educ*, 169-179, 2005.

MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de Biologia Celular para a 1ª série do ensino médio.** 103 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em ensino: Aspectos metodológicos.** Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidade de Burgos, Espanha; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. (Texto de apoio Nº 19), 2003.

OLIVEIRA, N. M.; JUNIOR, W. D. **O uso do vídeo como ferramenta de ensino aplicada em biologia celular.** *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.8, N.14; 2012.

ROSEN, Y.; **The effects of an animation-based on-line learning environment on transfer of knowledge and on motivation for science and technology learning.** *Journal of Educational Computing Research*, 40(4) p451-467, 2009.

SILVEIRA, R. V. M. e AMABIS, J. M. **Como os estudantes do ensino médio relacionam conceitos de localização e organização do material genético?** IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Universidade de São Paulo. 2003.

SILVÉRIO, L. E. R.; MAESTRELLI, S. R. P.; **A resolução de problemas em genética mendeliana.** Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, n. 5, 2005.

SMOLE, K. S. S. **A matemática na educação infantil: a teoria das inteligências múltiplas na prática escolar.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

STITH, B. J. **Use of animation in teaching cell biology.** Cell Biology Education. v. 3. 2004. pp: 181-188.

VALENTE, T. S. **Entendeu, ou quer que eu desenhe?** Educar em Revista, v. 30, p. 137150, 2008.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades empregadas no decorrer deste trabalho tiveram como finalidade analisar como os termos e conceitos elementares da Genética são compreendidos por alunos do ensino médio, bem como a melhoria no processo de ensino e aprendizagem desses termos e seus conceitos a partir de uma intervenção, com o intuito de favorecer o processo de interpretação do mundo diante de tais termos e conceitos.

Tendo em vista observações pessoais feitas no decorrer de anos letivos anteriores, e ao observar um comportamento parecido nas turmas aqui analisadas, foi confirmada a hipótese de que a maioria dos alunos apresentaria algum tipo de dificuldade em entender termos e conceitos que servem de base para resolver problemas envolvendo Genética conforme demonstrado nos artigos anteriores, apesar de ter tido contato com aulas envolvendo a temática.

Os dados obtidos por meio da realização desta pesquisa e descritos nos três artigos reuniram muitas informações a respeito da visão que vários alunos do 3º ano do ensino médio possuem em relação aos termos elementares da Genética, o que para Ausubel (1978) é primordial quando se quer garantir a aprendizagem, tendo em mãos o conhecimento prévio dos alunos foi possível propor uma intervenção. Fazendo uma comparação entre os resultados averiguados, infere-se que aulas tradicionais, muitas vezes são insuficientes para garantir a aprendizagem dos conteúdos, mas que a associação entre aulas teóricas tradicionais e o uso de tecnologias como as animações, apontaram para um avanço no processo de ensino e aprendizagem, fenômeno já observado por Mendes (2010).

O primeiro artigo conseguiu confirmar a existência de um problema antes hipotético, o de que as aulas tradicionais não estariam colaborando para compreensão de termos e conceitos Genéticos, pois, um número expressivo de alunos demonstraram desconhecer ou confundir informações básicas a respeito da Genética, isto é, aquilo que Ausubel chamou de subsunçores foram expressos de forma confusa ou inexistente, mesmo após diversas aulas tradicionais envolvendo a temática.

O segundo artigo por sua vez, revelou que a introdução de animações são capazes de favorecer a aprendizagem de alguns termos e conceitos Genéticos, uma vez que após a intervenção com o uso de animações, os resultados positivos

alcançados foram muito superiores aos resultados obtidos por meio do pré-teste com questões objetivas. Além disso, foi constatada uma correlação entre os resultados do pré-teste das turmas “a” e “b”, como o critério para participação no pré-teste foi o de que todos os participantes tivessem tido apenas contato com aulas tradicionais e verificou-se uma forte correlação entre os resultados de ambas as turmas, é possível aferir ainda mais que as aulas tradicionais são insuficientes para garantir a aprendizagem de termos e conceitos básicos envolvendo Genética.

Do mesmo modo, ao estabelecer uma correlação entre os dados da turma “a” e “b” após a intervenção com animações, foi constatada também, uma forte correlação entre os dados obtidos em ambas as turmas, como o critério para participação dessa etapa foi o de que todos os alunos tivessem tido contato com as animações, e os resultados positivos não só foram bem superiores em ambas às turmas como também foram bem correlacionados, é possível defender a hipótese de que as animações são instrumentos favorecedores para a aprendizagem.

O terceiro e último artigo só confirmou ainda mais a influência positiva das animações sobre os processos de ensino e aprendizagem de termos e conceitos Genéticos uma vez que os resultados positivos foram bem superiores após a intervenção com o uso do produto educacional proposto. A escolha do desenho como instrumento avaliativo incomum também pode ser considerada importante, através desse mecanismo foi possível sondar o que os alunos imaginavam sobre o assunto e como as animações influenciaram de forma positiva na formação de uma imagem mental mais coerente sobre o assunto em questão.

O terceiro artigo revelou também a opinião dos alunos sobre o uso das animações nas aulas, de acordo com a fala dos participantes é possível confirmar que animações possuem um caráter lúdico, redutor de abstrações, motivador e favorecedor da aprendizagem. Tais qualidades, observadas pelos alunos e também por diversos autores, tornam o produto educacional em questão uma estratégia de ensino significativa, devendo, portanto, ser mais exploradas.

É relevante considerar que os objetivos foram alcançados, uma vez que o trabalho ocorreu mediante o planejamento e organização, para tanto, foram aplicados um conjunto de procedimentos baseados no conhecimento pré-existente, processo que garante a integridade do trabalho conforme Fontelles (2009).

O uso de animações foi observado como instrumento favorecedor de processos de ensino e aprendizagem, já que houve aumento de conhecimento dos

alunos mediante a análise do questionário aplicando antes e depois da intervenção em uma aula usando animações. Fato observado por Gonçalves (2005), e Barak et al., (2011) e Dias (2012).

A realização desta pesquisa trouxe informações importantes a respeito dos processos de ensino e aprendizagem da Genética. Este conteúdo é abordado no primeiro semestre do 3º ano do Ensino Médio, é considerado por especialistas como fundamental para vida dos alunos, por ser um tema atual e cada vez mais comum no dia-dia das pessoas, portanto, é um direito dos estudantes compreender os termos e conceitos relacionados para conseguir resolver problemas e interpretar situações ao longo de suas vidas.

Perante as informações divulgadas nesta pesquisa, torna-se necessário que ocorram mais investigações com o mesmo sentido, para a confirmação ou refutação da situação aqui observada, pois, milhares de alunos podem estar terminando o último ano do ensino médio sem os conhecimentos mínimos em Genética, o que possivelmente poderá acarretar dificuldades diante de situações que exijam esse conhecimento.

Na maioria dos casos, as atividades aplicadas surtiram o efeito esperado, as animações tiveram o efeito já observado por vários autores, e acabaram trazendo inúmeros benefícios para os processos de ensino e aprendizagem, sendo um importante organizador prévio em algumas situações, favorecendo a formação de subsunçores, ajudando processos de aprendizagem significativa e reduzindo os níveis de abstração comuns em conteúdos como a Genética. Sendo assim, deve ser uma estratégia de ensino e aprendizagem complementar às aulas tradicionais e bastante explorada pelos docentes.

Logo, espera-se que essa pesquisa, sirva de base para que outros professores averiguem problemas similares aos divulgados aqui e proponham soluções. Além disso, que sirva de incentivo para que professores insiram em seu cotidiano metodologias diferenciadas, para que possamos reinventar a prática pedagógica.

REFERÊNCIAS

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. 1ª edição. São Paulo: Moderna, 2013. 376.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2 ed. Nova York, Holt Rinehart and Winston, 1978.
- BADDELEY, A. **Human memory**. Boston: Allyn& Bacon. 1999.
- BAPTISTA, M. M. **Desenvolvimento e utilização de animação em 3D no ensino de química**. Disponível em: <<http://www.quimica3d.com/m770596/br-c0.php>>. Campinas. 2013. Acesso em 25 de junho de 2014.
- Barak, M., DORI, Y. J., ASHKAR, T. **Teaching Science via Animated Movies: Its Effect on Students' Learning Outcomes and Motivation**. The Open University of Israel, 2010.
- BARAK, M., ASHKAR, T., DORI, Y. J. **Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation**, Computers & Education, 2011.
- BARANAUSKAS, M. C. C.; VALENTE, J. A. (2013). Editorial. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**. 1(1), 1-5. Acesso: 05 out. 2017. Disponível: <http://www.nied.unicamp.br/ojs/index.php/tsc/issue/view/51>.
- BIZZO, N. **Ciências Biológicas**. In DPEM/SEB/MEC. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB. 2004
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2003.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- BRÖCKELMANN, R. H. **Conexões com a Biologia**. 1º edição. São Paulo: Moderna, 2013. 431.
- CALDAS, R. F. **Novas tecnologias para uma nova educação**. Disponível em: <http://cdchaves.sites.uol.com.br/novas_tecnologias.htm>. Acesso em 7 nov. 2012.
- CLARK, R.; CRAIG, T.; **Research and theory on multimedia learning effects**. In M. Giardina (Ed.). *Interative multimedia learning* (pp. 19-30). Berlin: Springer-Verlag. 1992.
- DIAS, C. M. P. C. **Multimídia como reurso didático no ensino da bióloga: reflexão sobre a prática na sala de aula**. Lisboa, 2012.

DIAS, C. P.; CHAGAS, I. **Multimídia como recurso didático no ensino da biologia: reflexão sobre a prática na sala de aula.** Interacções, Lisboa, 2015.

FONTELLES, M. J., SIMÕES, M. G., FARIAS, S. H., FONTELLES, R. G. S. **Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa.** Belém, 2009.

GEBRAN, M. P. **Tecnologias Educacionais.** Curitiba: IESDE Brasil S.A. 2009.

JÚNIOR, C. S.; SASSON, S.; JÚNIOR, N. C. **Biologia.** 10ª edição. São Paulo: Saraiva, 2013. 464.

KENSKI, V. M.; **Novas Tecnologias: o redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente.** Revista Brasileira de Educação, 1998. KENSKI, V. M.; **Tecnologia e Ensino Presencial e a Distância.** 6 edição.

Campinas, São Paulo: Papirus, 2003. Disponível em:

<<http://books.google.com.br/books?id=dWdWPHkGCEkC&pg=PA144&dq=Piaget,+Vygotsky,+Ausubel,+Freire&hl=pt-BR&sa=X&ei=arWlUoq2N8i3sASJrIHIAQ&ved=0CDsQ6AEwAg#v=onepage&q=Constru%C3%A7%C3%A3o&f=false>>. Acesso em 15 de Dezembro de 2013.

LAVILLE, C. & DIONNE, J. (1999). **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas.** Editora Artes Médicas Sul, Porto Alegre. 344p.

LÉVY, P. e MORAES, M.C. **Informática Educativa no Brasil: uma história vivida e várias lições aprendidas.** Revista Brasileira de Informática na Educação, Sociedade Brasileira de Informática na Educação, nº 1, 1997.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio: volume 2.** 2ª edição. São Paulo: Saraiva, 2013. 432.

MACHADO, N. J. **Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente.** 5ed. São Paulo: Cortez, 2002.

MAYER, R.E.; **Multimedia learning.** New York: Cambridge University Press. 2001.

McCLEAN, P.; JHONSON, C.; ROGERS, R.; DANIELS, L.; REBER, J.; SLATOR, B. M.; TERPSTRA, J.; WHITE, A. **Molecular and cellular biology animations: development and impact on student learning.** Cell Biology Education. V. 4. 2005. P: 169-179.

MELO, J. R., CARMO, E. M. **Investigações sobre o ensino de Genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas.** Ciência & Educação, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de Biologia Celular para a 1ª série do ensino médio.** 103 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

MENDONÇA, V. L. **Biologia: O ser humano, Genética e evolução**. 2ª edição. São Paulo: AJS, 2013. 375.

MERCADO, L.P.L. **A internet como Ambiente Auxiliador do Professor no Processo Ensino-Aprendizagem**. 2001. Disponível em:

<[http://www.igm.mat.br/profweb/sala de aula/mat computacional/2006 2/artigos/artigo1.pdf](http://www.igm.mat.br/profweb/sala_de_aula/mat_computacional/2006_2/artigos/artigo1.pdf)>. Acesso em 06 de Dez 2012.

MINTZES, Y., WANDERSEE, J. & NOVAK, J.; **Ensinando a ciência para a compreensão**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 2000.

MORAIS, C. & PAIVA, J.; **Simulação Digital e atividades experimentais em Físico-Químicas. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de Fusão e ponto de ebulição no 7º ano de escolaridade”**. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*, 3, 101-112. Retirado em 13, outubro, de 2017 em <http://sisifo.fpce.ul.pt>. 2007.

MORAN, J. M. **Como utilizar a internet na educação**. Revista Ciência da Informação, v. 26, n. 2, maio-ago. 1997.

MOREIRA, M. A.; **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M.; PALMERO, M. L. R.; **Modelos mentales y modelos conceptuales en la Enseñanza & aprendizaje de las ciencias**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Porto Alegre, 2002.

MOURA, J.; DEUS, M. D. M.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. P.; **Biologia/Genética: O ensino de biologia, om enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão**. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, 2013.

NASCIMENTO, A. D. HETKOWSKI, T. M. **Educação e Contemporaneidade: pesquisas científicas e tecnológicas**. Salvador: EDUFBA , 2009.

OCA, I. C. M. **Que aportes ofrece La investigación reciente sobre aprendizaje para fundamentar nuevas estrategias didácticas?** *Revista Educación*, México, v. 19, n. 1, p. 7-16, 2005.

O'Day, D.; **Animated cell biology: a quick and easy method for making effective high-quality teaching animations**. *CBE LifeSciEduc.*, 5, 255-263. Retirado em 13 de outubro de 2017 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1618697>. 2006.

OLIVEIRA, G. P. **Novas tecnologias da informação e da comunicação e a construção do conhecimento em cursos universitários: reflexões sobre acesso, conexões e virtualidade**. Disponível em: <<http://www.rioei.org/deloslectores/344Pastre.pdf>>. 2003. Acesso em 23 de Nov. 2012.

OSORIO, C. T. **Ser protagonista: Biologia**. 2ª edição. São Paulo: SM Ltda, 2013. 408.

PAIS, L. C. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. 1ª edição. São Paulo, Editora Autêntica, 2005.

PAIVIO, A.; ***Mental representations: A dual-coding approach***. New York: Oxford University Press. 1986.

PAVAN, O. H. O. et al. **Evoluindo Genética: um jogo educativo**. 1. ed. Campinas: Ed. Unicamp, 1998.

PCN – **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

PEZZI, A.; GOWDAK, D. O.; MATTOS, N. S. **Biologia: Genética, evolução e ecologia**. 1ª edição. São Paulo: FTP, 2010. 79.

RODRÍGUEZ, A. B. (1995). **La didáctica de la Genética: revisión bibliográfica**. Enseñanza de las ciencias, 13(3):379-385.

RUIZ, J., COOK, D., & LEVINSON A.; **Computer animations in medical education: a critical literature review**. *Med Educ.*, 43(9), 838-46. Retirado em 13 de outubro de 2017 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19709008>. 2009.

TAUCEDA, K. C., PINO, J. C. D. **Os conhecimentos prévios e as implicações na aprendizagem significativa de David Ausubel na construção do modelo mental da membrana celular no ensino médio**. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, V3(2), pp. 77-85, 2013.

SMOLE, K. S. S. **A matemática na educação infantil: a teoria das inteligências múltiplas na prática escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

STEWART, J. y KIRK, J.V. **Understanding and problem- solving in classical genetics**. International Journal of Science Education, Vol. 12 (S), 1990.

TEIXEIRA, N. P. C. e ARAUJO, A. E. P. **Informática e Educação: uma reflexão sobre novas metodologias**. Hipertextus Revista Digital (UFPE), v. 1, p. 13, 2007.

WHELAN, R. J., ZARE, R. N. **Teaching Effective Communication in a Writing-Intensive Analytical Chemistry Course**, Journal of Chemical Education, 2003, 80 (8), 962-966.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉ/PÓS-TESTE

Nome: _____

Turma: _____

Questionário

Atenção, as questões devem ser respondidas com base em nossos estudos. Tente responder de forma honesta e sem ajuda, apenas com o conhecimento que você adquiriu nas aulas. Cada questão objetiva só tem uma resposta correta. Perceba que para cada questão de 1 a 5 você terá uma resposta e um esquema ou desenho.

1) Como você imagina que é o **DNA** na vida real? Construa um esquema ou desenho que possa expressar a imagem do **DNA** que você tem em mente.

2) Como você imagina que é um **cromossomo** na vida real? Construa um esquema ou desenho que possa expressar a imagem que você tem em mente dessa estrutura.

3) Como você imagina que é um **gene** na vida real? Construa um esquema ou desenho que possa expressar a imagem do **gene** que você tem em mente.

4) O termo **gametas** sempre aparece em questões envolvendo genética. Afinal, o que são gametas? Construa um texto mais um desenho ou esquema (texto + desenho) para expressar sua ideia de **gametas**.

5) Os termos **DNA**, **Cromossomos**, **genes** e **gametas** estão intimamente relacionados. Esses termos são muito importantes para entender como as características são passadas dos pais para os filhos. Construa um texto e mais um desenho ou esquema (texto + desenho) que possa expressar essa relação.

6) Alguns termos são importantes para resolver questões: homocigoto e heterocigoto fazem parte da nomenclatura básica em genética. Sabendo disso, qual das alternativas abaixo melhor representa esses termos?

- Homocigotos "AA" ou "aa" e heterocigotos "Aa";
- Homocigotos "Aa" e Heterocigotos "AA" ou "aa";
- Homocigotos são genes iguais e heterocigotos são genes diferentes;
- Homocigotos são genes diferentes e heterocigotos são genes iguais;
- Homocigotos "AA" ou "Aa" e heterocigotos "aa";

7) Resultam das modificações produzidas pelo meio ambiente, que não chegam a atingir os gametas, não sendo por isso transmissíveis. O texto acima se refere aos caracteres:

- hereditários
- dominantes
- genotípicos
- fenotípicos
- recessivos

8) É muito comum ouvir durante aulas de genética o termo "**hereditário**" ou "**hereditariedade**", ambos têm o mesmo significado, algumas questões também trazem esse termo. Sabendo disso, qual das alternativas está correta no que diz respeito a esses termos.

- se refere às características que são passadas dos pais para os filhos
- o resultado da interação do genótipo com o ambiente
- conjunto de caracteres internos de um organismo
- o conjunto de cromossomos
- conjunto de genes de um organismo

9) Qual das alternativas abaixo melhor conceitua os termos **fenótipo** e **genótipo**?

- fenótipo são características apresentada por um indivíduo e genótipo são genes desse indivíduo.
- genótipo são características apresentada por um indivíduo e fenótipo são genes desse indivíduo.
- tanto o genótipo quanto o fenótipo refere-se às características apresentada por um indivíduo.
- tanto o genótipo quanto o fenótipo refere-se aos genes de um indivíduo.
- o fenótipo e o genótipo é o conjunto de características físicas, morfológicas e fisiológicas de um organismo.

10) A capacidade de sentir o gosto de uma substância amarga chamada feniltiocarbamida (PTC) deve-se a um gene dominante. Qual será a probabilidade de um casal (sensível a essa substância e heterocigótico) ter filhos com e sem essa característica? Utilize o quadro de Punnett para realizar o cruzamento. Após realizar o cruzamento tente explicar se possível, em que local nesse cruzamento você está representando os **gametas**, os **genes**, o **fenótipo**, o **genótipo**.

APÊNDICE B – TCLE PRIMEIRA PÁGINA

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

“O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após consentimento livre e esclarecido dos sujeitos, indivíduos ou grupos que por si e/ou por seus representantes legais manifestem a sua anuência à participação na pesquisa.”

(Resolução. nº 196/96-IV, do Conselho Nacional de Saúde)

Caros responsáveis legais, no terceiro ano do ensino médio têm um conteúdo dentro da disciplina de Biologia que se chama genética, durante aproximadamente seis meses, os alunos dessa série devem estudar e compreender fenômenos básicos a respeito desse tema. Tenho observado durante minha carreira como professor, que os alunos não compreendem bem o assunto, ou seja, perdem seis meses de suas vidas estudando algo e não conseguem entender, para confirmar minha suspeita e ajudar os alunos no processo de aprendizagem, gostaria que seu (a) filho (a) participasse de uma pesquisa.

Eu, (grau de parentesco)..... como responsável pelo aluno autorizo a sua participação como voluntário (a) do estudo intitulado: **CONCEITOS DE GENÉTICA COM ANIMAÇÕES: ESTRATÉGIA FACILITADORA DOS PROCESSOS DE ABSTRAÇÃO NO ENSINO MÉDIO**, recebi do Sr. Prof. Jeffles Layon dos Santos Souza, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos.

- Que o estudo se destina a levantar informações a respeito da aprendizagem de conceitos básicos de genética por parte dos alunos do terceiro ano do ensino médio.
- Que a importância deste estudo é a de analisar se os alunos estão realmente compreendendo o assunto.
- Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: colaborar para que o aluno consiga construir o conhecimento ligados a genética e auxiliar o aluno a associar o que tá sendo estudado na sala de aula com o mundo real.
- Que esse estudo começará em abril de 2015 e terminará em outubro de 2015.
- Que o estudo será feito da seguinte maneira: serão distribuídos dois questionários, cada um contendo 10 questões, que serão aplicados em duas etapas do projeto.
- Que eu participarei das seguintes etapas: Responderei questionários, assistirei aulas teóricas e terei acesso a uma animação.
- Que os benefícios que deverei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: compreensão dos assuntos abordados na sala de aula de forma mais concreta.
- Que este trabalho não apresenta riscos de nenhuma natureza para seus participantes.
- Que a minha participação será acompanhada pela direção e coordenação da Unidade de ensino a qual sou vinculado (a).
- Que, sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
- Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

Finalmente, tendo eu 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

APÊNDICE C – TCLE SEGUNDA PÁGINA

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 do(a) responsável participante-voluntário (a)			
Domicílio: (rua, praça, conjunto):			
Bloco:	/Nº:	/Complemento:	/Bairro:
/CEP:	/Cidade:	/Telefone:	/Ponto de referência:

Contato de urgência: Profª. Dra. Hilda Helena Sovierzoski.
Endereço: Rua Aristeu de Andrade, 452, 2º. Andar
Bairro: Farol/CEP: 57021-090 /Cidade: Maceió - AL /Telefone (fax): 3221 – 1580

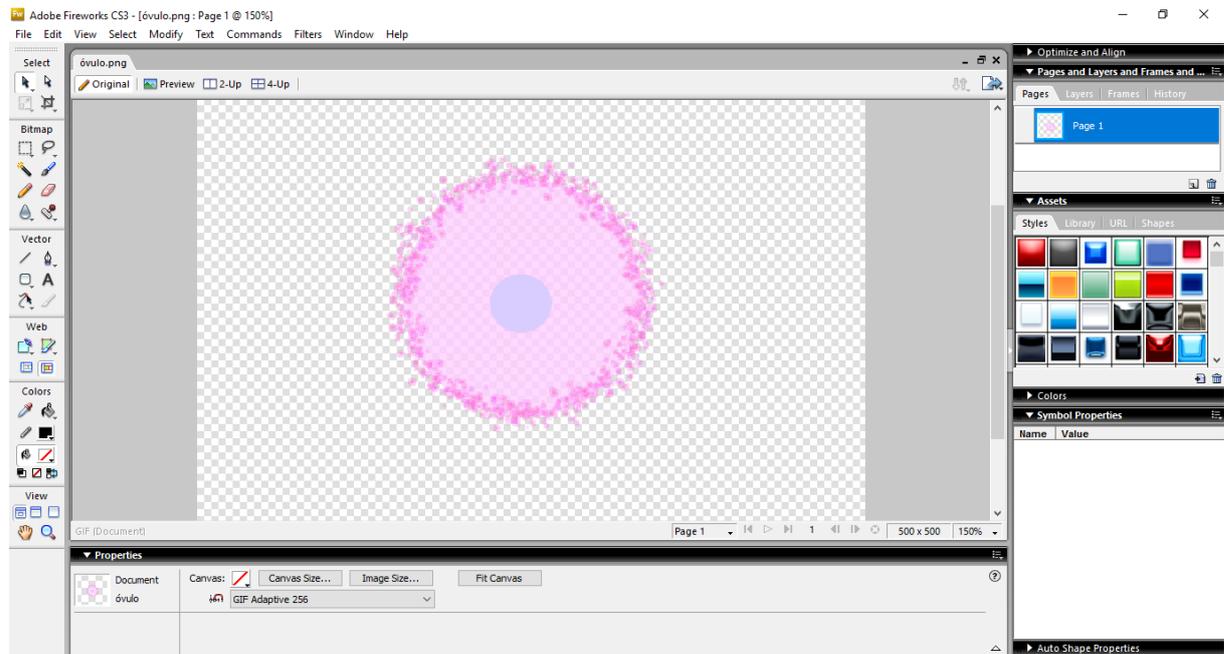
Endereço dos (as) responsável (is) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):
Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS = PROGRAMA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
Endereço: Rua Aristeu de Andrade, 452, Farol / CEP: 57021-090 / Cidade: Maceió – AL /
Telefone para contato: 3221 – 1580.
Responsável pela pesquisa: Jeffles Layon dos Santos Souza.
Endereço: Rua em projeto, Bloco 13 – Ap. 101, Jardim Petrópolis / CEP: 57062591 / Cidade: Maceió – AL / Telefone para contato: 9169 - 0967.

ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas: Telefone: 3214-1041 - Prédio da Reitoria, sala do C.O.C. , Campus A. C. Simões, Cidade Universitária

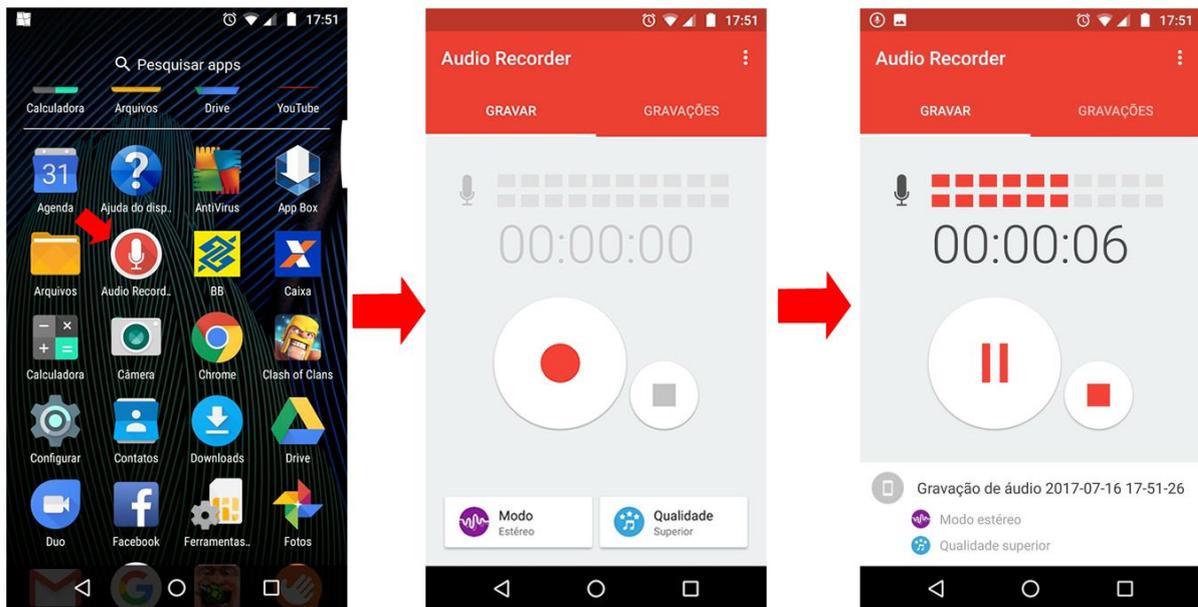
Maceió, 7 de abril de 2015.

<p style="text-align: center;">(Assinatura ou impressão datiloscópica do(a) voluntário(a) ou responsável legal - Rubricar as demais folhas)</p>	<p style="text-align: center;">_____ Jeffles Layon dos Santos Souza.</p> <p style="text-align: center;">_____ Hilda Helena Sovierzoski.</p>
---	---

APÊNDICE D – ADOBE FIREWORKS



APÊNDICE E – APLICATIVO DE CELULAR AUDIO RECORDER



APÉNDICE F – SONY VEGAS PRO

