



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

VANDETE SOARES DOS SANTOS

CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA NUMA ABORDAGEM
CONSTRUTIVISTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

MANAUS-AM
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

VANDETE SOARES DOS SANTOS

CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA NUMA ABORDAGEM
CONSTRUTIVISTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas - UFAM para a obtenção de título de Mestra em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Tecnologias para Educação, Difusão e o Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Dr. José Francisco de Magalhães Netto

MANAUS-AM

2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S237 Santos, Vandete Soares dos
Conceitos básicos de genética numa abordagem construtivista de
transposição didática / Vandete Soares dos Santos . 2021
117 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: José Francisco de Magalhães Netto
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -
Universidade Federal do Amazonas.

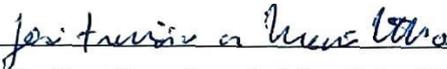
1. Genética. 2. Teoria da atividade. 3. Complexidade. 4. Jogo. 5.
Abstrato. I. Netto, José Francisco de Magalhães. II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título

VANDETE SOARES DOS SANTOS

**CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA NUMA ABORDAGEM
CONSTRUTIVISTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática / PPG-ECIM da Universidade Federal do Amazonas / UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Francisco de Maaalhães Netto
Presidente da Banca



Prof. Dr. Welton Yudi Oda
Membro Interno



Profa. Dra. Rosilene Gomes da Silva Ferreira
Membro Externo

MANAUS-AM
2021

DEDICATÓRIA

- ✓ *Dedico este trabalho a Deus que me fortaleceu e me carregou nos momentos mais críticos.*
- ✓ *Dedico este trabalho àqueles que acreditam na transformação da sociedade através da Educação.*
- ✓ *Dedico, ainda, aos amigos do Programa PPG-ECIM que me deram apoio em um momento difícil, na qualificação, da minha trajetória no mestrado.*
- ✓ *Dedico à memória da minha mãe Maria Davina Soares.*
- ✓ *E, finalmente, à minha família, ao meu orientador, os professores e meus alunos que me apoiaram e confiaram em mim e apesar de ter sido difícil permanecer firmes e acreditando na realização do meu sonho.*

AGRADECIMENTOS

Nesse momento de imensa alegria em minha vida acadêmica e pessoal, algumas pessoas a quem sou extremamente grata, pois sei que apesar do meu esforço e dedicação, nada disso seria possível sem a presença delas em minha vida.

Agradeço a minha família, principalmente, ao meu irmão Vandenberg Soares dos Santos, porque devido “ao difícil começo” quando fiquei três meses afastada da sala de aula, sem remuneração, bondosamente, assumiu algumas despesas, e certamente, sem seu apoio, seria menos forte diante das adversidades.

O apoio de Aldrey Noronha Ramos de Oliveira foi importante para minha trajetória no mestrado, e, essa contribuição permitiu-me não esmorecer diante das dificuldades. E, aos meus alunos que sempre torceram a favor e contribuíram com minha pesquisa.

Registro aqui, também, meu agradecimento a todos os professores e funcionários da Escola Estadual Dr. José Milton Bandeira, mobilizaram-se quando solicitados a atenderem meu pedido para colaborarem com a execução do projeto de pesquisa, e, também, agradeço à gestora professora Marlene Müller.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do qual faço parte como discente e que representa minha maior conquista na vida acadêmica.

Aos coordenadores do programa no período em que cursei o mestrado, aos quais dispenso profundo respeito e admiração: Profa. Dra. Thais Helena Chaves de Castro, então coordenadora no meu ingresso; Prof. Dr. José Francisco de Magalhães Netto, o qual buscava maior aproximação da coordenação do programa com os mestrandos

À Secretaria Municipal de Educação – SEMED, pela concessão do afastamento remunerado através do programa Qualifica, que possibilitou o tempo necessário para a participação no curso.

Aos amigos e colegas que compartilham seus pensamentos comigo, nas reuniões e encontros casuais em que conversamos, rimos e nos divertimos, dentre eles destaco os colegas Arlan Junho Silva de Oliveira e Jocelino Pereira Junior que em conversas colaboraram com a pesquisa. e ao professor de Língua Portuguesa Jorge Roque de Castro que corrigiu a dissertação.

Finalizo agradecendo ao meu orientador do mestrado, Professor Dr. José Francisco de Magalhães Netto, um professor comprometido com a educação e, nesse compromisso juntos construímos possibilidades, suas contribuições pontuais foram o alicerce que sustentaram as ideias, sua competência e compreensão fizeram mover a criatividade e a imaginação, e destas vislumbrou-se a realidade.

RESUMO

SANTOS, V. S. **Conceitos básicos de Genética numa abordagem construtivista de transposição didática**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2021.

Com o intuito de contribuir para a melhoria da assimilação de conteúdos básicos de Genética, principalmente, a compreensão do abstrato na relação entre Genótipo e Fenótipo, bem como, sua apropriação adequada por parte dos alunos, é que se realizou um estudo sobre o processo de abstração por transposição didática construtivista e, inclusive a avaliação da situação abstrativa dos estudantes da pesquisa. Sendo assim, alguns objetivos foram estabelecidos, tais como: investigar os conceitos básicos de Genética relacionando com a abordagem construtivista, desenvolver um teste pedagógico de abstração para aferir o nível abstrativo dos estudantes em relação a esses conceitos básicos de Genética e, por fim explicar o processo de transposição do abstrato – concreto de conceitos básicos de Genética por meio do ensino construtivista. A pesquisa desenvolveu-se numa escola pública do município de Manaus com estudantes da terceira série do Ensino Médio, na disciplina de Biologia, divididos em grupo A e B, com aulas em dias alternados, devido às normas de afastamento social estabelecidas para possibilitar um ensino seguro frente aos desafios da pandemia do Covid19, sendo principalmente qualitativa, de campo e pesquisa ação. O Teste Pedagógico de Abstração foi baseado nos princípios Hologramático, Recursivo e Dialógico, da Teoria da Complexidade de Edgard Morin e o instrumento de intervenção “Face Genética”, que visou estimular a abstração por jogo de cartas indagadoras (jogo da memória) e a ferramenta abstrata de construção da face humana (todo-partes). A eficácia da construção do conhecimento por meio de ferramentas de transposição didática construtivista para o ensino da Genética possibilitou aos estudantes a internalização dos conhecimentos e a interrelação entre abstrato e concreto com atividades construídas. A realização deste trabalho possibilitou aulas participativas, interessantes e associadas à realidade, aproximando o estudante do conteúdo, e resguardando sua privacidade na abordagem da herança hereditária e suas relações sociais. Demonstra-se por meio da personificação, a relação entre os genes paternos e maternos, a formação hereditária possibilitando a vivência no aprender significativo e contextualizado, construído sobre as teorias da Complexidade de Morin e a Teoria da Atividade de Leontiev, de forma integradora, viável e coletiva, podendo ser utilizada por professores de Biologia nos aspectos tecnológico e lúdico. Portanto, a importância do projeto está na aproximação do pensamento científico ao ensinável, trazendo o abstrato para o concreto por meio da atividade mediada pelo professor e a avaliação da condição abstrativa do estudante.

Palavras-chave: Genética. Teoria da atividade. Complexidade. Jogo. Abstrato.

ABSTRACT

SANTOS, V. S. **Basic concepts of genetics in a constructivist approach to didactic transposition**. Masters dissertation. Graduate Program in Science and Mathematics Teaching. Federal University of Amazonas. Manaus, 2021.

In order to contribute to the improvement of the assimilation of basic contents of Genetics, especially the understanding of the abstract in the relationship between Genotype and Phenotype, as well as its proper appropriation by the students, a study was carried out on the process of abstraction by constructivist didactic transposition and, including the evaluation of the abstractive situation of the research students. Thus, some objectives were established to investigate the basic concepts of Genetics relating to the constructivist approach, develop a pedagogical test of abstraction to assess the abstractive level of students in relation to these basic concepts of Genetics and, finally, explain the transposition process from the abstract – concrete of basic concepts of Genetics through constructivist teaching. The research was carried out in a public school in the city of Manaus with students from the third grade of high school, in the discipline of Biology, divided into groups A and B, with classes on alternate days, due to the norms of social isolation established to enable teaching insurance against the challenges of the Covid19 pandemic, being mainly qualitative, field and action research. The Pedagogical Abstraction Test was based on the Hologrammatical, Recursive and Dialogic principles, of the Complexity Theory of Edgard Morin and the intervention instrument "Face Genetics", which aimed to stimulate abstraction by questioning card game (memory game) and the tool Abstract of human face construction (whole-parts). The effectiveness of knowledge construction through constructivist didactic transposition tools for the teaching of Genetics allowed students to internalize knowledge and the interrelationship between abstract and concrete with constructed activities. The realization of this work allowed participatory classes, interesting and associated with reality, bringing the student closer to the content, and protecting their privacy in the approach to hereditary inheritance and their social relations. It is demonstrated through personification, the relationship between paternal and c, hereditary formation enabling the experience of meaningful and contextualized learning, built on Morin's Complexity theories and Leontiev's Activity Theory, in an integrative, viable way and collective, being able to be used by Biology professors in the technological and playful aspects. Therefore, the importance of the project lies in bringing scientific thinking closer to the teachable, bringing the abstract to the concrete through teacher-mediated activity and the assessment of the student's abstract condition.

Keywords: Genetics. Activity theory. Complexity. Match. Abstract.

LISTA DE FIGURAS E IMAGENS

Figura 1 Processos de Teoria da atividade.....	31
Figura 2 Operadores cognitivos da complexidade.	33
Figura 3 Diagrama da Teoria da Atividade.....	36
Figura 4 Estrutura da Teoria da Atividade.....	37
Figura 5 Diagrama da Pesquisa.	44
Figura 6 Diagrama do Trabalho.	45
Figura 7 Mediação.....	74
Imagem 1 Primeira Lei de Mendel.....	26
Imagem 2 Quebra-cabeça Face Humana.....	46
Imagem 3 Face Genética.....	49
Imagem 4 Disposição da Ferramenta “Face Genética”	55
Imagem 5 Robô.....	67
Imagem 6 Gato sorriso.....	69
Imagem 7 Desenho de carros.....	69
Imagem 8 Desenho floresta.....	70
Imagem 9 Abstração Irregular.....	76
Imagem 10 Abstração Avançada.....	76
Imagem 11 Observação de Imagem.....	78
Imagem 12 Resposta proativa.....	79
Imagem 13 Observação deslocamento irregular.....	79

LISTA DE QUDROS, GRÁFICOS, TABELA E FLUXOGRAMA

Quadro 1	Abordagens pedagógicas.....	23
Quadro 2	Teorias condicionantes x cognitivista.....	24
Quadro 3	Caráter e características das ervilhas da pesquisa de Mendel.....	26
Quadro 4	Análise de Trabalhos correlatos.....	29
Quadro 5	Relação Genótipo e Fenótipo – caráter cor da pele.....	56
Quadro 6	Parâmetro 1.....	67
Quadro 7	Parâmetro 2.....	68
Quadro 8	Comparação da ferramenta “Face Genética” - Teoria da Atividade....	87
Gráfico 1	Abstração e sequência lógica, relação todo-partes, não verbal.....	75
Gráfico 2	Reorganização por Abstração.....	77
Gráfico 3	Observação da Abstração, parte –tudo.....	78
Gráfico 4	Abstração contextualizada.....	80
Gráfico 5	Contextualização por narrativas.....	81
Gráfico 6	Quantidades de estudantes / Acertos.....	83
Gráfico 7	Quantidade de estudantes/Questões.....	83
Gráfico 8	Pré-teste Pedagógico de Abstração.....	91
Gráfico 9	Opinião sobre aula baseada nas concepções construtivistas.....	93
Gráfico 10	Opinião sobre a aula baseada nas concepções tradicionais.....	94
Tabela 1	Relação genes dominantes – Genótipo e Fenótipo.....	48
Tabela 2	Escala Fitzpatrick.....	50
Tabela 3	Condições de Abstração 2021.....	92
Fluxograma 1	Funcionamento da Ferramenta “Face Genética”	54

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Foto 1 – Edgar Morin.....	32
Foto 2 – Alexis N. Leontiev.....	35
Foto 3 – Ficha de construção.....	51
Foto 4 – Ficha de construção Genótipo e Fenótipo.....	51
Foto 5 – Socialização da face construída.....	52
Foto 6 – Cartas Indagadoras.....	53
Foto 7 – Par ou Ímpar.....	54
Foto 8 – Tela Inicial.....	59
Foto 9 – Tela de Identificação.....	59
Foto 10 – Tabuleiro de Cartas embaralhando.....	60
Foto 11 – Tabuleiro de Cartas embaralhadas.....	60
Foto 12 – Desvirando Cartas.....	61
Foto 13 – Quando não forma par, o sistema mostra erro.....	61
Foto 14 – Quando forma par, o sistema mostra certo.....	62
Foto 15 – Os pares formados são retirados do tabuleiro.....	62
Foto 16 – Tela final.....	63
Foto 17 – Aferição de temperatura.....	84
Foto 18 – Afastamento de 1 m e álcool em gel.....	85
Foto 19 – Estudantes discutindo o conteúdo do jogo.....	85
Foto 20 – Construção da face Genética.....	86
Foto 21 - Fichas de Alelos.....	90
Foto 22 – Sorteio Par ou Ímpar e Cartas Indagadoras.....	90
Foto 23 – Face Genética.....	91

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1: REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA	17
1.1 Importância do ensino de Genética.....	18
1.2 Pensamento em Genética: Abstrato e Concreto, Científico e Ensinável.....	19
1.3 Abordagem e Método de Ensino de Genética.....	22
1.4 Conceitos Básicos de Genética.....	25
1.5 Transposição Didática.....	28
1.6 Trabalhos Correlatos.....	28
1.7 O Construtivismo no Ensino de Genética.....	30
1.7.1 Teoria da Complexidade.....	31
1.7.2 Teoria da Atividade.....	34
CAPÍTULO 2: QUADRO METODOLÓGICO	39
2.1 Natureza da Pesquisa.....	39
2.2 Local da Pesquisa.....	40
2.3 Problemática.....	40
2.3.1 Problema.....	40
2.4 Objetivos.....	41
2.4.1 Objeto de Pesquisa.....	41
2.4.2 Objetivo Geral.....	41
2.4.3 Objetivos Específicos.....	41
2.5 Participantes da Pesquisa.....	42
2.6 Procedimentos Metodológicos.....	42
2.6.1 Diagrama da Pesquisa.....	44
2.6.2 Metodologia do trabalho.....	45
CAPÍTULO 3: FERRAMENTA DIDÁTICA CONSTRUTIVISTA DE ABSTRAÇÃO ...	47
3.1 Jogo Face Genética.....	47

3.2 Jogo da Memória "Cartas Indagadoras" Digitais.....	58
CAPÍTULO 4: INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO.....	64
4.1 Observação.....	65
4.2 Fala.....	65
4.3 Pré-Testes.....	66
4.3.1 Pré-Teste Pedagógico de Abstração.....	66
4.3.2 Pré –Teste: Diagnóstico de conhecimentos sobre Genética.....	72
4.4 Pós-Teste.....	72
4.5 Interação e Mediação em Sala de Aula.....	73
CAPÍTULO 5: ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
REFERÊNCIAS.....	97
APÊNDICE 1 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	102
APÊNDICE 2 TERMO DE ASSENTIMENTO	104
APÊNDICE 3 CARTAS INDAGADORAS.....	105
APÊNDICE 4 MOLDES FACE GENÉTICA.....	108
APÊNDICE 5 MOLDES COR DOS OLHOS.....	109
APÊNDICE 6 MOLDES FORMA DO CABELO.....	110
ANEXO 1 FENÓTIPO / GENÓTIPO – COR DOS OLHOS.....	111
ANEXO 2 GENES DA COR DOS OLHOS.....	111
ANEXO 3 COR DA PELE.....	112
ANEXO 4 PRÉ-TESTE – TESTE PEDAGÓGICO DE ABSTRAÇÃO.....	113
ANEXO 5 PRÉ-TESTE: TESTE DIAGNÓSTICO DE GENÉTICA.....	114
ANEXO 6 – PÓS-TESTE - FERRAMENTA FACE GENÉTICA.....	116

INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia, principalmente, o conteúdo de genética enfrenta o obstáculo da transposição didática de conceitos abstratos que reportam o que ocorre no interior do organismo dos seres vivos. Segundo Temp et al (2018, p.84) “Ensinar Genética implica na capacidade de transformar conceitos abstratos, como gene e DNA, em imagens ilustrativas; é conseguir interligar conteúdos, por exemplo, meiose e formação de gametas; aliar cálculos com situações do cotidiano”. Para Temp et al (2018, p.89) “aprender e ensinar Genética se torna difícil porque os alunos não conseguem interpretar dados, realizar cálculos básicos de probabilidade, abstrair imagens e apresentam concepções errôneas vinculadas”. Essa situação é agravada pela problemática a que os estudantes do ensino médio estão submetidos: salas com muitos alunos e níveis de aprendizagem diferentes, podendo resultar em dificuldades de abstrair e compreender os conceitos básicos de genética ensinados de forma tradicional. O pensamento abstrato transita no córtex pré-frontal, onde a capacidade de refletir sobre elementos particularizados e analisá-los em conjunto com o todo, é o que permite a associação com a realidade.

Essa forma de ver o mundo, na verdade, coexiste no início da constituição do ser humano porque ele origina-se de uma célula, que forma partes para gerar o organismo, numa visão de níveis de organização biológica, exemplificando por meio demonstrativo, podemos lembrar a elaboração das primeiras palavras ou contagem nas crianças humanas, entretanto, a transição cognitiva entre a parte, seu todo e sua relação cotidiana, é desafiante para os estudiosos da aprendizagem e ensino devido a diversidade humana e sua relação com o ambiente.

A compreensão dos processos orgânicos não tão visíveis na vivência da realidade externa é decorrente de minuciosos estudos científicos com equipamentos altamente sofisticados, os quais as escolas, normalmente, não têm acesso. O recurso disponível nas escolas é o livro didático, o qual não permite a construção prática desses processos, ou seja, a abstração tangível é complexa. Nesse contexto, surgem indagações que causam aflição aos professores, dentre elas, destaca-se como proceder para avaliar o processo de transposição do

conteúdo abstrato para o concreto aos estudantes na aprendizagem da genética em sala de aula.

Em salas superlotadas, possibilitar o aprender construído é um exercício desafiador de criatividade porque o ensino aplicado em nossas escolas, em sua maioria, é homogêneo e torna-se um tormento para os estudantes que não se adaptam a forma de ensino padrão.

Portanto, a busca de alternativas que possam fazer o elo entre o abstrato e a compreensão de um conteúdo invisível, que ocorre no interior do organismo e que é revelado ou não, externamente, é deveras complexa, por exemplo a formação da carga genética que cada ser humano carrega, sugere o desafio de tornar ensinável de forma lúdica, por meio de uma construção contextualizada, e ainda, associar a realidade entre as incertezas do desconhecido. Essas barreiras, às vezes, intransponíveis são instigantes e misteriosas tanto para discentes quanto docentes, são as motivações da investigação sobre como ocorre a transposição didática e alternativas construtivistas de ensino possíveis de transpô-la.

O objetivo geral da pesquisa vislumbra avaliar a ocorrência do processo de abstrair conceitos básicos de Genética sob a ótica de transposição didática construtivista, para tanto, alguns objetivos específicos foram traçados com intuito de viabilizar o objetivo principal, a saber: investigar num contexto de ensino construtivista, os conceitos básicos de Genética, desenvolver teste pedagógico de abstração para aferir a condição abstrativa dos estudantes em relação aos conceitos básicos de Genética e, por fim, explicar o processo de transposição do abstrato – concreto de conceitos básicos de Genética por meio do ensino construtivista e, assim, possibilitar a colaboração e interatividade entre os estudantes para trazer condição de transposição do abstrato e concreto, do científico ao ensinável na construção do conhecimento da Genética.

Para alcançar os objetivos, primeiramente, realizou-se a pesquisa bibliográfica, onde verificamos a existência de vários estudos que abordavam a transposição em livros didáticos de Genética, artigos sobre os conceitos entre abstrato e concreto, jogos e dinâmicas lúdicas. O enfoque do estudo é a transposição didática utilizando a teoria construtivista de Leontiev e Morin para a análise da formação psíquica do movimento cognitivo da abstração e sua associação real.

Após esse estudo, desenvolveu-se um jogo como ferramenta para a observação e avaliação da abstração, a priori manual, sendo o jogo de construção da face, que permite a visualização didática e sua construção pelos estudantes, constituindo uma ferramenta para mediar e aferir a ocorrência ou não da abstração e sua relação com o todo, promovendo a situação para a análise do processo de aprendizagem da abstração cognitiva.

Na fase exploratória e de campo aplicou-se em sala de aula, o jogo para observação e análise qualitativa e organização dos resultados observáveis em expressões, questionários pré e pós aplicação das atividades.

A relevância educacional está na descrição, análise e avaliação do fenômeno da Abstração por meio da transposição do abstrato para o concreto e vice-versa, por meio de instrumento construtivista o jogo construído para esse fim, na possibilidade de um insight do estudante levando em conta que o ser humano não aprende da mesma forma porque cada ser humano é único.

O **primeiro capítulo** são reflexões sobre o ensino de Genética, a importância, o pensamento no ensino de Genética num contexto analítico sobre abstração e concreto, o pensamento científico e ensinável, as interações cognitivas que resultam no fenômeno abstrativo dessa transposição, as abordagens e métodos no ensino de Genética, os conceitos básicos de Genética, a transposição didática, os trabalhos correlatos que colaboraram com a questão biológica relacionada à aprendizagem abstrativa, e por fim, apresenta o construtivismo no ensino de Genética como base teórica que fortalecem e norteiam a investigação, no caso a Teoria da Complexidade de Edgar Morin e a Teoria da Atividade de Leontiev.

O **segundo capítulo** consta os caminhos da investigação, que levaram a construção da ferramenta e instrumentos avaliativos, o quadro metodológico que descrevem o passo a passo da pesquisa, as técnicas utilizadas para observação e análise dos dados qualitativos e quantitativos observáveis, local, população amostral e os procedimentos metodológicos.

No **terceiro capítulo** são apresentados, detalhadamente, a ferramenta didática de abstração desenvolvida, a saber o jogo didático: A Face Genética e Jogo da Memória - cartas indagadoras digitais.

O **quarto capítulo** reporta os instrumentos de avaliação da abstração, como o fenômeno da abstração é interno, orgânico, de difícil aferição, estabeleceu-se a observação, a fala, a escrita e o comportamento, as interações e mediações, além dos Pré-Testes e Pós-Teste como meios de identificar o processo abstrativo e documentá-lo em categorias.

O **quinto capítulo** apresenta as análises e discussões, os resultados expostos num quadro categórico qualitativo, tabelas e gráficos, discutidos e analisados por meio da literatura especializada, principalmente, relacionando-os com as teorias de Leontiev e Morin.

Por fim, são realizadas a conclusão sobre os resultados da pesquisa e as considerações finais, onde apresenta-se as reflexões mediante análises geradas por esta pesquisa e, com possibilidade da continuidade da investigação no âmbito cognitivo do pensamento abstrato em meio digital, adaptação da ferramenta construídas para este fim, com reflexo na sociedade moderna, proveniente da construção do conhecimento mediada pelo professor aproxima-se o conteúdo do estudante, estreita-se a ponte entre o saber científico e o ensinável.

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA

O ensino de Genética em sala de aula enfrenta diversos desafios num contexto longe de laboratórios e diversos conteúdos abstratos. A citação de Bardin traz uma reflexão sobre as condições de ensino e aprendizagem de Genética.

A realidade nas escolas, muitas vezes é de um ensino desinteressante, com ensino embasado somente no livro didático e falta de contextualização dos assuntos com a realidade. Muito pouco se fala do emprego das tecnologias no contexto da Genética e os assuntos éticos que medeiam essas relações. Por isso, a Genética possibilita que o aluno consiga tomar determinadas decisões no que diz respeito à sua própria vida, contribuindo para o entendimento de características individuais (BARDIN, 2011).

As reflexões sobre o ensino de Genética advêm de questões que abrangem sua importância na sociedade moderna, as dificuldades de transposição didática de ensino entre o pensamento concreto e abstrato, o conteúdo científico e o conteúdo ensinável, quais abordagens existem e são utilizadas no ensino de Genética e os trabalhos correlatos. Essas reflexões são necessárias para nortear alternativas investigativas para o ensino de Genética. A complexidade da transposição didática perpassa sobre as abordagens de ensino e aprendizagem utilizada pelos professores em sala de aula como o texto abaixo reporta:

“Muitos educadores ainda utilizam o ensino tradicional da Genética, usando quase sempre a mesma maneira de lecionar os conteúdos, com aulas expositivas, usando o quadro... Assim, alunos muitas vezes não conseguem entender o que lhe está sendo apresentado, pois para eles, a situação se torna até mesmo uma monotonia, com termos complexos e de difícil memorização, resumindo-se quase sempre em cópia do quadro para seu material de apoio, como o caderno, sem que haja a compreensão dos conteúdos. Com isso, o ensino de Genética se torna rejeitado por parte dos alunos, passando a ser um fracasso na obtenção do aprendizado.” (BURNATT, p.6, 2014).

1.1 Importância do ensino de Genética.

Para Sodré (2019, p.18) “A Genética é um tipo de ciência da informação, os geneticistas tentam compreender as regras que controlam a transmissão da informação herdável geração após geração”, portanto, é uma das áreas da Biologia que busca explicar fenômenos relacionados a outros ramos das Ciências Biológicas e outras ciências da humanidade, bem como trazer tecnologias que resolvam questões sociais, forenses e científicas que envolvam processos biológicos.

No campo educacional é uma disciplina em evolução com vínculo no passado, presente e futuro. O trecho abaixo expressa a importância da Genética na etapa da formação básica.

Aquisição de conhecimentos relacionados aos conceitos, como genoma, transmissão de caracteres hereditários, clonagem, transgênicos, terapia com células-tronco, dentre outros, precisam ser trabalhados de forma mais aprofundada dentro da escola. Para que, desta forma, possibilite a aquisição dos conhecimentos que estão carregados de questões éticas, culturais, sociais, políticas e humanas. (ARAUJO; GUSMÃO, 2017, p.1)

Em relação ao conceito de Genética Novaes e Amaral (2016, p.7) afirmam que “Genética é a transmissão de informações moleculares que determinam características morfológicas, estruturais, metabólicas e até mesmo comportamentais, de uma para outra geração de seres vivos da mesma espécie”, já para Amabis e Martho (2016, p.13) Genética é a área da Biologia que estuda a herança biológica ou hereditariedade, que consiste na transmissão de características de pais para filho, ao longo das gerações, esses conceitos citados demonstram amplitude diferentes, o primeiro amplia o ensino de Genética para além da transmissão didática e o segundo restringe apenas às leis de Mendel, portanto, o pensar no ensino de Genética depende muito da compreensão abstrativa do autor do livro, do estudante e do professor.

Silva e Kalhil (2017) reportam a dificuldade no ensino de Genética em sala de aula.

No entanto, o que se observa hoje nas escolas de Ensino Médio é que os conteúdos relacionados à Genética, apesar de sua relevância, têm sido abordados superficialmente. Isso ocorre tanto pela dificuldade encontrada pelos professores, pois se tratam de assuntos relativamente novos, os quais na maioria das vezes não foram abordados durante o seu período de formação acadêmica, quanto pelos alunos, por serem conteúdos

abstratos, difíceis de serem compreendidos. (SILVA; KALHIL, 2017, p.128)

As dificuldades no ensino de Genética são reflexo das condições ambientais, metodológicas, cognitivas e sociais, de certa forma a solução é a interação, flexibilização, adaptação, política e investimento. O ambiente propício para a aprendizagem seria salas adequadas com número adequado de alunos, recursos tecnológicos disponíveis, laboratórios, flexibilização e adaptação às necessidades sociais, políticas públicas e investimentos em formação continuada para professores.

Por outro lado, há a necessidade de verificar a situação dos alunos quanto a abstração, nesse contexto, Araújo e Gusmão (2017, p.2) afirmam que o ensino é um objeto abstrato, longe da realidade dos alunos, o que produz um desinteresse e faz os alunos se preocuparem apenas com a nota e com a promoção, dessa forma a Genética se torna desimportante para esses alunos porque a maioria dos conceitos de Genética são abstratos.

Contudo, a Genética está no cotidiano moderno da sociedade humana, nos transgênicos, na biodiversidade, na evolução, na investigação de paternidade, nas mutações, em fim em diversos estudos e produtos utilizados nessa sociedade e, assim há necessidade de estudo e pesquisas que abordem formas de ensinar e aprender Genética que possam fazer a transposição entre os conceitos abstratos para o ensinável em sala de aula.

1.2 Pensamento em Genética: Abstrato e Concreto, Científico e Ensinável.

O site (WEEBLY,?) traz a origem da palavra “pensar” como sendo deriva da expressão latina *pensare*, que significa pesar, avaliar o peso de alguma coisa. Portanto, os conceitos genéticos são uma modelagem abstrata do que se processa no interior dos seres vivos e se manifesta na expressão gênica de um gene construída em um fenótipo. Então, é necessária a compreensão da Genética num pensar construído que relacione o abstrato e concreto.

Para (ANJOS; MALANCHE, 2018, p.1145) o abstrato e o concreto são dois momentos no conhecimento da essência do objeto ou fenômeno. Tal processo inicia-se pela percepção sensitivo-concreta por meio da qual os dados são

analisados e, conseqüentemente, se destacam as qualidades principais, omitindo as secundárias.

Martins (2016) traz a interligação do pensamento de Leontiev com relação ao caminho entre o concreto e o abstrato, ele afirma: “A atividade se revela como gênese do pensamento por sintetizar tanto a atividade prática – a atuação concreta sobre o objeto quanto a atividade teórica (abstrata), que se desdobra dessa atuação” (MARTINS,2016, p. 1574). Portanto, é essa transição entre o pensamento abstrato e concreto que dificulta o processo de ensino e aprendizagem da Genética.

Gomes (2017, p.16) afirma que o sujeito que se encontra na fase das operações concretas costuma ser somente capaz de pensar sobre os elementos de um problema tal como lhe foi apresentado; abordam-se somente os dados reais presentes, portanto, atrelados à realidade visível. Para Silva (2017) a Teoria da Complexidade de Morin faz o link entre as partes e o todo:

Ser complexo é buscar, ao mesmo tempo, a explicação (racional, lógica, abstrata) e a compreensão (concreta, relacionada à empatia, ao procedimento de colocar-se no lugar do outro). A complexidade exige pensar o universal e o particular num mesmo movimento. Ou pensar o abstrato pelo concreto e o concreto pelo abstrato. Ser complexo significa defender a importância do universal e do particular, do geral e do singular, do comum entre homens e do que os diferencia. (SILVA, 2017).

A busca pelo conhecimento em Genética enfrenta o obstáculo da transição entre o concreto e o abstrato, o texto de Ferro reporta a diferença e a dificuldade nessa transição.

A diferença entre o "conhecimento concreto", ou melhor, com o conhecimento perceptivo e o conhecimento abstrato, é que o primeiro pertence ao domínio de associações involuntárias realizadas pela mente humana que reconhece imagens, sons, gostos, toques, etc., como dados familiares, já o segundo pertence ao domínio da linguagem humana que, até o presente momento, acreditamos pertencer ao domínio do controle racional e consciente. (FERRO,2018).

Brito (2018, p.117) afirma que “o processo de abstração se realiza como movimento pelo qual, pela atividade cognoscente, o indivíduo subsume à imediaticidade dos objetos e de suas ações” portanto, a abstração é a capacidade

que nos permite a refletir sobre coisas que não estão presentes no momento ou local, bem como conceitos e princípios gerais.

O pensamento abstrato é, geralmente, definido em oposição ao pensamento concreto, que é menos complexo, entretanto, Souza (2015, p.101) afirma que “Se o pensamento, conhecimento abstrato, é o que torna a consciência do homem tão diversa da do animal, deverá ter um enorme impacto na vida humana”, logo, apesar de não visível, o pensamento em Genética gera um impacto tanto social como individual influenciando tanto a sociedade como o ambiente, sendo relevante a criação de mecanismos que permitam o ensino do conteúdo abstrato de Genética numa forma ensinável nas escolas, e, como alternativa, nesse contexto, temos o construtivismo de Leontiev, em sua teoria da Atividade, porém com uma visão ampla do ser humano da Complexidade de Morin.

Para Souza (2015, p. 109) o fundamento da verdade é externo ao juízo e à própria conclusão; igualmente a representação abstrata deve estar ligada a outra, seja novamente abstrata, ou intuitiva, da qual retira sua significação, logo, esse encadeamento, de uma atividade externa possibilita a apropriação interna do conhecimento, trazendo significado ao abstrato, uma valorização por meio da prática estruturada didaticamente, processo que foi detalhado na teoria da Atividade de Leontiev.

Sendo assim, Souza (2015, p.109) afirma que “A representação abstrata é um reflexo de outra representação, uma cópia do que foi conhecido de outra maneira”, essa afirmação permeia a relação figurativa entre o abstrato e concreto.

Portanto, Souza ratifica que a razão e as representações abstratas diferenciam o modo de conhecer e de viver dos seres humanos.

As representações abstratas têm todo seu fundamento de conhecer nas intuitivas, e são dependentes destas para terem referência, o que traz como consequência não se pode inverter essa relação de dependência entre as representações. (SOUZA,2015, p. 120).

O ensino de Genética também é assombrado pela dificuldade de transição entre o conteúdo desenvolvido em pesquisas laboratoriais e o ensino destes conteúdos em sala de aula, apesar dos esforços o distanciamento da realidade estudantil da vivência científica dificulta o ensino e aprendizagem.

Para Palmieri (2019) “o pensamento científico traz à luz práticas próprias da ciência que se valem como abordagens didáticas para o desenvolvimento de diversos componentes curriculares”, entretanto, tornar o pensamento científico em pensamento ensinável é desafiador porque envolve fatores relacionados com o desenvolvimento da aprendizagem, desde a constituição orgânica dos envolvidos ao espaço do saber.

Os meios para trazer a “luz” do conhecimento genético são diversos, entretanto, o construtivismo possibilita o aprendizado construído a partir de conceitos anteriores, para que isto ocorra são necessárias a mediação e a atividade construtiva como base motivacional, e, principalmente, os conceitos do científico e ensinável para construir o caminho para transpor o obstáculo entre eles na Genética.

1.3 Abordagem e Método no Ensino de Genética.

O dicionário Online de Português (2018) afirma que o termo ‘abordagem’ vem do francês *abordage* e significa: “aproximação”; e seu sentido figurado é a maneira pela qual um assunto é compreendido, abordado, de certa forma, é um ponto de vista, opinião ou forma de nortear um processo, portanto, é um conjunto de posições, concepções teóricas de ensino e aprendizagem e aplicabilidade. Já método é especificação e inter-relação entre teoria e prática. Entretanto, é necessário diferenciar método de Metodologia. Para Dutra (2021) “O método de ensino pode ser definido como o caminho pelo qual se atinge os objetivos de ensino-aprendizagem. Em outras palavras, o método é um conjunto de ações de ensino que visam assegurar a aprendizagem”, portanto, o método é o procedimento para alcançar objetivos e a metodologia é o estudo do método empregados em sala de aula serão de acordo com a abordagem pedagógica escolhida.

Portanto, a partir da abordagem, os métodos elaborados nortearão as ações diretas para possibilitar chegar aos objetivos de aprendizagem.

O quadro 1 traz uma visão das principais abordagens pedagógicas que influenciam a educação dos estudantes.

Quadro 1: Abordagens pedagógicas segundo Mizukami (1986).

	Tradicional	Comportamentalista	Humanista	Cognitivista	Sociocultural
Conhecimento	É cumulativo, com base na memorização, em que o sujeito é passivo no processo.	Resulta da experiência planejada, onde se enfatiza o controle comportamental.	É inerente à atividade humana e, portanto, inacabada e dinâmica.	Deriva da interação entre homem-mundo, sujeito-objeto. Há ênfase na inteligência e afetividade.	Advém da superação da dicotomia sujeito objeto. Problematisa o conhecimento a partir da prática.
Ensino- aprendizagem	Ocorre em sala de aula por meio da transmissão. O modelo pedagógico segue uma padronização visando imprimir o conhecimento no aluno.	Objetiva-se promover a mudança comportamental e mental do indivíduo, a partir do arranjo e controle das condições ambientais que irão assegurar a transmissão e recepção das informações.	Ações centradas no indivíduo, com base no método não diretivo. Há ênfase na experiência individual, para que este possa se estruturar e agir.	Método investigativo, de ensaio e erro, de resolução de problemas. Visa um sujeito ativo na aprendizagem que elabora esquemas mentais.	Método que objetiva superar a relação opressor e oprimido, a partir do desenvolvimento da consciência crítica, através do diálogo problematizador.
professor-aluno	Relação vertical onde o professor detém o poder decisório dos conteúdos e dos meios de expressão.	O professor é um técnico que aplica o ensino pelo controle dos passos, e percursos: engenharia comportamental.	O professor é um facilitador da aprendizagem, mas cabe ao aluno seu desenvolvimento. Há apreço à autenticidade e empatia.	O professor desafia e orienta o aluno, sujeito ativo no processo, provocando desequilíbrios cognitivos.	Professor e aluno buscam conjuntamente a superação da consciência ingênua, através de um diálogo horizontal.

Fonte: Mizukami (1986) – adaptado.

A abordagem Construtivista é considerada por muitos como uma vertente da abordagem Cognitivista porque as características principais dessa abordagem estão presentes na abordagem Construtivista, entretanto, a construção do conhecimento acontece por meio da criação de métodos que estimulam essa construção contínua com a autonomia do estudante e o ensinar é “aprender a aprender”, além de ter no professor um mediador do processo do ensino e aprendizagem.

No construtivismo é necessário possibilitar condições para que o estudante vivencie situações e atividades em que ele construa o conhecimento, faça uso dos conceitos de Genética em seu cotidiano escolar para que esses conceitos tenham

relevância e sejam reconstruídos fazendo parte de novos saberes por associação relacional e significância na vida.

Segundo Nascimento e Silva (2012), o aluno cria algo novo, em um processo contínuo de evolução e criatividade, participa de seu processo de aprendizagem e é desafiado constantemente por meio de situações que testam sua percepção, análise e raciocínio.

O ensino de Genética traz em si um conteúdo científico complexo, de difícil demonstração prática em sala de aula e ao longo do tempo, a preocupação principal era cumprir a proposta curricular, o que trouxe dificuldade de aprendizagem e assimilação do conteúdo de Genética, bem como, a falta de valorização em aprender os conceitos de Genética, o quadro 2 apresenta a diferenciação das teorias aplicadas, e que podem ter resultado no desinteresse dos estudantes pela disciplina.

Quadro 2 – Teorias de condicionamento e cognitivista

Teorias condicionadoras	Teorias cognitivistas
1-Se aprende hábitos (automatismos) produto da associação de uma resposta específica a determinado estímulo através da exercitação (repetição E-R).	1-Se aprendem ideias (conceitos) produto das relações essenciais entre os fenômenos, por meio da generalização da experiência própria e alheia.
2-A manutenção do aprendido se dá pelo reforço positivo (sucesso) do aprendido. Quando o reforço é negativo (erro-fracasso), o aprendido se perde: não há aprendido.	2-A manutenção do aprendido se produz devido à capacidade atencional e memorística que permite fixar e manter o aprendido ao longo do tempo.
3-Os novos aprendizados se produzem como resultado da transposição de um aprendido a uma situação semelhante de aprendizagem: o aprendido é geral e, portanto, aplicável sempre e quando se mantenham elementos comuns.	3-Os novos aprendizados dependem da relação significativa entre fenômenos, isto é, entre o já aprendido (o velho) e o que se quer aprender (o novo).

Fonte: Díaz-Félix (2011)

A comparação entre as abordagens pedagógicas colaborou na escolha da abordagem construtivista como norteadora para a pesquisa de transposição entre o abstrato concreto de conceitos básicos de Genética.

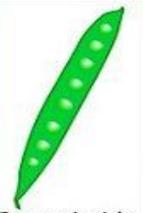
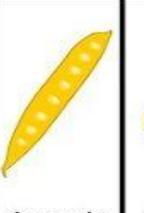
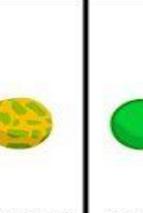
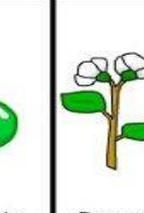
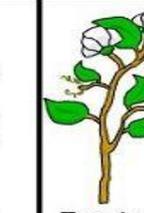
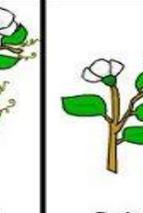
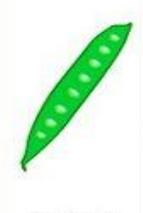
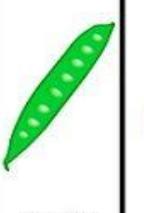
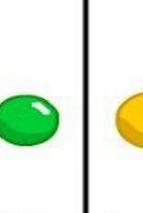
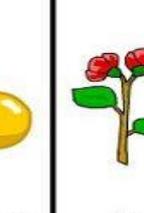
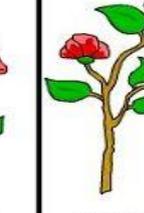
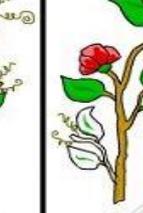
1.4 Conceitos Básicos de Genética.

O dicionário Online de Português (2018) afirma que Genética é o ramo da Biologia que estuda o fenômeno da hereditariedade, ou seja, a transmissão das características hereditárias de uma espécie ao longo do tempo, de geração a geração. Essa ciência é muito importante porque abrange a formação estrutural, funcional, comportamental e socioambiental de um indivíduo repercutindo em sua existência.

O site <https://www.ebiografia.com/> reporta a biografia do pai da Genética, o Monge Austríaco Gregor Mendel (1822-1884) que estudou a transmissão hereditária por meio de experimentos com plantas de ervilhas (*Pisum sativum*). Em resumo as principais descobertas de Mendel:

- A 1.^a Lei de Mendel, conhecida como a “Lei do Monoibridismo” e observação do aparecimento da característica das cores das ervilhas (verde ou amarelas), textura (enrugadas ou lisas), sendo o resultado de cruzamentos de ervilhas por gerações sucessivas, o que possibilitou a formulação por observação da condição de híbridos e característica dominante ou recessiva. E assim, cada caráter é condicionado por um par de fatores (genes) que se separam na formação de gametas.
- A 2.^a Lei de Mendel, denominada “Lei da recombinação ou da segregação independente”, foi formulada com base na herança da cor independente da herança da superfície da semente, portanto, num cruzamento em que estejam envolvidos dois ou mais caracteres, os fatores que determinam cada um deles se separam de forma independente durante a formação dos gametas na meiose e se recombinaem ao acaso, para formar todas as recombinações possíveis.

Quadro 3: Caráter e características das ervilhas da pesquisa de Mendel.

	Forma da vagem	Cor da vagem	Forma da semente	Cor da semente	Cor da casca	Posição das flores	Altura da planta
Recessivo	 Comprimida	 Amarela	 Rugosa	 Verde	 Branca	 Terminal	 Baixa
Dominante	 Inflada	 Verde	 Lisa	 Amarela	 Alta	 Auxiliar	 Alta

Fonte: <https://societific.com.br/wp-content/uploads/2020/04/as-leis-de-mendel-o-pai-da-genetica.jpg>
- Reprodução/Blog Hugo Ajuda Biologia

Santos (2021) cita os conceitos básicos importantes de Genética:

- Geração parental: Plantas puras que foram cruzadas.
- F1: Primeira geração filha, formada por indivíduos heterozigotos para alguma característica e que manifesta somente um caráter.
- F2: Segunda geração de sementes, é o resultado da autofecundação da F1.

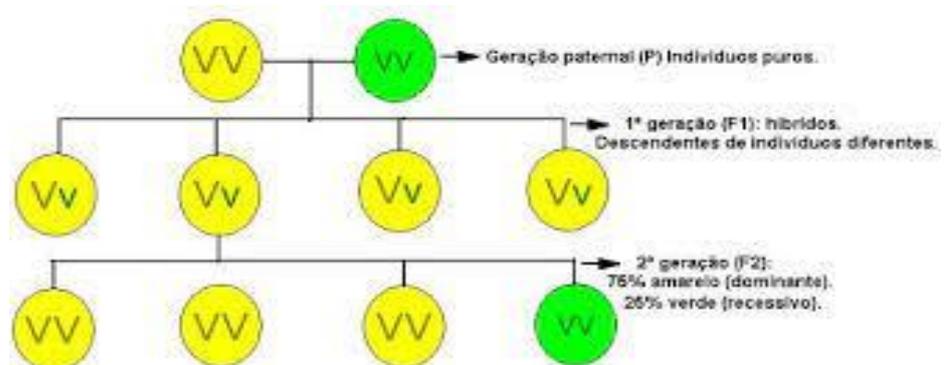


Imagem 1: Primeira lei de Mendel
Fonte: todamatéria.com.br

- Alelo: Forma alternativa de um mesmo gene que ocupa o mesmo locus em cromossomos homólogos.

- Aneuploidia: Alteração cromossômica numérica que afeta um ou mais tipos de cromossomos. O tipo mais comum de aneuploidia é a trissomia, em que há um cromossomo extra, ou seja, a pessoa apresenta 47 cromossomos, mas o padrão é 46.
- Autossômico: Dizemos que os cromossomos são autossômicos quando não são sexuais, ou seja, todos os cromossomos, exceto o X e o Y. No total, temos 22 pares de cromossomos autossômicos.
- Cariótipo: É a constituição cromossômica de um indivíduo.
- Codominância: Quando dois alelos que estão em heterozigose expressam-se.
- Cromossomos: sequências de DNA espiraladas que carregam os genes.
- Cromossomos homólogos: cromossomos que formam pares durante a meiose I, apresentando formato e tamanho similares e mesmo loci.
- Dominância: Um gene exerce dominância quando ele se expressa mesmo que em dose simples, ou seja, em heterozigose.
- Epistasia: Condição em que um alelo de um gene bloqueia a expressão dos alelos de outro gene.
- Euploidia: Alteração cromossômica numérica em que todo o conjunto cromossômico é alterado.
- Fenótipo: Características bioquímicas, fisiológicas e morfológicas observáveis em um indivíduo. O fenótipo é determinado pelo genótipo e pelo meio ambiente.
- Genes: Sequência de DNA que codifica e determina as características dos organismos. É a unidade fundamental da hereditariedade.
- Genótipo: Constituição genética de um organismo.
- Heterozigoto: Indivíduo que apresenta dois alelos diferentes em um mesmo locus em cromossomos homólogos.
- Homozigoto: Indivíduo que apresenta o mesmo alelo em um mesmo locus em cromossomos homólogos.
- Locus gênico (plural *loci*): Posição que um gene ocupa em um cromossomo.

- Recessividade: Um gene recessivo só se expressa em homozigose.

1.5 Transposição Didática.

Melzer ((2015, p.461), “o saber sábio é aquele que é gerado a partir da pesquisa acadêmica, compondo uma publicação científica (artigo ou relatório de pesquisa) que se destina a comunicação de processos e resultados de pesquisa”. Portanto, esse saber, é muitas vezes, abstrato, oriundo de pesquisa científica, exposto numa linguagem acadêmica distante da vida observável, concreta e a transposição didática que faz a aproximação entre os saberes, entre o concreto e o abstrato no estudo da Genética é relevante, o fragmento do texto reporta a importância na aprendizagem e ensino.

A transposição didática se apresenta como uma teoria bastante interessante para entender o movimento do saber, quando sai de esferas mais científicas, deixando de servir à comunidade de pesquisadores, e atinge o ambiente escolar, passando por um processo de didatização, e se tornando um objeto de ensino.(MELZER; NETO; SILVA, 2016, p.112).

O trecho abaixo exemplifica a importância de procurar meios viáveis para possibilitar a transposição entre o conhecimento científico e o ensinável, entre o abstrato e o concreto no ensino e aprendizagem dos conceitos genéticos.

A transposição didática dos conhecimentos científicos, isto é, a forma como o conteúdo é passado para o aluno. É preciso levar em consideração a relação dos saberes escolares com a realidade dos estudantes em questão. É preciso ressaltar que a realidade não se trata do contexto socioeconômico, mas do cotidiano, das vivências, do mundo que nos cerca. E como pensar na realidade de forma isolada, sem estabelecer conexões entre as diversas áreas? Faz-se necessário ensinar os estudantes a pensar como cientistas. A tarefa é complexa e requer método e organização. (GOBBI, 2020).

1.6 Trabalhos Correlatos.

Há trabalhos que reportam pesquisas sobre a transposição entre o abstrato e concreto, nesse contexto, foram selecionados quatro trabalhos de pesquisa, os quais trouxeram contribuições importantes para o processo de ensino e aprendizagem na questão da transposição didática e abstração.

Quadro 4: Análise de Trabalhos Correlatos.

	TRABALHOS CORRELATOS	ANO	AUTORES	ANÁLISE TEXTUAL	ESTUDANTE	PROFESSOR	AULA PRÁTICA	ABSTRAÇÃO
1	COMPLEXIDADE GENÉTICA E A EXPRESSÃO DA COR DA PELE, COR DOS OLHOS E ESTATURA HUMANA	2020	FRANZOLIN, Fernanda. PROCHAZKA, Luana de Souza. PIETRI, Ana Paula Zampieri Silva. CARVALHO, Graça Simões de.	X Valores e práticas sociais	-	X	-	-
2	SEQUÊNCIA DIDÁTICA FUNDAMENTADA NA NEUROCIÊNCIA PARA O ENSINO DE GENÉTICA.	2020	SANTOS, Fabio Seidel dos. FERRAZ, Daniela Frigo. KLEIN, Ângela Inês. FRANCISCO, Antonio Carlos de. MIQUELIN, Awdry Feisser	-	X	-	X	-
3	JOGOS TIPO "BEAN BAG" EM AULAS DE EVOLUÇÃO.	2017	FERREIRA, Maira da Silva Navarro. SILVA, Edson Pereira da.	-	X	-	X	-
4	CONCEITOS E TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DE GENÓTIPO: UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS.	2017	SILVA, Aline Alves de.	-	X	-	X	-
	CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA NUMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA	2021	SANTOS, Vandete Soares dos. NETTO, José Francisco de Magalhães.	-	X	-	x	Construtivista, observação, instrumentos, ferramentas (jogo).

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

- (1) Franzoni et al. (2020) a pesquisa analisou a transposição didática em relação à expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana nos livros didáticos brasileiros e portugueses, a investigação priorizou o conteúdo da genética, os valores e as práticas sociais, referente à formação dos professores.
- (2) Santos et al. (2020) estudaram a transposição didática de conceitos de Genética por meio da neurociência baseando-se nas percepções e na sequência didática fortalecida por vídeo, jogos e construções de modelos (maquetes) e mapas conceituais, atendo-se a assimilação dos conteúdos básicos de Genética.
- (3) Ferreira e Silva (2017) executaram uma pesquisa etnográfica e documental por meio de jogo com estudantes, um estudo da Genética de populações.

(4) Silva (2017) trouxe uma relevante contribuição à transposição didática vinculando os conteúdos de Genética a historicidade, o trecho abaixo expressa a preocupação com a alfabetização científica em relação às distorções históricas.

Os livros precisam manter um alto padrão de qualidade no que tange aos conteúdos científicos, e assim possibilitar ao professor e aos alunos o acesso ao conhecimento científico, sem distorções históricas e com os respectivos modelos explicativos para esses conceitos condizentes a sua época de publicação. (SILVA, 2017)

A pesquisa “Conceitos básicos de Genética numa abordagem construtivista de transposição didática” embasa-se nas teorias construtivistas de Edgar Morin e Alexis Leontiev visando avaliar a abstração dos estudantes, sob a ótica construtivista para utilizar de ferramentas e instrumentos elaborados para a investigação do processo de transposição entre os conceitos abstratos e concretos de Genética.

1.70 Construtivismo no ensino de Genética

Para Mascarenhas et al. (2016) “O Construtivismo admite ser o conhecimento edificado pela própria pessoa e que todo aluno já possui um acervo de conhecimento”, nesse caso, possibilita a transposição dos conceitos abstratos de Genética a partir da construção do conhecimento pelo próprio estudante com mediação do professor.

As dificuldades para o ensino de Genética que aborda conteúdos abstratos e concebidos em pesquisa científica são de difícil visualização na realidade cotidiana e o construtivismo é a alternativa para um ensino significativo e prático porque propõe que o estudante participe, ativamente, do próprio aprendizado.

A metodologia Construtivista foi inspirada nas propostas de Jean Piaget (1896-1980), a qual afirma que o conhecimento advém da interação entre o estudante e o meio, entretanto, as particularidades do processo de ensino e aprendizagem que propomos para transpor as dificuldades entre o concreto e abstrato no ensino de Genética traz a Teoria da Complexidade de Edgar Morin e a Teoria da Atividade de Alexis Leontiev como alternativas para a construção e avaliação da abstração do conhecimento de Genética, devido ao enfoque de cada teoria, o pensamento complexo considera o ser humano em sua totalidade e

relaciona com as áreas do conhecimento, e essa visão entre o conhecimento relacionado e seus múltiplos fatores que interagem sobre o organismo e a sociedade, que fortalece as ideias que interligam o concreto ao abstrato e vice versa, e a Teoria da Atividade embasa o processo na aplicação dessa transposição no contexto de sala de aula por meio de jogo divertido.

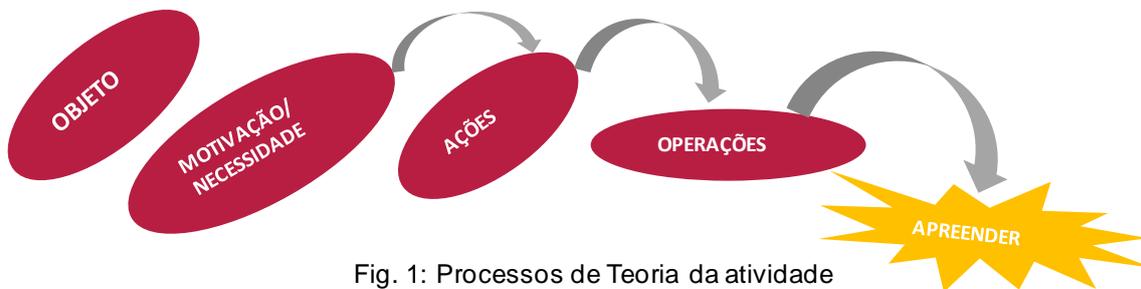


Fig. 1: Processos de Teoria da atividade
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

1.7.1 Teoria da Complexidade.

Edgar Morin é um epistemólogo da contemporaneidade, que idealizou a Teoria da Complexidade, também conhecida como pensamento complexo. Esse pensador viveu duas grandes guerras e viu a transformação tecnológica e social que a humanidade passou. A partir de suas reflexões elaborou a Teoria da Complexidade.

A proposta da complexidade busca conectar os saberes que ainda hoje estão fragmentados, a ausência desta faz a compreensão de conhecimentos abstratos se afastarem da visão concreta na realidade da sociedade.

A palavra complexo tem o sentido etimológico latino e significa “aquilo que é tecido em conjunto”. O pensamento complexo, segundo Edgar Morin surgiu da área das ciências exatas e naturais, destacando-se as teorias da informação e outras que abrangem o pensamento computacional, portanto, relacionando-se com o abstrato e suas interações como a decomposição e recomposição, fato intimamente ligado ao princípio hologramático. A seguir apresentamos a foto de Edgar Morin em entrevista ao projeto fronteiras do pensamento.



Foto1: Edgar Morin
Fonte: Fronteiras do Pensamento.

Salles e Matos (2017) afirmam que a fragmentação dos saberes causa lacunas que dificultam a ligação entre as áreas, limitando e dificultando o aprender. É essa relação entre as partes (genes) com o todo (organismo), principalmente, entre o genótipo (abstrato) e seu resultado fenótipo (concreto), o que ocorre nos processos genético e as questões de aprendizagem entre o científico e o ensinável, que traz o pensar complexo para a sala de aula, valorizando as partes e o todo ao mesmo tempo.

Portanto, Salles e Matos (2017) expressam a necessidade de encontrar formas de aproximar, conectar e interligar os saberes, compondo um fluxo que caminhe entre, no meio e além das próprias áreas do conhecimento. A pesquisa “Conceitos básicos de Genética numa abordagem construtivista de transposição didática”, busca avaliar o processo abstrativo com ferramentas que fazem a ligação de saberes e cria por meio de instrumentos avaliar e registrar esse acontecimento.

Salles e Matos (2017) salientam que a partir do momento em que os sujeitos são entendidos como seres inacabados, e se constroem ao longo da vida, nota-se a importância do pensar a partir da complexidade humana, uma vez que são seres biológicos e culturais.

Dentro do construtivismo de Morin, o Pensamento Complexo, destaca-se sua teoria na elaboração da ferramenta (jogo) com o intuito de aproximar os saberes, o abstrato do concreto, gerando a transposição.

“O jogo é um engajamento psíquico, uma inserção física, uma atividade prática que se coloca face a face com o mundo real para desafiá-lo e domá-lo, mas de modo benigno”. (MORIN, 2012b, p. 145).

Então, pode-se enriquecer o conhecimento das partes pelo todo e do todo pelas partes, num mesmo movimento produtor de conhecimento (MORIN,2011, p. 75), o que pode facilitar o desenvolvimento de habilidades e competências possibilitando a interação entre concreto e abstrato.



Fig. 2: Operadores cognitivos da Complexidade
Fonte: Elaborado pela própria autora (2021)

O operador Dialógico reporta forças opostas que se complementam. Morin afirma que esse operador é a “unidade complexa entre duas lógicas, entidades ou instâncias complementares, concorrentes e antagônicas que se alimentam uma da outra, se completam, mas também se opõem e combatem.” (MORIN, 2011, p. 300). Em relação a Genética temos a união de genes que se complementam para formar um novo ser. Nesse aspecto, a formação dos seres vivos passa pela desordem de genes para depois se organizar num fenótipo.

Para Morin o operador Recursivo “é um processo em que os produtos e os efeitos são, ao mesmo tempo, causas e produtores daquilo que os produziu.” (1990, p.108), fato este que também existe na Genética.

No operador hologramático traz em si, a ideia de que o todo está nas partes, assim como as partes estão no todo. Sendo assim, Morin afirma que “Um

holograma é uma imagem em que cada ponto contém a quase totalidade da informação sobre o objeto representado.” (MORIN,2011, p. 302).

A teoria da complexidade trabalha com o conceito do ser vivo instável e imprevisível, mais aberto e criativo, uma imagem inovadora da natureza e da sociedade, que está contido no conceito da transdisciplinaridade (MORIN, 2011).

Entretanto, essa análise não pode ser restritiva, ao contrário deve ser particularizada para análise e compreensão, porém, após estudo reinserida e reavaliada no contexto. Geralmente, reporta a exemplificação cotidiana da aparência para correlacionar o conteúdo em sala de aula, o que pode ser, melindrosamente, determinista.

1.7.2 Teoria da Atividade

Alexei Leontiev formulou sua própria teoria da atividade que ligava o contexto social com o desenvolvimento. O que fortalece a transposição didática construtivista ocasionada pela atividade executada no jogo “Face Genética”.

O pensador Leontiev investigou as etapas da atividade sistematicamente, observando a transposição entre o concreto e abstrato até a transformação criadora do pensamento, portanto, quando fica demonstrado a aprendizagem com a utilização e inferência para a utilização cotidiana. A foto traz a ligação de Leontiev com o desenvolvimento do psiquismo, o trabalho de pesquisa voltado para a compreensão dos processos psíquicos, o que contribui no aspecto educacional na construção de atividades que estimulem a transposição entre o abstrato e concreto.

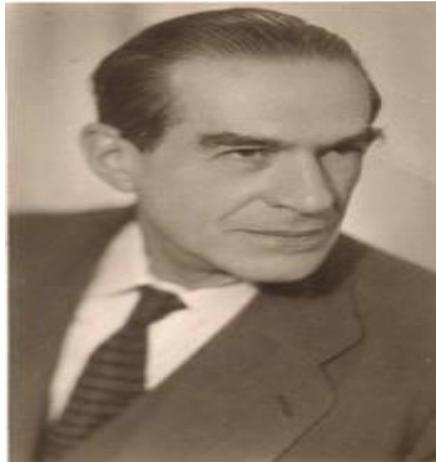


Foto 2: Alexis Nikolaevich Leontiev (1903 – 1979)
Fonte: psicologia acadêmica blog.

A citação abaixo demonstra a importância da atividade, de dinâmicas que gerem interações coletivas com o estímulo da comunicação para se observar o processo de transposição didática na aprendizagem de conteúdos que abrangem a abstração, dentre eles, os conceitos básicos de genéticas num contexto construtivista.

“[...] uma função imediatamente produtiva e uma função de ação sobre os outros homens, uma função de comunicação” (LEONTIEV, 1978, p. 86). O psicólogo Leontiev, propõe a Teoria de Atividade como atividade coletiva, orientada para um objeto (aprendizagem, abstração) e mediada pelos artefatos (jogo).

Para (MOLINA et al., 2017) afirma que “à superação dos entraves postos ao desenvolvimento humano, aspectos que evidenciam a contribuição da psicologia de Leontiev nas reflexões que visam a discutir intervenções pedagógicas em favor da formação do ser humano na contemporaneidade”.

O diagrama mostrado na figura 3 reporta a interrelação entre dinâmica do jogo “Face Genética” e os processos interativos de transposição didática por meio da atividade e seus elementos de ação/operação.

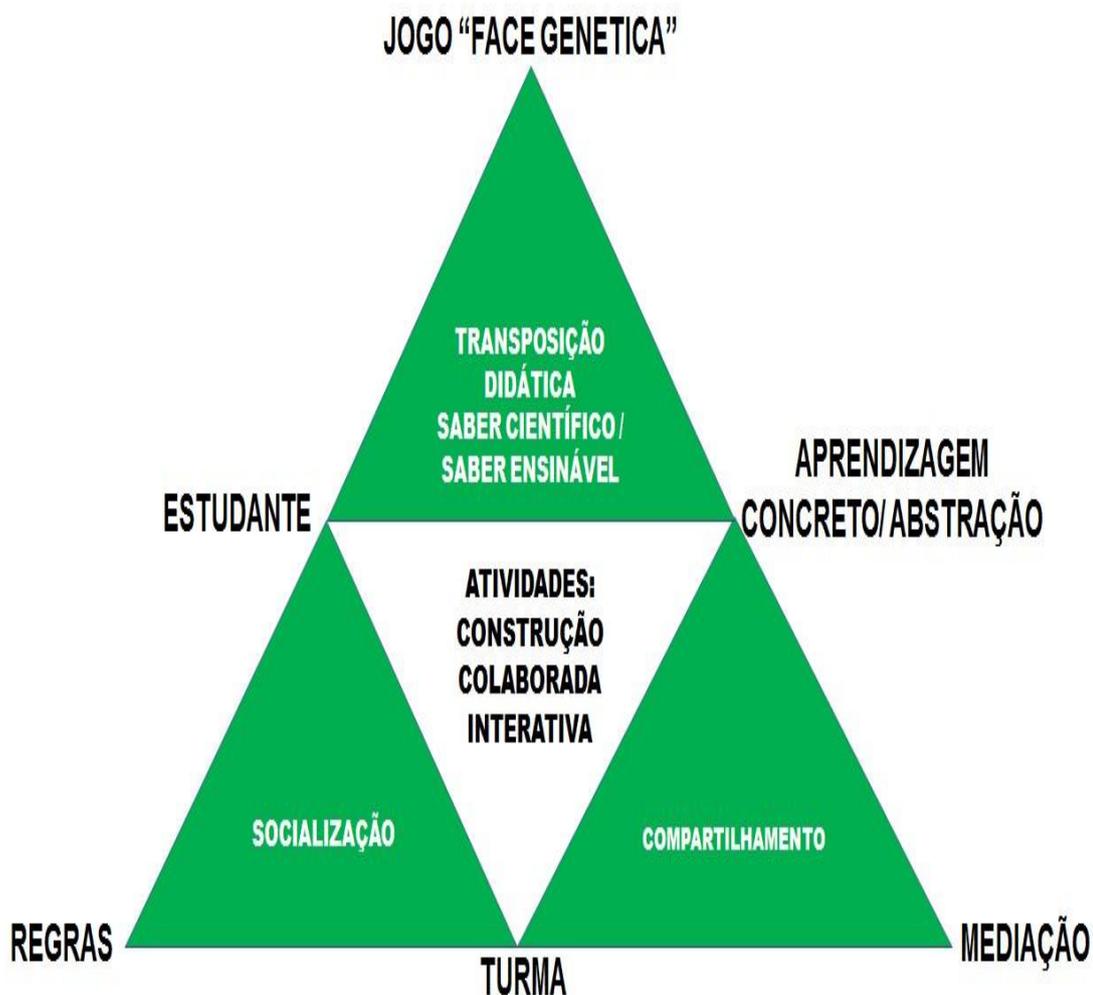


Fig. 3:Diagrama da teoria da Atividade (adaptação da autora, 2020)
 Fonte: Livro Sistemas Colaborativos (PIMENTEL e FUKS,2011)

Considerando a parte superior do diagrama, que tem no ápice o artefato (jogo “Face genética”), representa o sistema da unidade a ser analisado (abstração de conceitos de genética), as vértice estudante (sujeito) e o objeto (aprendizagem Concreto/abstrato (problemática)). O diagrama é baseado no modelo mais amplo de Engeströn (2002), que é complementar ao diagrama da Teoria da Atividade de Leontiev. Ao centro há um triângulo invertido onde a base é composta pelo sujeito estudante e o objeto aprendizagem concreto/ abstrato, interagindo pela mediação dos triângulos por meio da transposição didática entre os saberes e as atividades de construção, colaboração e interatividade convergindo para a turma (comunidade).

O diagrama mostra a rede coletiva gerada a partir da atividade que inter-relaciona transposição, compartilhamento e socialização. No triângulo maior que abrange todos os sistemas de atividade a mediação (coordenação), as diretrizes (regras) para a atividade com o uso da ferramenta (artefato), acrescentamos os instrumentos avaliativos que não estão diretamente no diagrama, porém, estão avaliando o processo abstrativo tanto individual quanto coletivo na execução da ferramenta (jogo “Face genética”).

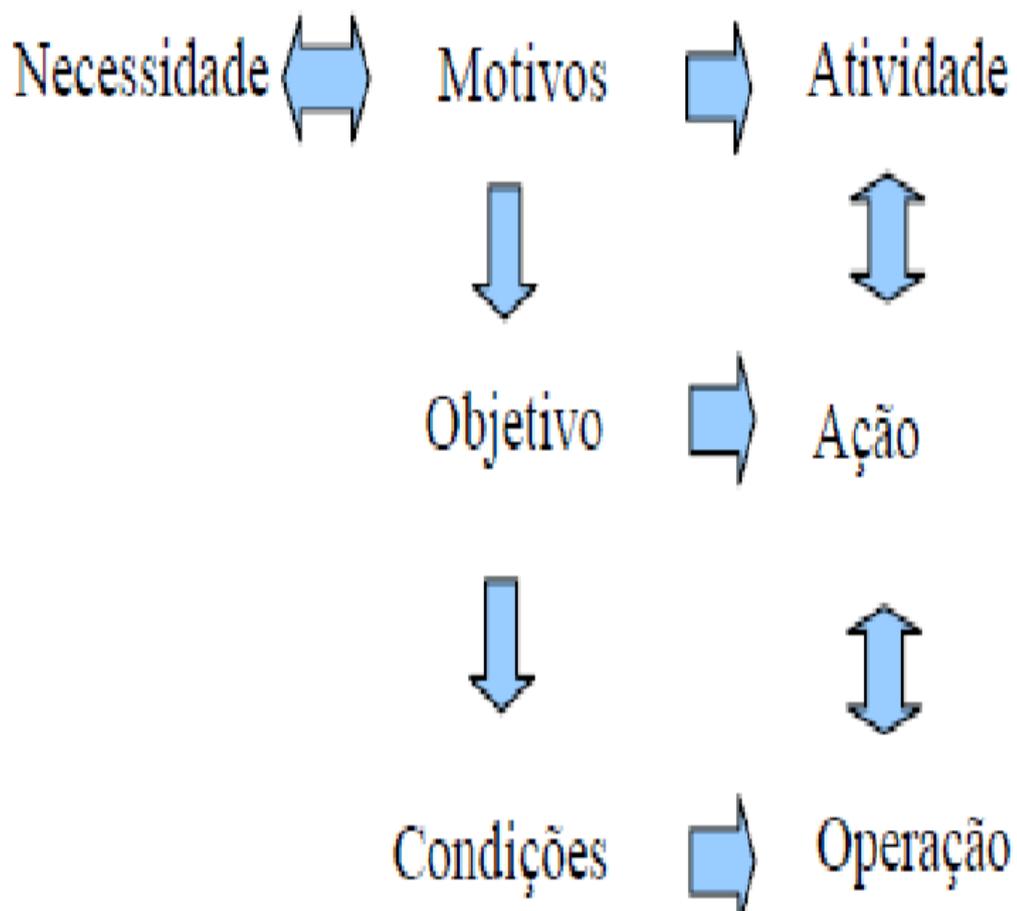


Fig. 4: -Estrutura-da-teoria-da-Atividade-Cedro-2008-Segundo-Leontiev-1998
 Fonte: <https://www.researchgate.net/figure/>

O jogo da memória é um meio didático que desenvolve as habilidades e competências dos estudantes, é um recurso dinâmico que tem em si todas as diretrizes da Teoria da Atividade, a saber a necessidade, motivação (objetivos e condições), a atividade (o jogo, que seria a ação) e, por fim, a operação (transformação, uso dos conceitos, ou compreensão dos mesmos no cotidiano),

portanto, fortalecem a internalização dos conteúdos básicos de Genética fazendo pensar sobre os conteúdos memorizados.

Para Angelotti e Almeida (2021) o jogo da memória: desenvolve a concentração, exercita para o cérebro, melhora a atenção, habilidades cognitivas aprimoradas, habilidades de pensamento mais rápidas, foco (atenção) aprimorado, funções cerebrais aprimoradas, treinamento para memória visual e pode evitar problemas relacionados à memória.

Nesse tipo de jogo, a necessidade é identificar as peças e memorizar sua localização. Os motivos são vencer o jogo, se divertir e os objetivos são fazer pares e as condições são as regras do jogo. A atividade continua e as ações de ler e virar cartas podem levar à assimilação do conteúdo e a transformação, o que é denominado operação.

Essa construção e interatividade entre os participantes do jogo da Memória mediada pelo professor permite por meio da Teoria da Atividade de Leontiev o desenvolvimento e fortalecimento de habilidades e competências necessárias para a interação social e aprendizagem.

QUADRO METODOLÓGICO.

Nessa seção, serão descritos os caminhos da investigação, que descrevem o passo a passo da pesquisa, as técnicas utilizadas para observação e análise dos dados qualitativos observáveis, local, população amostral e os procedimentos metodológicos para alcançar os objetivos da pesquisa. Portanto, foram determinados critérios delimitando o espaço da pesquisa, que são, respectivamente: natureza, local e participantes da pesquisa, instrumentos metodológicos e estratégia de análise. Nesse contexto, pretende-se responder o problema e a partir dessas análises construir ferramentas didáticas que possibilitem estabelecer a transposição didática tão pretendida.

A pesquisa é, prioritariamente, qualitativa, porém, terá em menor proporção dados quantitativos relacionados a categorização, entretanto, o comportamento observável será o recurso mais importante na análise da transição do abstrato para o concreto e vice-versa.

2.1 Natureza da Pesquisa

A pesquisa é de natureza aplicada porque no estudo investigativo sobre a transposição didática entre os conceitos abstratos de Genética para conceitos concretos, visíveis a aprendizagem, é predominantemente qualitativa, mas inclui a elaboração de instrumentos avaliativos que permitem a quantificação da condição de abstração dos estudantes.

A abordagem qualitativa é essencial para avaliar a transposição entre o pensamento concreto e abstrato porque a aferição desse fenômeno é observável pelas ações da fala, gestos e, portanto, comportamental, sendo assim, se refere a qualidade da ação. É também pesquisa ação com estabelecimento de estratégias

construtivistas que possibilitam julgamentos baseados em evidências produzidas na aplicação das ferramentas e instrumentos da pesquisa.

2.2 Local da Pesquisa

A pesquisa de campo foi realizada no município de Manaus, capital do estado do Amazonas, em área urbana, na zona norte da cidade. A escola selecionada como local de coleta de dados e aplicação das ferramentas e instrumentos de avaliação da transposição do abstrato para o concreto e vice-versa, foi a escola estadual Dr. José Milton Bandeira, localizada na rua Duartina, s/n, Monte Sinai, Cidade Nova. A escola oferece o Ensino Médio para as três séries, e, o conteúdo de Genética é abordado na segunda e terceira, entretanto, foi selecionada uma turma de terceira série do Ensino Médio.

2.3 Problemática

Segundo Slomski (2013) “a identificação de um problema de pesquisa e a busca de resposta para ele é peça fundamental, é um passo que a primeira vista pode parecer simples e fácil, mas no decorrer apresenta desafios e complexidades”, portanto, a observação do contexto educacional em relação a aprendizagem do abstrato fez surgir indagações sobre como proceder para explicar os conceitos básicos de Genética na transposição do abstrato – concreto aos estudantes para aprendizagem em sala de aula, e, ainda avaliar a situação do processo abstrativo no ensino em sala de aula.

2.3.1 Problema.

Os estudantes do ensino médio enfrentam dificuldades de abstrair e compreender os conceitos básicos de Genética ensinados num contexto de ensino tradicional.

2.4 Objetivos.

2.4.1 Objeto de Pesquisa

O objeto a ser investigado e avaliado é o processo de abstração, para esse estudo, foi necessária a criação da ferramenta “Face genética” e instrumentos avaliativos estruturados específicos que possibilitem o registro documental do fenômeno da abstração.

2.4.1 Objetivo Geral.

Avaliar a ocorrência do processo de abstrair conceitos básicos de Genética sob a ótica de transposição didática construtivista.

2. 4.3 Objetivos Específicos.

- ✦ Investigar num contexto de ensino construtivista, os conceitos básicos de Genética;
- ✦ Desenvolver teste pedagógico de abstração para aferir o nível abstrativo dos estudantes em relação aos conceitos básicos de Genética;
- ✦ Explicar o processo de transposição do abstrato – concreto de conceitos básicos de Genética por meio do ensino construtivista.

2.5 Participantes da Pesquisa.

Os participantes da pesquisa são estudantes de uma turma de 3ª série do Ensino Médio que pertencem ao quadro discente da escola estadual Dr. José Milton Bandeira, do turno matutino, escolhida para a amostra. A professora de Biologia, também é a pesquisadora, e, portanto, aplicará as ferramentas e instrumentos avaliativos.

A pesquisa foi aplicada em estudantes das turmas dos anos 2020/2021 e a amostra foi composta, respectivamente, de 33 e 41 estudantes regularmente matriculados, com faixa etária entre 16 a 18 anos. Seguindo as normas de isolamento social em cumprimento às determinações da OMS (Organização Mundial da Saúde), as turmas foram divididas em grupo A e B, com aulas segunda e quarta-feira, grupo A e nas terça e quinta-feira o grupo B, seguindo cronograma da escola. Em 2021 participaram apenas 30 estudantes.

2.6 Procedimentos Metodológicos.

A pesquisa sobre a “Conceitos básicos de Genética numa abordagem construtivista de transposição didática”, tem como objeto de estudo a transposição didática dos processos abstrativos e o foco principal é a abstração de conteúdos de Genética, processo que ocorre internamente e o comportamento observável é o que permite, sem materiais científicos sofisticados, estudá-lo, avaliá-lo externamente ao organismo. É um processo de alto nível intelectual.

O objeto de estudo é a transposição de conteúdos básicos de Genética, estudo que requer uma abordagem qualitativa e também quantitativa porque reside na perspectiva da observação comportamental, nos gestos e falas dos estudantes e quantificação de dados sobre a situação abstrativa dos estudantes no aspecto verbal e não verbal.

A pesquisa é de natureza aplicada visto que será resultante da aplicação de teste de aferição das condições de abstração dos estudantes e da ferramenta “Face genética” como instrumento construtivista de intervenção no processo de aprendizagem para possibilitar a observação, a análise e avaliação da abstração desses conceitos básicos de Genética.

Os procedimentos de levantamento de dados têm os instrumentos de avaliação e coleta de dados embasados em questionários (testes, pré e pós aplicação da ferramenta de intervenção), o que possibilita uma investigação sobre o estado de abstração inicial, antes da aplicação da ferramenta e após a aplicação da ferramenta. É pesquisa-ação porque foi participativa e o cenário social é a sala de aula não foi manipulado, de certa forma é intervencionista e por mediação. O quadro de registro comportamental ou ficha de registro, visa anotar os comportamentos, gestos dos estudantes no processo da aplicação do jogo (ferramenta) para possibilitar análise e avaliação.

Primeiramente, a fonte de dados foi a pesquisa bibliográfica que trouxe subsídios relativos ao objeto de estudo, que foram estudos sobre abstração, transposição didática, pensamento abstrato e concreto, pensamento científico e ensinável, além desses subsídios houve a busca pelas teorias que norteariam o estudo, no caso, a Teoria da Complexidade e Teoria da Atividade, a primeira embasou o pré-teste de abstração, a construção da face genética e a segunda a dinâmica da ferramenta das cartas indagadoras.

A aplicação da ferramenta será no espaço pedagógico de aprendizagem, a escola, onde as informações, dados e observações serão coletadas num estudo de campo, o laboratório de ciências com vistas a cumprir as regras de afastamento social de 1/metro entre os estudantes, o uso de máscaras e álcool em gel, além de aferição da temperatura antes do início dos trabalhos no laboratório.

A pesquisa é descritiva e exploratória porque investiga os processos de abstração dos conceitos básicos de Genética associados a atividades práticas construtivistas e trará uma avaliação descritiva dos processos observados na população amostral de uma turma de alunos da 3.^a série do Ensino Médio.

O diagrama detalhado das etapas metodológicas da pesquisa.

2.6.1 Diagrama da pesquisa.

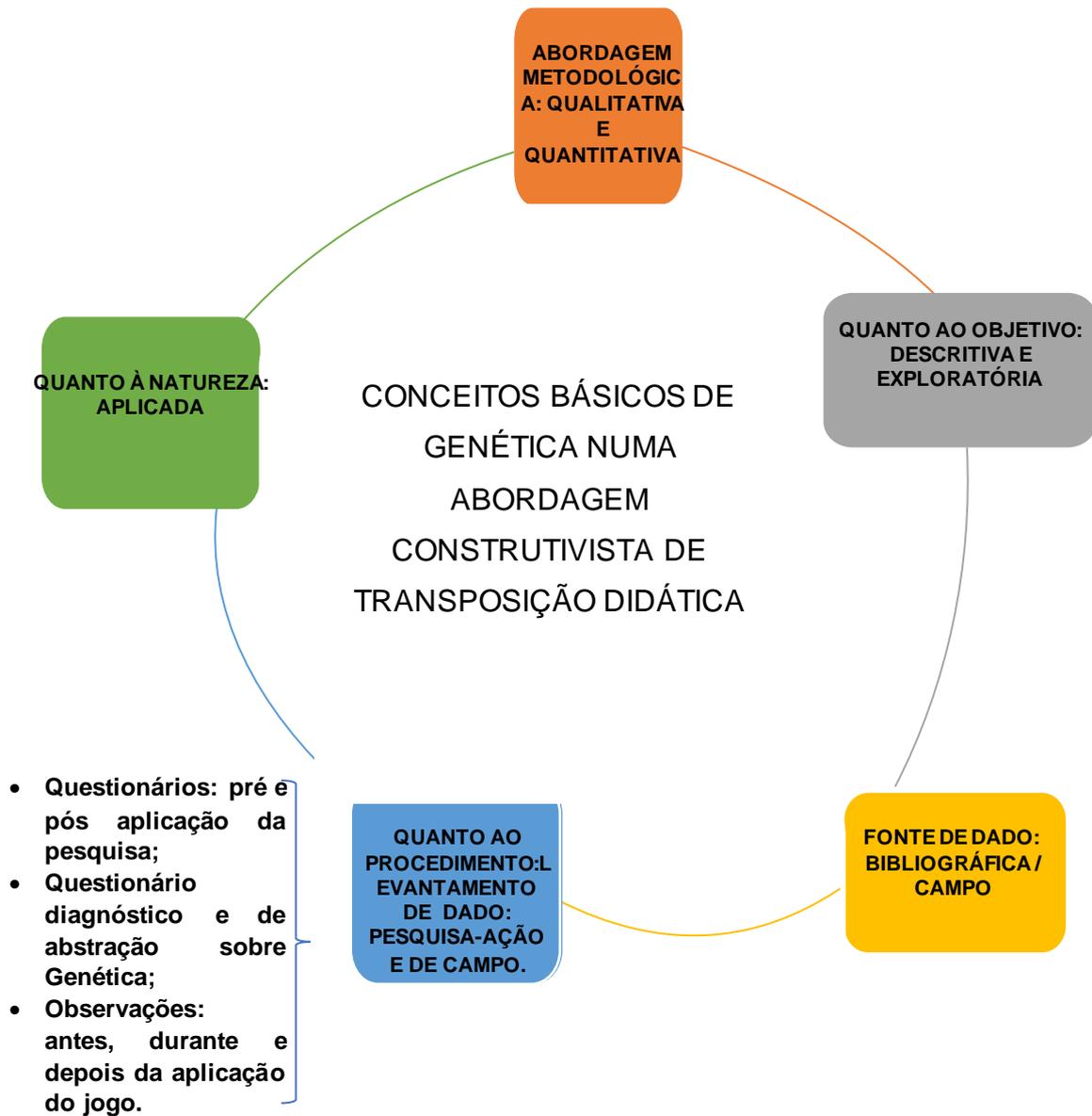


Fig. 5: Diagrama da Pesquisa
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

2.6.2 Metodologia do trabalho.

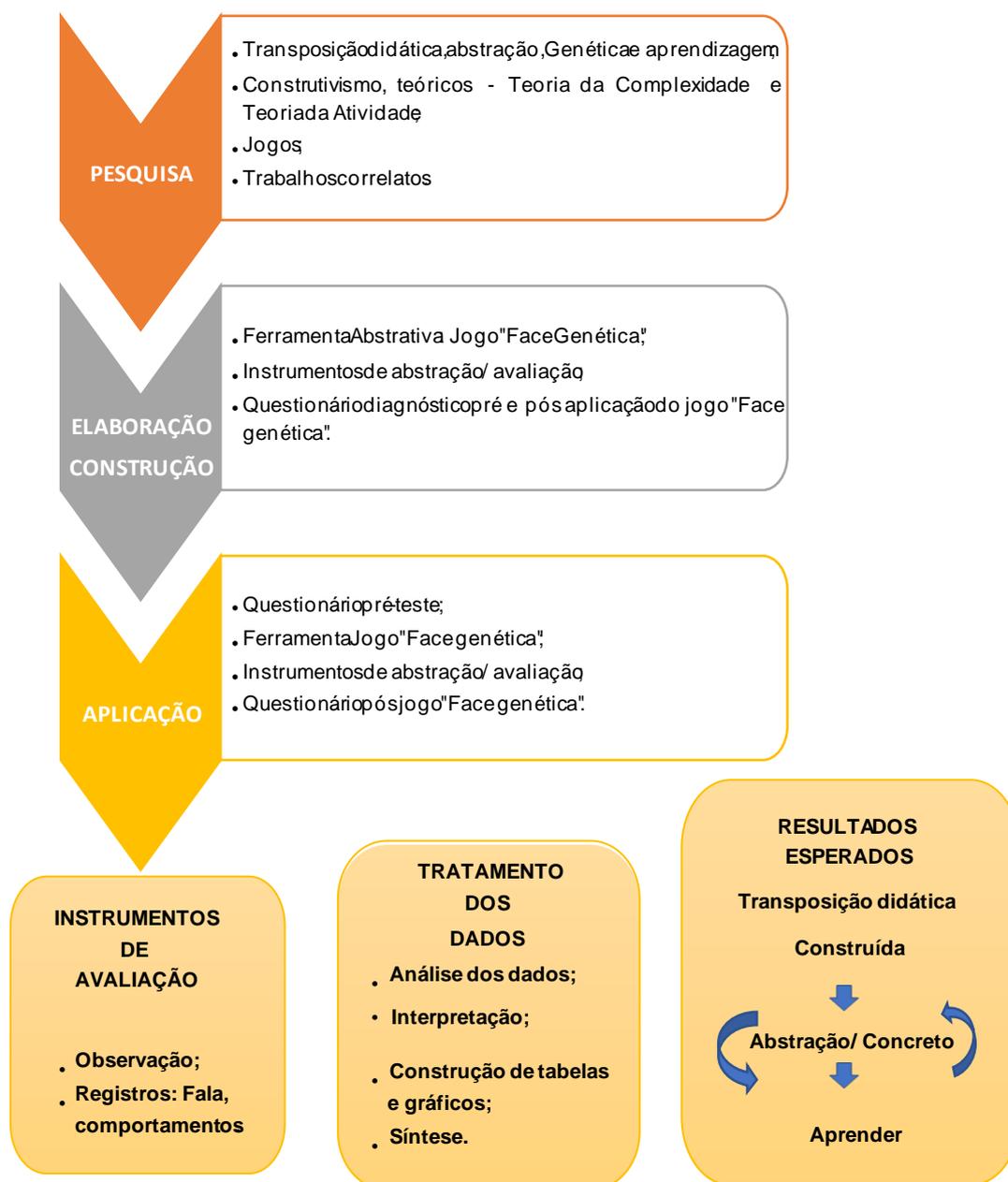


Fig. 6: Diagrama da Metodologia
Fonte: Elaborada pela autora (2021)

A metodologia do trabalho traçada para investigar os “Conceitos básicos de Genética numa abordagem construtivista de transposição didática” foi organizada em três etapas:

- Pesquisa: Correspondeu a busca em meio digital (WEB) e físico (livros) os artigos, matérias de blogs e site sobre transposição

didática, abstração, Genética e aprendizagem, Construtivismo, Teorias da Complexidade, Teoria da Atividade, Jogos e trabalhos correlatos;

- **Elaboração e construção:** Essa fase concretizou a ferramenta abstrativa por meio do jogo “Face genética” para a investigação dos processos abstrativos em sala de aula e instrumentos de avaliação para uso no transcorrer da aplicação da atividade;
- **Aplicação:** Ferramenta abstrativa (jogo “Face genética”) e os instrumentos (testes, quadro avaliativo e registro) são apresentados aos estudantes, será aplicado para observar o comportamento, gestos e fala dos estudantes. Antes desse evento, foram aplicados os pré-testes para diagnosticar o nível de abstração dos estudantes. Os pré-testes possibilitaram a avaliação quantitativa. Durante o jogo será registrado os fatos comportamentais no quadro de registro para posterior análise, categorização e avaliação da abstração por meio de pós-teste. A ferramenta jogo “Face Genética” é utilizada para avaliar o todo e as partes por união dos genes que formam a face.



Imagem 2: Quebra cabeça da face humana diversidade genética
Fonte: <https://pt.depositphotos.com/stock-photos/quebra-cabe%C3%A7a-rostos.html?offset=300&qview=5261621>

FERRAMENTA DIDÁTICA CONSTRUTIVISTA DE ABSTRAÇÃO.

As ferramentas didáticas são recursos que são utilizados para auxiliar o professor nos processos de ensino e aprendizagem. A pesquisa investigou o processo de transposição dos conteúdos abstratos de Genética com intuito de avaliar a condição abstrativa dos estudantes, para então criar ferramentas adaptadas para o ensino e para a pesquisa dessa condição. Graça e Pereira (2015) afirmam a importância delas como mediação da aprendizagem.

A importância assumida pelas próprias ferramentas de ensino (ou ferramentas didáticas), parecendo não conseguir mesmo conceber-se um ensino que não seja mediatizado, precisamente, (e também) pelas mesmas. (GRAÇA; PEREIRA, 2015, p. 29).

3.1 Jogo “Face Genética”

Segundo a BNCC (2017, p.549) “Aprender a indagar, ponto de partida para uma reflexão crítica”. Para (BURNATT, p.6, 2014) “a importância da utilização do lúdico nas aulas de Genética, de forma que esta ação possa ser um atrativo para os alunos e um viabilizador de aprendizagens significativas deste conteúdo para os educandos”, portanto, é necessário viabilizar aulas de Genética mais atrativas e a ferramenta “Face Genética” é uma alternativa que possibilita a construção da face humana e estimula o diálogo por meio das cartas indagadoras.

A Lei Nº11.645, de março de 2008, fortalece o estudo sobre a diversidade de fenótipo e estimula uma abordagem da diversidade genética humana, a brasilidade, determinado o ensino e aprendizagem nas escolas, no Art.26-A, diz “Nos estabelecimentos de ensino fundamental e de ensino médio, públicos e privados, torna-se obrigatório o estudo da história e cultura afro-brasileira e indígena”. Regularizando no § 1º este funcionamento o artigo:

§ 1º O conteúdo programático a que se refere este artigo incluirá diversos aspectos da história e da cultura que caracterizam a formação da população brasileira, a partir desses dois grupos étnicos, tais como o estudo da história da África e dos africanos, a luta dos negros e dos povos

indígenas no Brasil, a cultura negra e indígena brasileira e o negro e o índio na formação da sociedade nacional, resgatando as suas contribuições nas áreas social, econômica e política, pertinentes à história do Brasil. (Brasil, 2008)

Portanto, a ferramenta “Face Genética” aborda a diversidade de fenótipos e traz a discussão para a Genética em sala de aula por meio da utilização do lúdico do jogo para abordar o tema. Entretanto, limita entre extremos: cor de pele branca, cor de pele preta, forma de cabelo: crespo, liso e ondulado, cor dos olhos: castanho, verde e azul. Essa limitação foi estabelecida para permitir a investigação da transposição didática entre o genótipo (carga genética) e fenótipo (genótipo + ambiente), que resulta na aparência.

Apesar da limitação didática, que foi a redução no jogo em alguns fenótipos, tais como: cor da pele (branca, preta), três formas de cabelo (crespo, ondulado e liso) e cor dos olhos (castanho, azul e verde) para a montagem da face humana, o conjunto de genes nas fichas gênicas sorteadas continuou com a variação de genes permitindo a verificação da diversidade genética mesmo sem abordar todas as variações fenotípicas. A tabela abaixo apresenta o genótipo e fenótipo da cor da pele.

Tabela 01: Relação genes dominante, genótipo e fenótipo.

CARÁTER: COR DA PELE		
Número de genes dominante	GENÓTIPO	FENÓTIPO
4	AABB	Negro
3	AABb ou AaBB	Moreno escuro (Pardo)
2	AAbb,aaBB ou AaBb	Moreno médio (Pardo)
1	Aabb ou aaBb	Morena claro (Pardo)
0	aabb	Branco

Fonte: <https://www.google.com.br/profaerica-ciencias.blogspot.com> (2016) adaptado

As imagens abaixo incentivam essa discussão por meio dos detalhes que constituem a construção do fenótipo cor da pele que são construídos por sorteio de genes por meio das fichas gênicas.



Imagem 3: Face Genética
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Outro fator de estudo é a importância da melanina na variação da tonalidade e proteção da pele contra os raios ultravioleta. Segundo Santos (2021) “Os seres humanos apresentam diversas tonalidades de pele e de pelos. A coloração dessas estruturas resulta da interação de vários pigmentos, como carotenóides, hemoglobina e a melanina, sendo esse último o principal responsável por promover a coloração”.

O tema é de relevância porque reporta a importância da tonalidade da cor como fator de proteção e não apenas um fenótipo e, assim fica demonstrado que a melanina produzida por melanócitos tem a função de proteger o DNA contra a ação nociva da radiação emitida pelo sol. Além de sua quantidade no organismo ser proveniente da variabilidade genética.

A escala Fitzpatrick foi utilizada na pesquisa com intuito de promoção de reflexão sobre a saúde e possibilitar as discussões sobre a variabilidade genética humana, sua abstração, sociabilidade e respeito aos fenótipos existentes com vistas ao entendimento dos conceitos básicos de Genética. É importante vincular o conteúdo estudado à utilidade cotidiana.

A Tabela 02 apresenta a variabilidade em relação a quantidade de melanina.

Tabela 02: Escala Fitzpatrick.

Fototipo	Aparência	Reação à exposição solar	Pigmentação imediata (dura 6-8 horas)	Pigmentação retardada (dura 10-14 dias)
I	Pele muito branca, cabelo loiro ou ruivo, olhos claros e frequentemente sardas 	Queima facilmente, nunca bronzeia	Nenhuma	Nenhuma
II	Pele branca, olhos claros, cabelo claro 	Queima facilmente, bronzeia muito pouco	Fraca	Mínima a fraca
III	Pele clara, olhos e cabelos de cor variável 	Queima um pouco e bronzeia gradualmente	Pouca	Baixa
IV	Pele moderadamente pigmentada a muito pigmentada 	Raramente queima e bronzeia com facilidade	Moderada	Moderada
V	Escura ou do Sudoeste Asiático 	Não queima e bronzeia	Intensa	Intensa
VI	Muito escura 	Bronzeia facilmente	Muito intensa	Intensa

Fonte: <https://apelequehabitoblog.blogspot.com/2015/09/cor-da-pele-escala-de-fitzpatrick.html>

A montagem da “Face Genética” permite a observância e a transposição didática entre o fenótipo e o genótipo. Abaixo é descrito os objetivos na aplicação da ferramenta.

Objetivos:

- Possibilitar a aprendizagem associativa entre genótipo e fenótipo. (Transposição didática, abstrato-concreto);
- Viabilizar a construção de uma face, com genes sorteados aleatoriamente, características entre caráter (forma, cor) e resultado (genótipo, fenótipo, incerteza).
- Verificar a abstração do todo (Face) com as partes (forma do cabelo, cor dos olhos, pele).

Material:

- Material com fichas de genes para sorteio;
- Quadro para fixação de genes;
- Molde para fixação de caráter, face de fenótipo de cor preta e outra de cor branca;
- Moldes de olhos cores castanho, verde e azul;
- Moldes de forma de cabelo liso, crespo e ondulado;
- Fichas construção;
- Cartas Indagadoras: Perguntas e respostas;
- Quadro genético de características genótipo / fenótipo.



Foto 3: Fichas Construção de Genes paternos e maternos - caráter
Fonte: Fotografado pela autora (2021)



Foto 4: Fichas Construção de Genes paternos e maternos - genótipo
Fonte: Fotografado pela autora (2021)

Função Pedagógica:

- Sensibilizar os estudantes para compreender os padrões de herança genética;
- Relacionar e associar os genes para a identificação gênica.
- Verificação do nível de aprendizagem e classificação.



Foto 5: Socialização da Face Genética construída
Fonte: Fotografado pela autora (2021)

O molde da “Face Genética” permite interagir e mediar as discussões sobre o fenótipo e genótipo entre os estudantes de forma ética e científica. Nesse caso, é a última etapa do jogo com a socialização do resultado da interação entre genótipo e fenótipo, além das discussões da formação da diversidade na sociedade humana.

A tecnologia utilizada na confecção da face humana e que permite a apresentação na posição vertical é o emprego de materiais usados em artesanatos, tais como ímãs (moedas e folhas), além das tecnologias de impressão. Esse artifício possibilita a interação entre os estudantes e a comparação entre genótipo e fenótipo, portanto, a aprendizagem prática construída sob a base das concepções de Morin e Leontiev.

As “cartas indagadoras” com perguntas e respostas delimitam o acesso para o sorteio de genes para a personificação da face humana e correspondem às

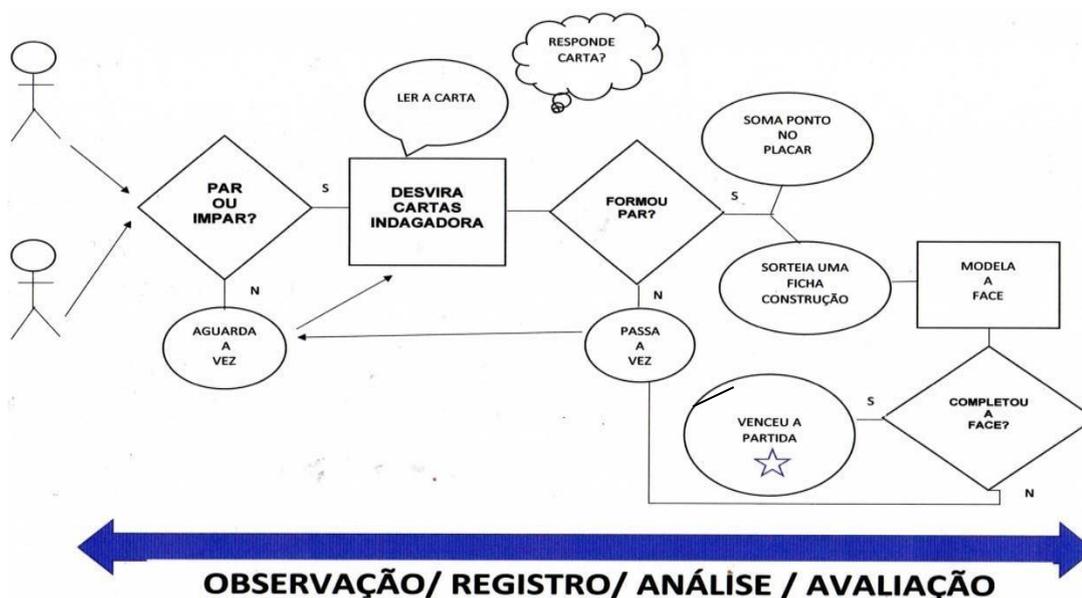
noções básicas de Genética. É um jogo da memória, onde a abstração é estimulada por meio da fala e da memória.



Foto 6: Cartas Indagadoras com perguntas e respostas.
Fonte: Fotografada pela autora (2021)

Para Nascimento et al (2015) o caráter de integração e interação contidas nas atividades lúdicas permite a integração do conhecimento com ações práticas, pois, a motivação é um dos fatores principais para o sucesso da aprendizagem. Portanto, o jogo da memória é excelente e pode ser mediado fazendo o elo entre o prazer de brincar e os conhecimentos básicos de Genética, visto que é um jogo conhecido e pode ser adaptado seguindo as diretrizes da Teoria da Atividade. O fluxograma dinâmico da ferramenta “Face Genética”, demonstra as etapas da atividade e os processos executados por estudantes, além da mediação do professor/pesquisador, a observação do comportamento e fala dos estudantes e registro para posterior avaliação.

Fluxograma de aplicação da ferramenta



Fluxograma 1: Descrição de etapas de funcionamento da ferramenta.
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A aplicação da ferramenta inicia-se com dois jogadores com o desafio “par ou ímpar”. O vencedor desvira uma carta e lê seu conteúdo, desvira outra e lê o conteúdo, se formar par (pergunta corresponde a resposta e vice-versa) terá o direito de sortear duas fichas “construção genes”, anota no quadro os genes e a vez de jogar passa para o outro jogador. Se não formar par, a vez passa para o outro jogador.

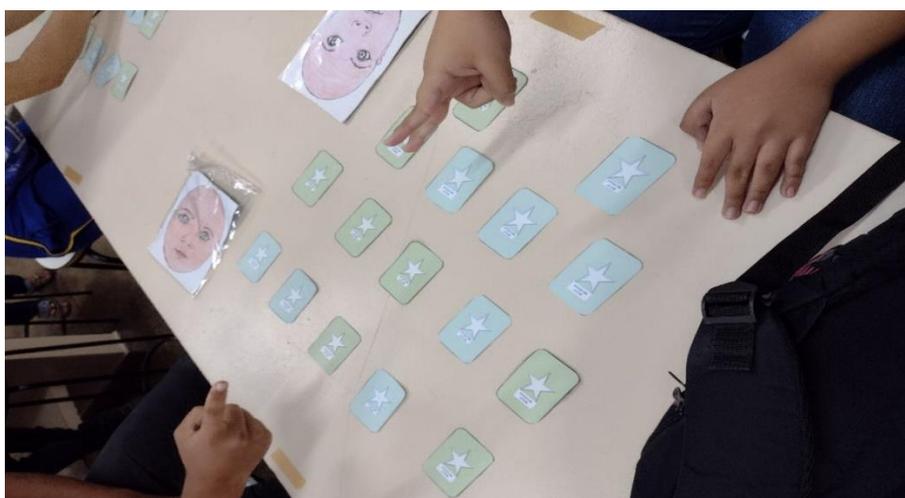


Foto 7: Par ou Ímpar – Início do jogo
Fonte: A fotografada pela autora (2021)

Quando formar 2 conjuntos de genes, formará um caráter genético, especificado no quadro, o molde do caráter é colocado no molde face até preencher completamente com fenótipo (cor da pele, forma dos cabelos e cor dos olhos). Ao completar a face genética, o jogador vence o jogo. A ferramenta embasa-se na teoria da atividade de Leontiev e no pensamento complexo de Morin.

No transcorrer do jogo, o pesquisador observa e registra a fala e o comportamento dos estudantes durante a aplicação da ferramenta a “face genética” para posterior análise e avaliação.

A ética e a convivência com observância e cumprimento de normas também são estimuladas na atividade. A incerteza inerente na seleção de genes. As escolhas dos genes são realizadas por meio de sorteio das fichas gênicas e associação ao fenótipo correspondente, não é permitido a escolha direta dos genes com a intenção de formar uma face desejada (fenótipo). O princípio da incerteza é uma diretriz necessária na formação da biodiversidade.

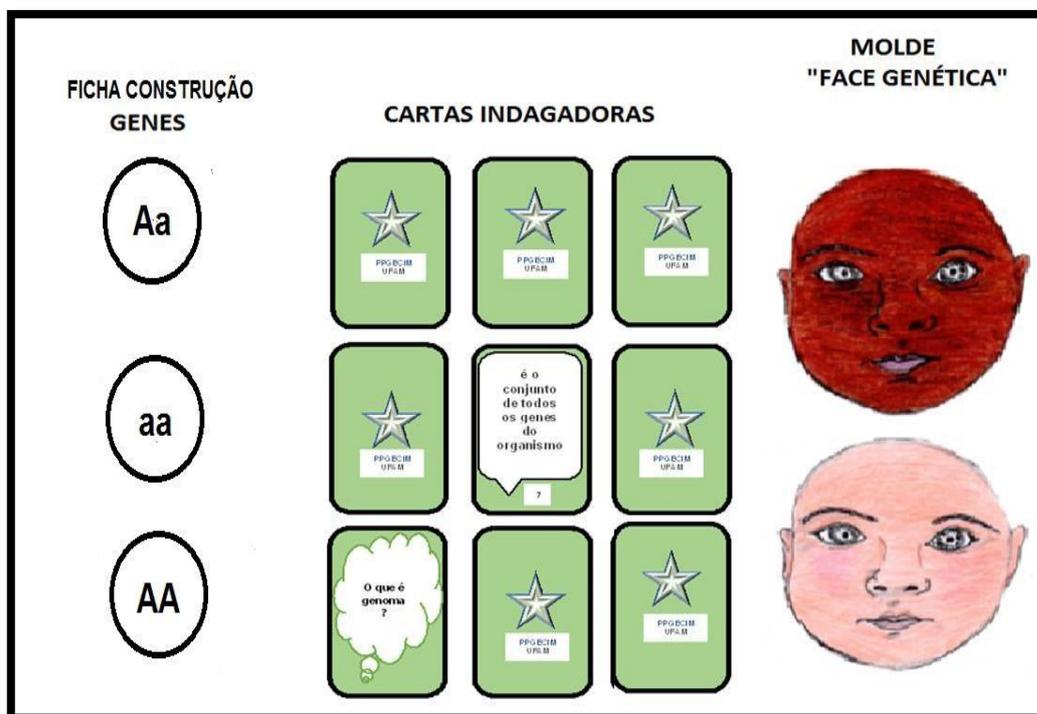


Imagem 4: Disposição da Ferramenta.
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A imagem 3 mostra a disposição dos componentes da ferramenta “Face Genética”, no canto esquerdo as fichas construção genes, no centro as cartas indagadoras e no lado direito o molde da “face genética”, distribuídas na bancada do laboratório de ciências, observando-se o distanciamento de 1/metro entre os jogadores e o uso de álcool em gel 70 e máscara, segundo determinação da OMS (Organização Mundial da Saúde).

O quadro 2 possibilita a interação do genótipo e fenótipo sendo construído por sorteio aleatório e anotado pelo estudante para construir a provável face da criança, o que torna visível o processo interno da seleção genética por meio da ferramenta de intervenção “Face Genética”.

Quadro 5: Genótipo e Fenótipo

CARÁTER	GENÓTIPO		CRIANÇA	
	 GENE DO PAI ESPERMATOZOIDE	 GENE DA MÃE ÓVULO	GENÓTIPO GENES	FENÓTIPO APARÊNCIA
Cor da pele				
Cor dos olhos				
Forma do cabelo				

Fonte: Elaborada pela autora (2020)

Procedimentos:

- Número de jogadores: 1 a 2 jogadores;
- Sortear o estudante que iniciará o jogo (par ou ímpar);
- Todas as cartas ficam viradas para baixo;
- Cada jogador deve na sua vez desvirar duas cartas, a carta da pergunta e sua correspondente resposta (vice-versa), as cartas devem ser lidas. Se encontrar o par pergunta/resposta), continua
- procurando outros pares, a quantidade de par conta como parâmetro de pontuação;

- Ao formar um par, o competidor sorteia a ficha construção gene, coloca no quadro genético, até formar os genes do caráter. Após formar o conjunto, constrói o caráter no molde “Face genética”;
- Caso não forme par, a vez passa para o outro jogador e as cartas voltam para a posição anterior, voltadas para baixo, os participantes não podem informar a posição da carta ao jogador, porém, podem responder à pergunta da carta ou dizer a pergunta correspondente;
- Acumulando maior número de cartas, o jogador vence e construindo a face genética;
- A ficha construção de genes, refere-se aos genes que geram a cor dos olhos, o tipo de cabelo(forma) e a cor da pele, sendo as letras o Genótipo e aparência o Fenótipo. Os materiais (fichas e moldes) correspondentes ficam em separado disponibilizado para seleção para a construção da face;
- Construção de seleção genética (teoria da Complexidade e Teoria da Atividade);
- Após montagem o estudante compartilha a face construída e vence o adversário;

A concepção da ferramenta utilizou o pensamento complexo de Morin na questão da complexidade da construção genética da face humana, nesse caso na elaboração do molde, relação com a montagem das características e sua relevância sociocultural, nesse caso, a construção da face genética é baseada num quebra cabeça, o conjunto da face é o todo e as partes são os olhos, a cor da pele e a forma do cabelo. Também são originados da combinação de genes (partes), a face (todo).

Os princípios que fortalecem a abstração são os operadores cognitivos da Complexidade: o operador Hologramático (parte e o todo) e o princípio Recursivo, causa e efeito, genes (genótipo) e aparência(fenótipo).

O operador Dialógico está relacionado a ordem e desordem, a questão da reconstrução da face e disposição das cartas formando pares. Em relação da atividade pedagógica, a dinâmica implementada da manipulação das cartas indagadoras embasou-se na teoria da Atividade de Leontiev, a associação dos

autores trouxe possibilidade interativa importante no processo de ensino e aprendizagem.

3.2 Jogo da Memória “Cartas Indagadoras” Digital.

Os desafios em tempo de pandemia Covid19 possibilitou uma investigação sobre sites pedagógicos gratuitos, com intuito de gerar uma atividade dinâmica e interativa que o estudante pudesse estudar os conteúdos básicos de Genética, no qual as concepções da Teoria da Atividade de Leontiev fosse presente. Portanto, foi elaborado o jogo lúdico digital “Noções básicas de Genética”, construído no site Wordwall e disponibilizado no link <https://wordwall.net/play/19410/478/593>. O jogo é executável no celular, tablet ou computador, porém, o tamanho da tela influencia o processo de concentração e exercício das noções básicas.

O jogo “Noções básicas de Genética” é a parte inicial do jogo “Face Genética”, contendo as cartas com perguntas e respostas na forma digital. A aplicação se procedeu por meio eletrônico em grupo de WhatsApp da escola 3 série por motivo de isolamento social. Abaixo imagens demonstram a execução das atividades no link.

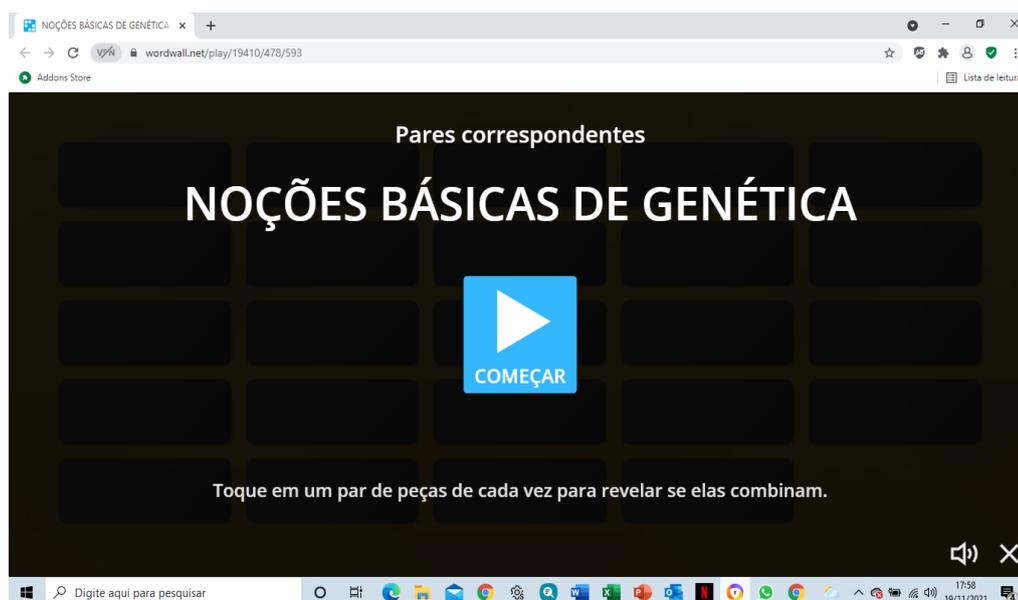


Foto 8: Tela inicial de apresentação do jogo digital
Fonte: Print tela do computador, autora (2021)

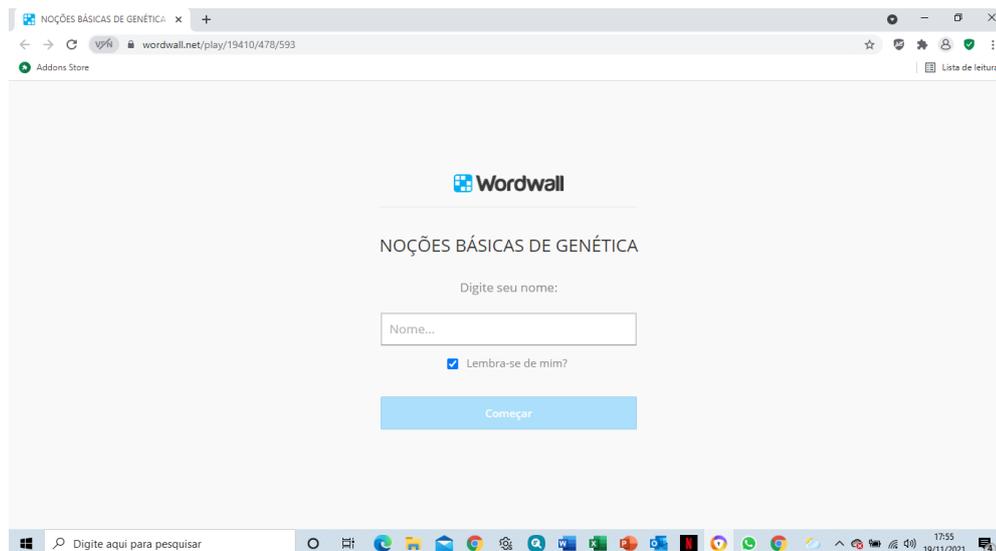


Foto 9: Tela de identificação do estudante(jogador)
Fonte: Print tela do computador, autora (2021)

A tela de identificação no jogo permite ao aluno fazer o registro e posterior verificação do tempo de resposta,

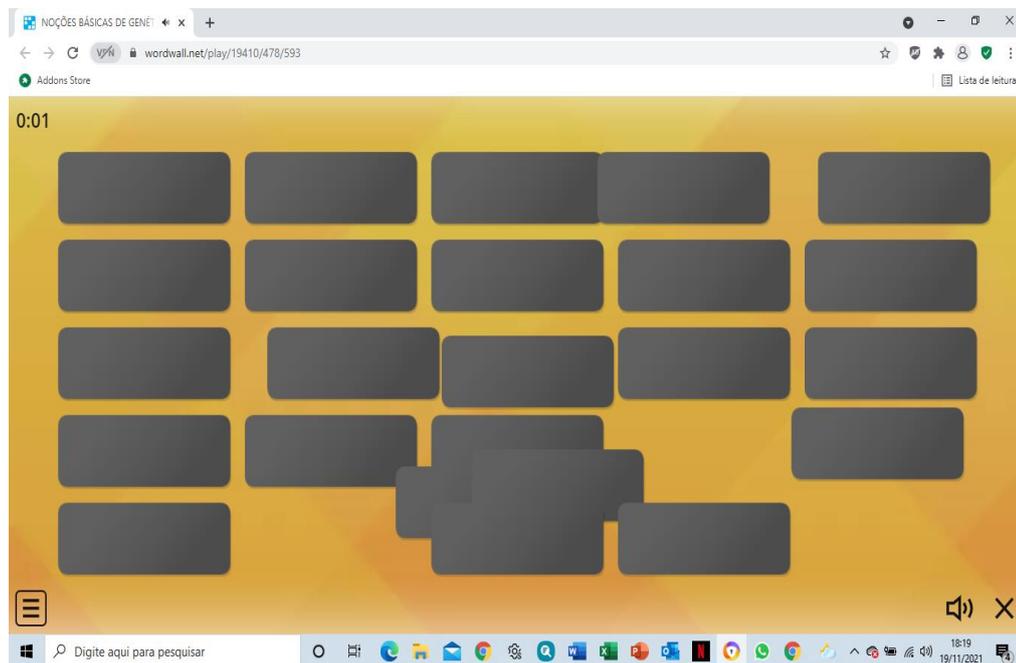


Foto 10: Tabuleiro de carta embaralhando
Fonte: Print da tela do computador, autora (2021)

O sistema por meio randômico faz o embaralhamento das cartas de resposta e pergunta, mudando as posições no início do jogo. Portanto, as cartas mudam de posição sempre que se inicia o jogo.

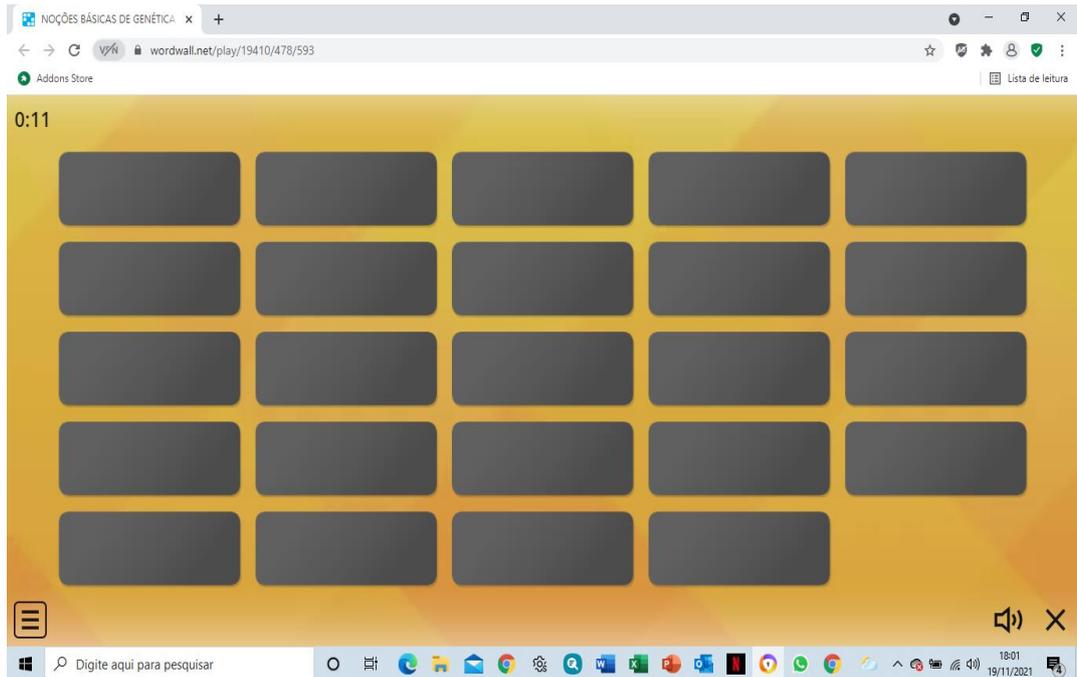


Foto 11: Tela Tabuleiro _ cartas embaralhadas(jogador)
 Fonte: Print da tela do computador, autora (2021)

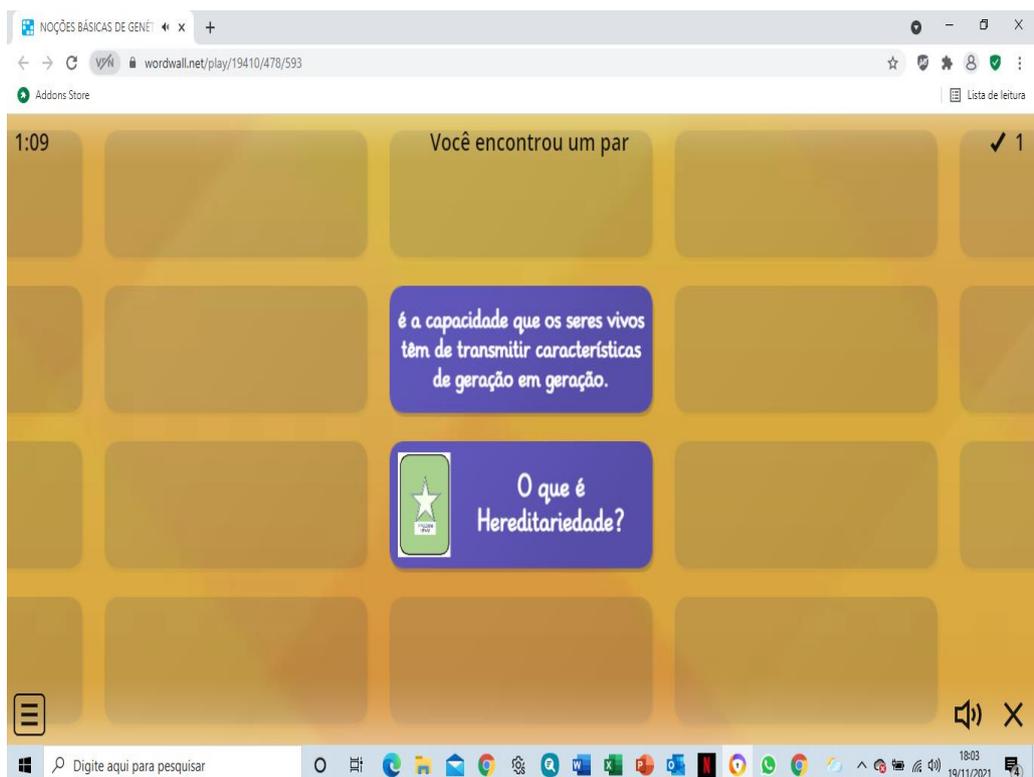


Foto 12: Desvirando as cartas
 Fonte: Print tela do computador, autora (2021)

Ao desvirar a carta, o estudante lerá a carta e desvirará outra, se formar par (a pergunta-resposta), o sistema indicará o acerto.

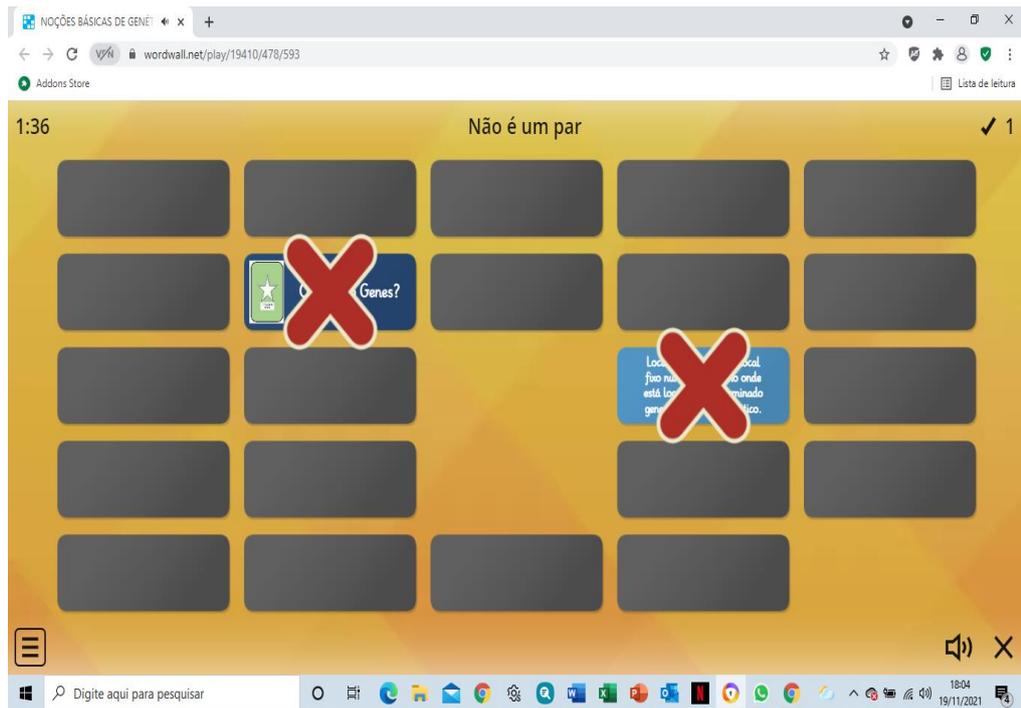


Foto 13: Quando não forma cartas o sistema mostra o erro.
 Fonte: Print da tela do computador, autora (2021)

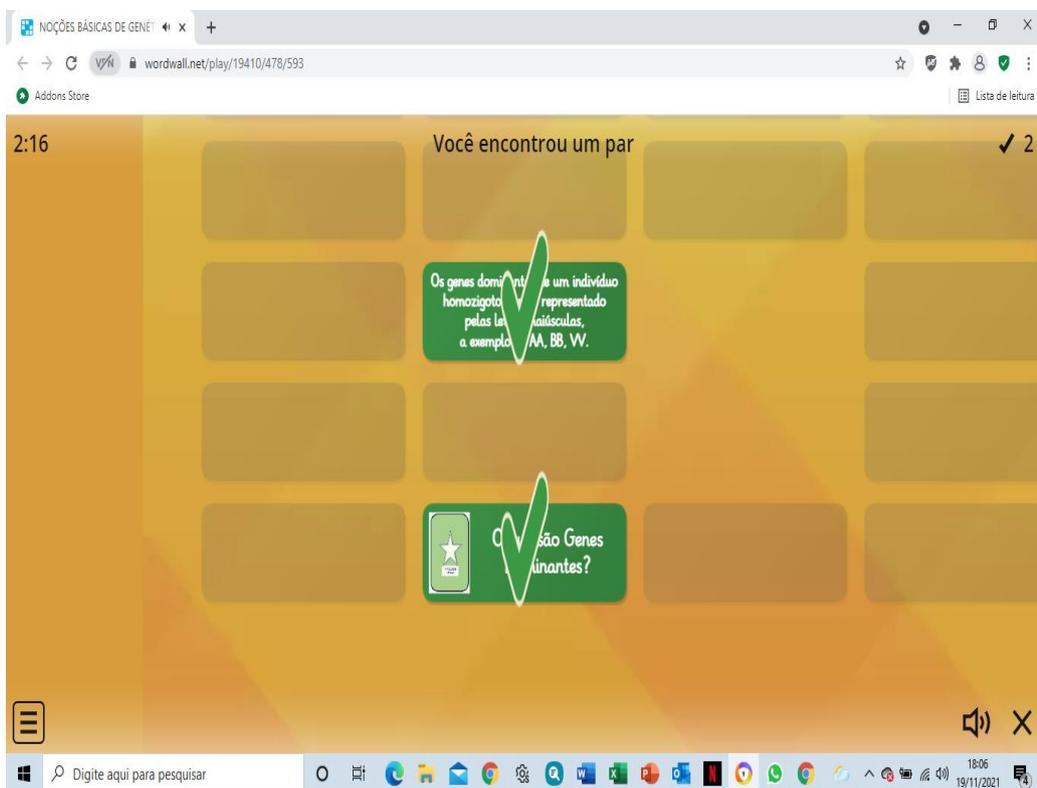


Foto 14: Quando forma par de cartas o jogo mostra em destaque
 Fonte: Print da tela do computador, autora (2021)

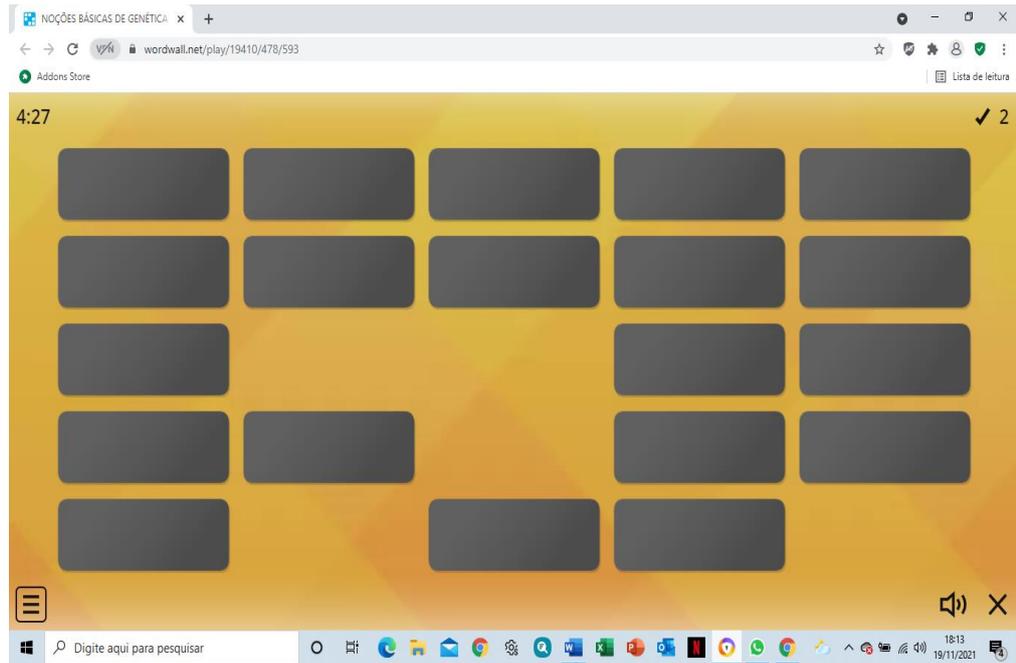


Foto 15: Os pares formados são retirados do tabuleiro
Fonte: Print da tela do computador, autora (2021)

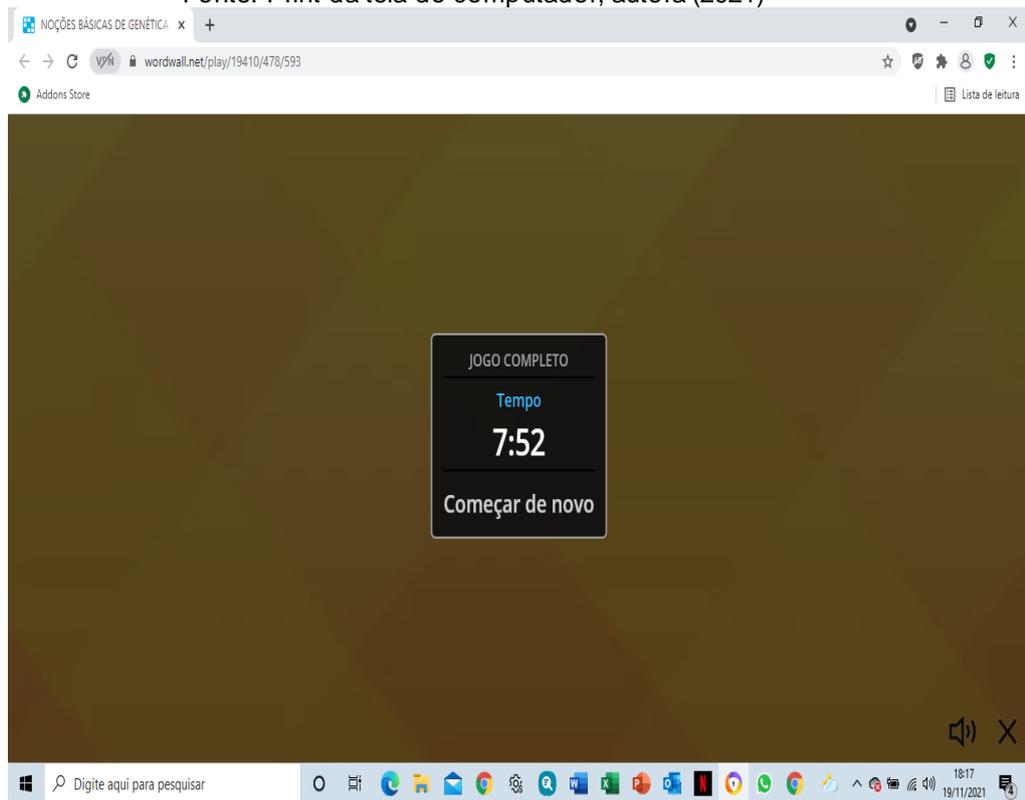


Foto 16: A tela final apresenta o tempo e pergunta se o jogador ainda quer jogar
Fonte: Print da tela do computador, autora (2021)

INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO.

Os instrumentos de avaliação visam possibilitar ao pesquisador avaliar o processo de aprendizagem, principalmente, a condição abstrativa do estudante e sua relação no processo de uso das ferramentas. Andrade e Valentini ratificam a importância da avaliação na sociedade:

A avaliação psicológica e a avaliação educacional estão entre as contribuições mais importantes das ciências cognitivas para nossa sociedade. Tais avaliações fornecem informações fundamentais para a tomada de decisão e impactam na vida dos indivíduos, grupos e na sociedade como um todo. (ANDRADE; VALENTINI,2018, p.29).

No contexto de ensino e aprendizagem, é importante verificar o nível de abstração dos estudantes, sua condição em relação aos conteúdos estudados e a realidade, sendo assim, a complexidade do ser humano, fortalecida por Morin se faz imprescindível no processo de ensino, nessa relação das partes fragmentadas relacionadas com o todo e os estágios da atividade de Leontiev, que reportam desde a construção de uma necessidade para mover para a execução de uma atividade para por fim, transformar a realidade ou entendê-la (aprender).

Para Andrade e Valentini (2018, p.29) “As instituições e os indivíduos são beneficiados quando a avaliação os orienta ao alcance dos seus objetivos”, portanto, os instrumentos avaliativos tem a nobre função de possibilitar a avaliação da abstração e, posteriormente, nortear o processo de ensino adequado para a aprendizagem dos estudantes quando necessário a aplicação de atividades que estimulem a abstração.

Os processos da Teoria da Atividade são observados e suas etapas são registrados por meio dos indicativos de ações até chegar à operação (transformação).

4.1 Observação.

Segundo Ferreira et al. (2012), “a técnica de observação vem sendo utilizada em diversas áreas de conhecimento, visto que a mesma possibilita ao pesquisador extrair informações de grupos e situações que com outras técnicas se tornariam mais complexas ou mesmo impossíveis” a pesquisa é essencialmente, qualitativa portanto para coleta de dados a observação é muito importante, o trecho a seguir justifica sua utilização.

a observação como estratégia importante de recolher informações em pesquisa, tendo como ponto de partida algumas orientações gerais e formais sobre a mesma, na perspectiva qualitativa. Tem ainda como base o percurso metodológico do “campo de observação” (SANTOS; ARAÚJO; BELLATO, 2016).

A observação sistemática é utilizada na pesquisa e sua estrutura terá uma ficha ou quadro de registro comportamental para coleta de dados referentes às ações, gestos e fala dos estudantes durante a aplicação das ferramentas. Esse registro fundamentará a elaboração de um quadro de categorização baseado na análise e interpretação de dados.

4.2 Fala.

Para Souza (2015, p. 103) “a fala, como objeto da experiência externa, manifestamente não é outra coisa senão um telégrafo bastante aperfeiçoado que comunica sinais arbitrários com grande rapidez e nuances sutis”, portanto, a expressão articulada da fala associada a gestos ou comportamentos são importantes para a avaliação dos processos abstrativos que ocorrem no interior do ser humano.

A leitura das perguntas e respostas nas cartas indagadoras é uma estratégia para estimular a abstração dos conceitos básicos de Genética. Essa associação contínua que faz o aluno buscar as respostas e diminuir o tempo para formar pares e compartilhar as respostas e perguntas é uma forma de fazê-los refletir sobre os dados das cartas lidas.

4.3 Pré-Testes.

Segundo Andrade e Valentini (2018, p.29), os “Testes bem desenvolvidos e que são válidos para seus propósitos pretendidos têm potencial de oferecer benefícios efetivos para avaliadores e avaliados”, os testes elaborados para a pesquisa foram elaborados embasados na teoria da atividade de Leontiev, na Teoria da Complexidade de Morin, e, no método dedutivo e indutivo, sendo portanto, essencialmente, destinados a avaliação das condições de abstração do estudante no processo de ensino e aprendizagem.

4.3.1 Pré-Teste Pedagógico de Abstração

Para Souza (2015, p.112,113) “a característica da representação abstrata é reconhecidamente sua generalidade, seria preciso observar inúmeros objetos singulares para, a partir deles, separar, abstrair, uma propriedade comum a todos e formar um conceito genérico que os contivesse todos”. O pré-teste Pedagógico de Abstração é composto de 5 questões, 4 questões não verbais e uma verbal, ou seja, dispõe de imagens e perguntas chaves nas 4 questões, e na questão 5, permite verificar a abstração do estudante diante de um texto contextualizado.

Este teste foi elaborado de acordo com a teoria da complexidade de Edgar Morin. Ele relaciona o todo e as partes tornando possível a avaliação das relações do todo com as partes e vice-versa, desta forma buscou-se avaliar a abstração da realidade por meio da observação das partes com o todo, a capacidade analítica e ação proativa dos estudantes. Também utiliza o método indutivo e dedutivo sendo importante em todo o processo investigativo.

A primeira questão utiliza a teoria do pensamento complexo, traz a figura de um robô e solicita o desenho das partes do robô de forma ordenada e lógica, espera-se que o aluno faça a separação em ordem crescente ou decrescente, colocando o desenho na posição vertical ou horizontal. Caso o estudante execute a atividade dentro desse contexto, ele terá demonstrado em seu desenho que ordena e abstrai corretamente as partes ao retirá-las de um todo.

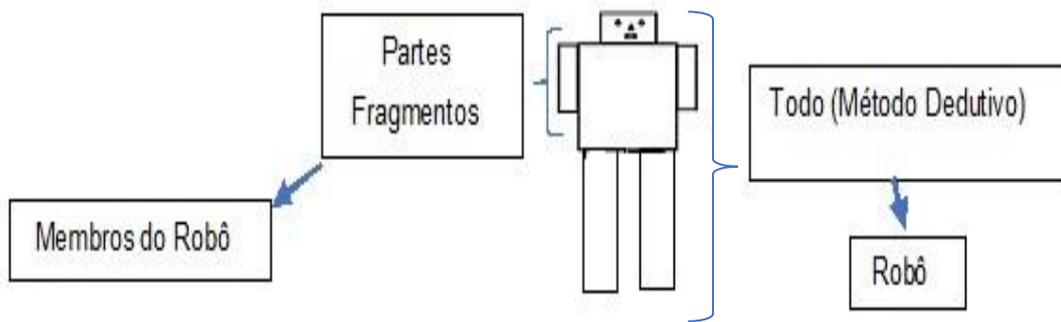


Imagem 5: Robô
 Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Os quadros 6 e 7, apresentam a sequência dedutiva de duas separações ordenadas uma em ordem decrescente e outra em ordem crescente.

Quadro 6: Alternativas aceitáveis posição vertical num padrão avaliativo pedagógico (Parâmetro 1).

n.º	1	2	3	4
1				
2				
n.º	4	3	2	1
1				
2				

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Quadro 7: Alternativas aceitáveis posição horizontal num padrão avaliativo pedagógico (Parâmetro 2).

n.º	1	2	3	4
1				
2				
n.º	4	3	2	1
1				
2				

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Há espaço que é destinado ao desenho do estudante. É onde ele expressará seu pensamento.

Nas observações, o professor pesquisador observará o desenho realizado pelo estudante e comparará com os quadros 4 ou 5, caso o estudante tenha dificuldade em desenhar a separação poderá ser expressa por palavras. A verificação da abstração seguirá os seguintes parâmetros:

1. O estudante não desenha ou não escreve as partes do robô, portanto, pode ter muita dificuldade de abstrair ou não abstrai;
2. O estudante consegue separar as partes do robô, porém, não ordena numa sequência lógica, logo, tem pouca abstração e o pouco que tem é desorganizada, não seguindo uma sequência lógica;
3. O estudante consegue desenhar ou escrever o nome das partes numa sequência lógica crescente ou decrescente, na posição vertical

ou horizontal. O estudante tem boa abstração e consegue organizar as partes que abstrai.

A questão 2, traz as partes de um gato, que estão separadas e misturadas. Solicita-se que seja remontada a figura do gato corretamente.

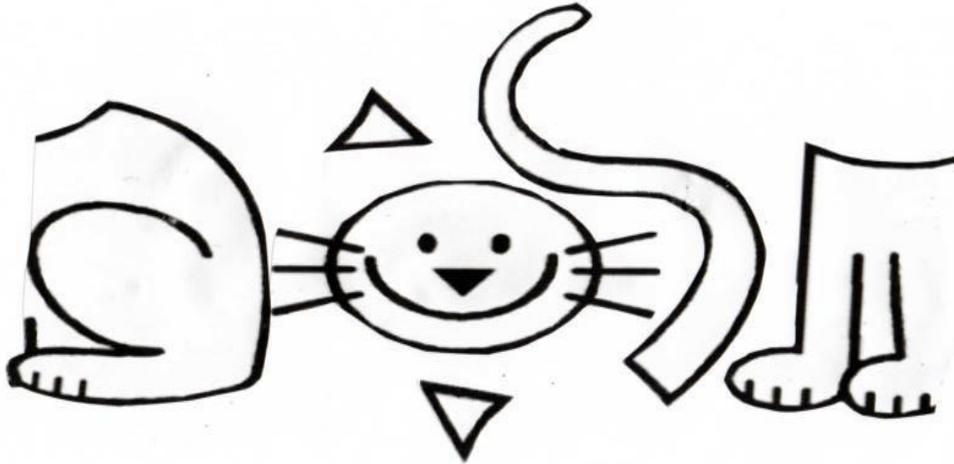


Imagem 6: Gato com um grande sorriso adaptação Santos 2020
Fonte: https://www.colorirgratis.com/desenho-de-gato-com-um-grande-sorriso_1464.html

Comentário:

A questão 2, busca avaliar se o discente consegue interligar corretamente as partes abstrativas/fragmentos de forma lógica, ordenada e coerente. Também verifica a indução porque traz as pequenas partes do desenho para formar o todo (gato). A falta de componentes poderá indicar dificuldade abstrativa de interligar objetos, interligar fatos, conectar situações cotidianas, contextualização de conteúdo, visualização de fórmulas, comparações, associações, etc.

A questão 3, solicita ao estudante prestar atenção a uma imagem e fazer modificações, se necessário.

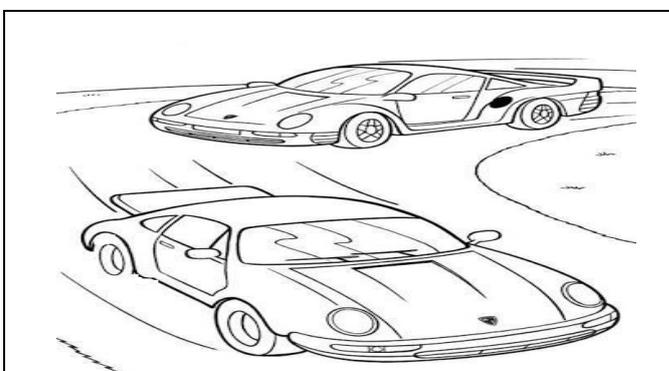


Imagem 7: Desenho carros
<https://www.123desenhosparacolorir.com/desenhos-de-carros-para-colorir/>

1. Você modificaria algo na imagem?

(x) Sim () Não

2. Se sim, o quê? Por que?

A segunda roda do primeiro carro, do lado esquerdo de quem olha de frente está faltando. Para a figura está correta é necessário acrescentá-la.

Comentário:

A questão 3, permite sondar a condição abstrativa do estudante em relação a identificação de um problema num contexto (A figura é todo, a falta de uma parte importante do carro) e sua ação proativa de solução ou mediação (inclusão da parte / fragmento que falta para resolver o problema). A solução poderá ser expressa no próprio desenho.

A questão 4, também solicita ao estudante prestar atenção a uma imagem e fazer modificações, se necessário.

 <p>Imagem 8: Desenho floresta Fonte: Elaborado pela autora (2020)</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Você modificaria algo na imagem? (x)Sim () Não2. Se sim, o quê? Por que? Existem dois peixes fora da água, flutuando no ar, um próximo do sol, outro próximo da grande árvore. Devem ser retirados, excluídos do contexto em que estão e colocados na água, que é o local correto.
--	---

Comentário:

A questão 4, verifica a abstração do discente em relação ao todo (paisagem) e as partes (componentes da paisagem), trabalha a observação, a concentração, a atenção, a análise e a ação proativa. Na imagem há dois peixes fora de contexto, espera-se que o estudante localize o problema e solucione.

A questão 5, escrita e contextualizada.

Num dia ensolarado na floresta Amazônica, o jacaré de papo amarelo aquecesse-se a beira do rio, as piranhas e os bodós transitam, harmoniosamente, no caudaloso rio escuro e duas borboletas teimam em pousar sobre a flor da Vitória-régia. De repente o tempo muda, o jacaré entra na água, os bodós se escondem no lodo, os peixes deslocam-se para longe e os insetos levantaram voo.

Pergunta: Quantos, quais e o que fizeram os insetos?

Resposta: Dois insetos, duas borboletas, primeiro tentaram pousar na flor e em outro momento voam.

Comentário:

A questão 5, verifica a abstração do discente em relação à questão verbal, nesse caso, se ele consegue especificar o que se pede. Portanto, a abstração do texto, em que abstrai em sequência, é exatamente o necessário. Caso ele localize a resposta e escreva todo o parágrafo ou frase, indica que ele tem dificuldade de abstrair e sintetizar respostas. O parágrafo é o todo e as informações contidas nele, as partes ou fragmentos do saber.

A questão 6, estimula a reflexão do estudante sobre suas características genéticas e da população brasileira para por meio de análise e autorreflexão ter em si a ideia de pertencimento.

A contextualização pretende levar o estudante a analisar suas origens, o texto “Na floresta Amazônica no rio Madeira, um canoeiro, fazia a travessia de 3 visitantes dos igarapés. Seu semblante pardo, de olhos amendoados e cabelo negros revoltos pelo vento, grossos e lisos caíam sobre os ombros largos. O braço trazia a tinta de urucum enfeitando os músculos do trabalho, uma pele bronzeada pelo sol e parda dos Ticunas. O homem alto esguio, sorriso grande nos lábios grossos e nariz largo, pele escura e brilhante sob o sol alto do norte, o outro de sorriso tímido, tinha os cabelos ondulados, finos e as veias azuis, apareciam sob a pele clara e o terceiro tinha os olhos puxados, cabelos lisos, pele clara e lábios roseados naturalmente”.

A pergunta: Analise as características de cada e faça a identificação de acordo com elas e qual você se enquadraria? Visa a autorreflexão e a verificação da transposição didática construtivista porque os conceitos fenótipos foram construídos no quebra cabeça da Face Genética.

A teoria da Complexidade possibilita visualizar, reconectar o genótipo ao fenótipo e traz aos estudante a reflexão sobre a manifestação do genótipo no fenótipo permitindo reconectar o ser presente a sua descendência e é importante para que os estudantes tenham a capacidade de acessar o que é específico sem perder de vista

o todo, ou seja, acessar sua história genealógica valorizando a formação genética do povo brasileiro, em outras palavras a miscigenação.

4.3.2 Pré – Teste: Diagnóstico de conhecimentos sobre Genética.

Segundo Brandão (2019) a avaliação diagnóstica possui os seguintes objetivos:

1. Identificar a realidade do aluno que irá participar do processo;
2. Verificar se o aluno apresenta ou não habilidades e pré-requisitos ao longo do processo.
3. Identificar as causas de dificuldades recorrentes na aprendizagem.

No caso, a aplicação do pré-teste sobre conteúdos básicos de Genética tem o propósito de investigar a condição de aprendizagem do estudante, e assim, rever a ação educativa com intuito de auxiliá-lo na busca do conhecimento, principalmente, na abstração dos conceitos genéticos.

4.4 Pós – Teste.

Ao final da aplicação das ferramentas abstrativas será aplicado o pós-teste, ou seja, uma série de perguntas que podem ser iguais ou apresentarem o mesmo nível de dificuldade das perguntas feitas no pré-teste, questões sobre Genética num contexto de abstração.

O Pós-Teste traz uma atividade baseada nos conceitos de Genética trabalhados na pesquisa, entretanto, verbais e contextualizados, de forma a convergir para a abstração e análise. Um dos aspectos importantes é a relação do conteúdo estimulado e sua ligação com a realidade. O que traz à luz as premissas da Teoria da Complexidade de Edgar Morin. Outro fato a ser avaliado é a abordagem construtivista, o que será sondado por pesquisa de opinião entre os estudantes no teste.

4.5 - Interação e Mediação em sala de aula.

Para Aquino (2011, p.108) “A mediação denota postura que ratifica e dissemina a sensibilidade entre as pessoas”. No contexto construtivista a visão do pensamento complexo de Morin fortalece a interação e mediação entre estudantes e professores, sendo assim, a proposta da pesquisa incentiva a mediação coletiva, principalmente, com o uso da ferramenta. Na aplicação do jogo “Face genética”, a mediação é realizada por meio de pequenos questionamentos durante e após a aplicação para possibilitar o pensar, a abstração.

Essa é a pedagogia nascente para se compreender o ir e vir das certezas e incertezas humanas. A vida, na elaboração de suas teias, torna-se complexa. É necessário saber ouvir sua melodia harmoniosa (AQUINO, 2011, p. 112). A fala é o ponto de avaliação, interação e mediação. Para o pesquisador:

O desafio da complexidade assemelha-se à da mediação no momento em que nenhuma pretende salvar a humanidade de seus erros. Sob semelhante argumento, não se tenta, também, apresentar respostas prontas e definidas capazes de responderem nossas indagações passadas, presentes e futuras. (AQUINO, 2011, p.113)

Portanto, a ferramenta jogo “Face Genética”, reporta uma construção facial incerta, condizente com a “incerteza” e a complexidade sugerida por Morin, o que reforça os olhares sobre as realidades diversas, o que destoa sobre a verdade absoluta. Essa explicação pode ser resumida numa frase: cada ponto contém o Todo e as Partes da imagem na qual se pretende formar (AQUINO, 2011, p.114). A importância da mediação no contexto construtivista complexo é relacionada às redes de interação entre as partes e o todo.

A mediação coaduna com o paradigma da complexidade porque as relações humanas se manifestam por esse caminho das dualidades. Trata-se de interações dinâmicas e não estáticas. Por esse motivo, as pessoas se encontram em diferentes estados emocionais, especialmente quando estão em conflito com algo (ou alguém) no qual difere de seu ego e seus desejos. (AQUINO, 2011, p.114)

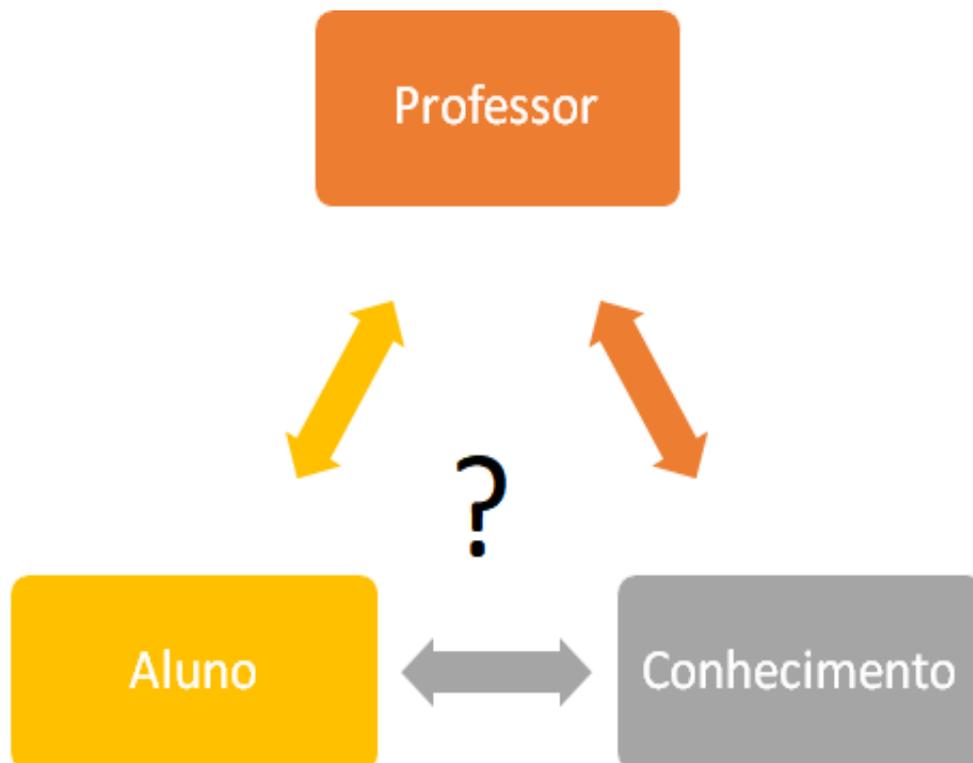


Fig. 7: Mediação

Fonte: <https://mvceditora.com.br/2020/07/16/o-professor-mediador-o-aluno-como-protagonista-no-processo-de-aprendizagem/>

A mediação estimula o estudante a pensar sobre o que se está estudando, entretanto, a mediação pode ser realizada por um professor, um colega ou por alguém que faça o elo entre o conteúdo e a realidade.

Essa mediação que se faz por indagações, questionamentos possibilitam o pensar, por isso, fazer o aluno buscar as respostas é libertá-lo da prisão das respostas dadas e absolutas.

ANÁLISE E DISCUSSÃO

O pré-teste abstrativo foi de fundamental importância para a verificação do nível de abstração dos estudantes, os quadros a seguir são avaliados pela interação com a realidade, a relação e visualização do todo com as partes. O pré-teste Pedagógico de Abstração permite aferir as condições de abstração do estudante, o que pode indicar a existência de dificuldade abstrativa que interfere na aprendizagem do discente.

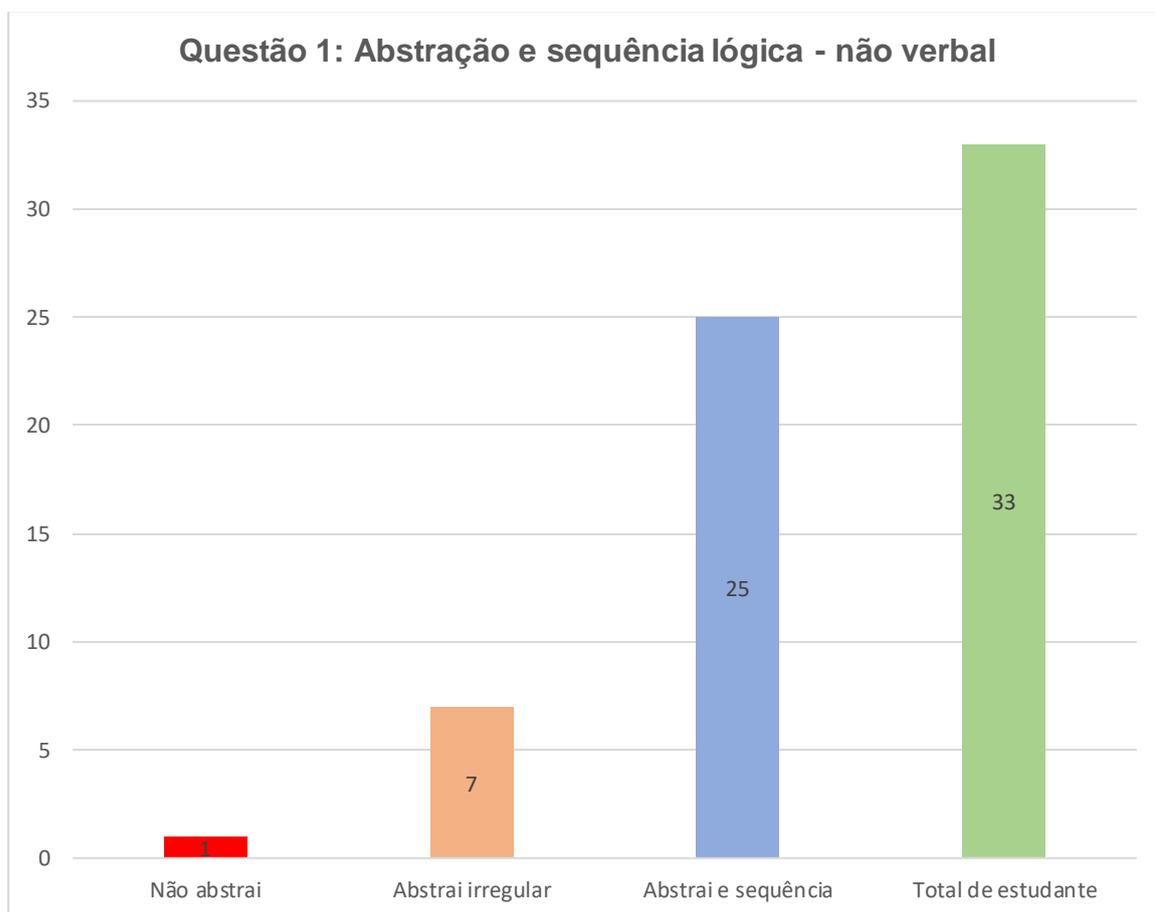


Gráfico 1: Abstração e sequência lógica, relação todo-partes, não verbal
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

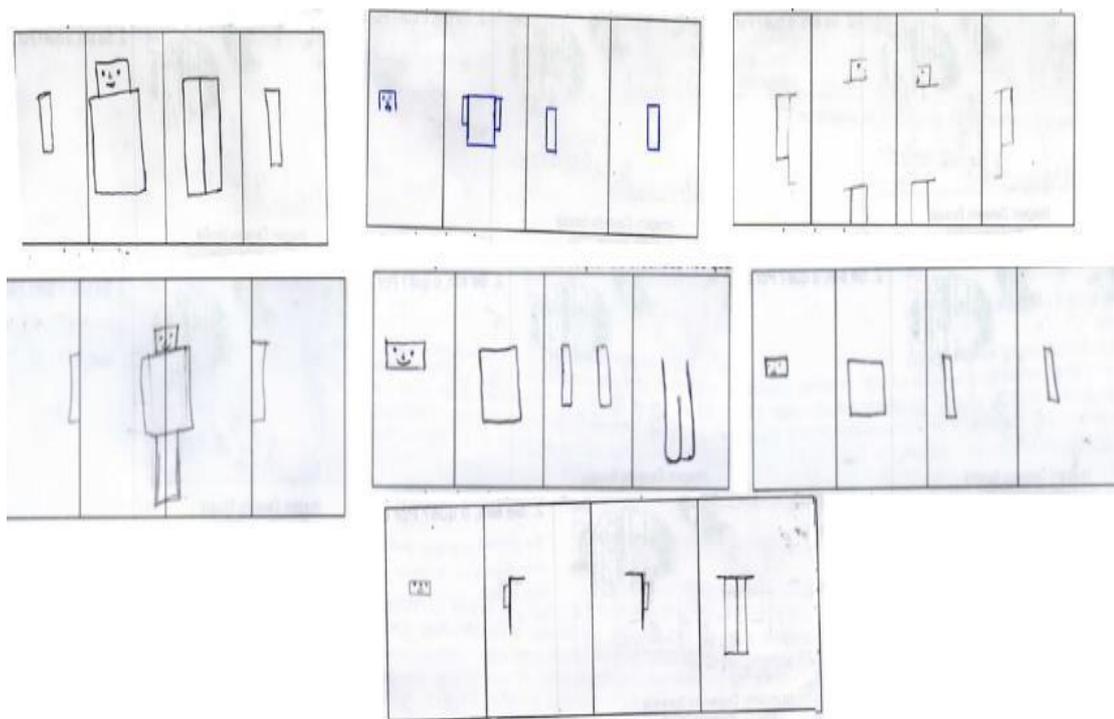


Imagem 9: Abstração Irregular (Teste Pedagógico de Abstração)
 Fonte: Estudantes participantes_ autora (2020)

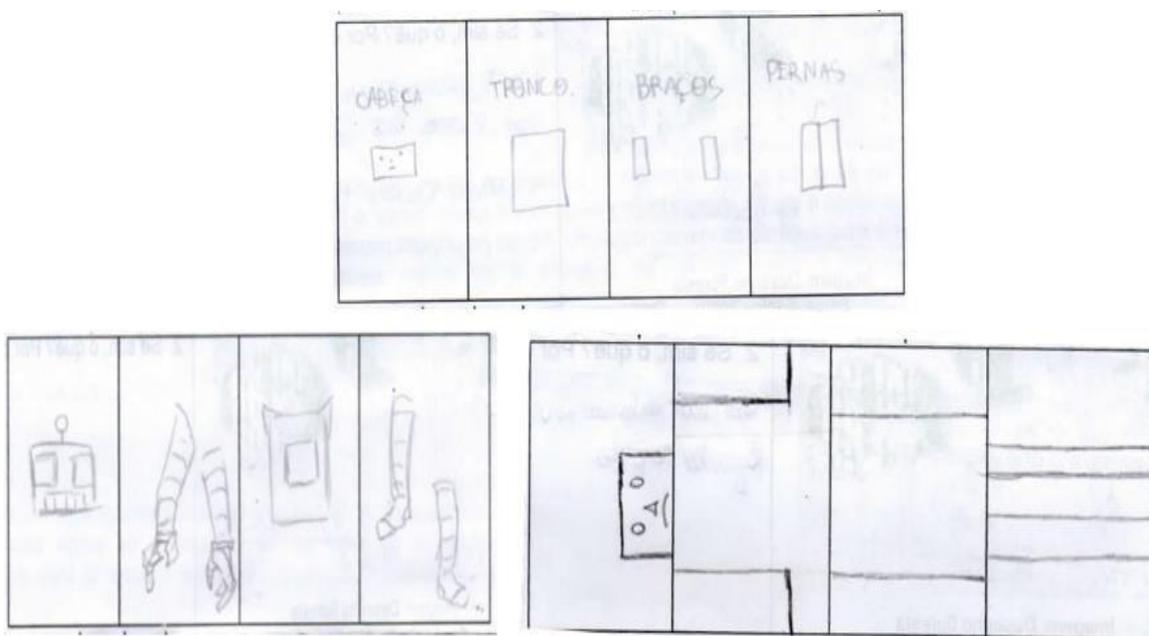


Imagem 10: Abstração Avançada (Teste Pedagógico de Abstração)
 Fonte: Estudantes participantes_ autora (2020)

A primeira questão avalia a condição abstrativa dos estudantes, como eles particularizam e ordenam a realidade, para essa avaliação se elaborou dois padrões de resposta, uma no sentido horizontal e outra no vertical. Obtendo-se os

seguintes resultados, em uma turma de 33 estudantes: 1 não abstraiu, 7 abstraíram irregularmente, 25 abstraem corretamente, dentre estes, destacaram-se 3, que foram considerados abstração avançada.

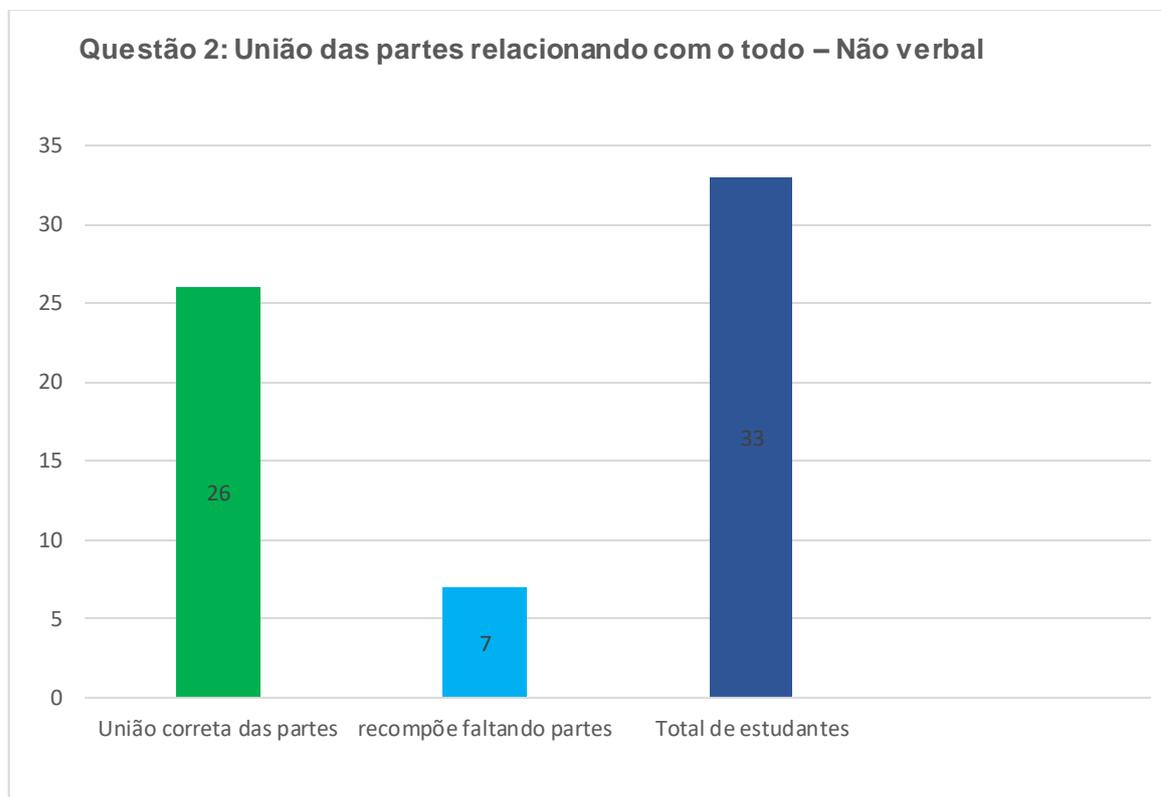


Gráfico 2: Reorganização da Abstração em sequência lógica, relação todo-partes.
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A questão 2 avalia a abstração e reagrupamento correto das partes, portanto, a relação de particularização e reconstrução do todo, obteve-se os seguintes resultados: 26 estudantes conseguiram retornar, abstrair, corretamente, as partes, recompondo o todo e 7 estudantes demonstraram não conseguir agrupar e relacionar as partes para formar o todo, montaram a figura faltando partes.

O que demonstra dificuldade de assimilação e compreensão da realidade, principalmente, a união de informação, análise, síntese ou construção de conhecimentos que envolvam multifatores.

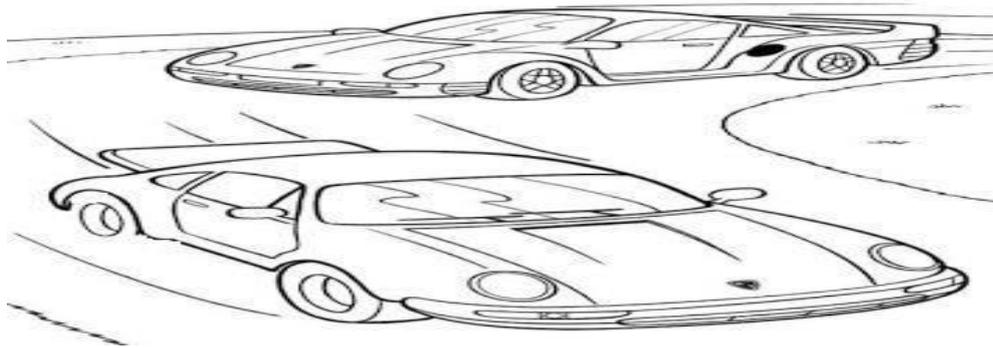


Imagem 11: Observação de Imagem
 Fonte: Elaborado pela autora (2020)

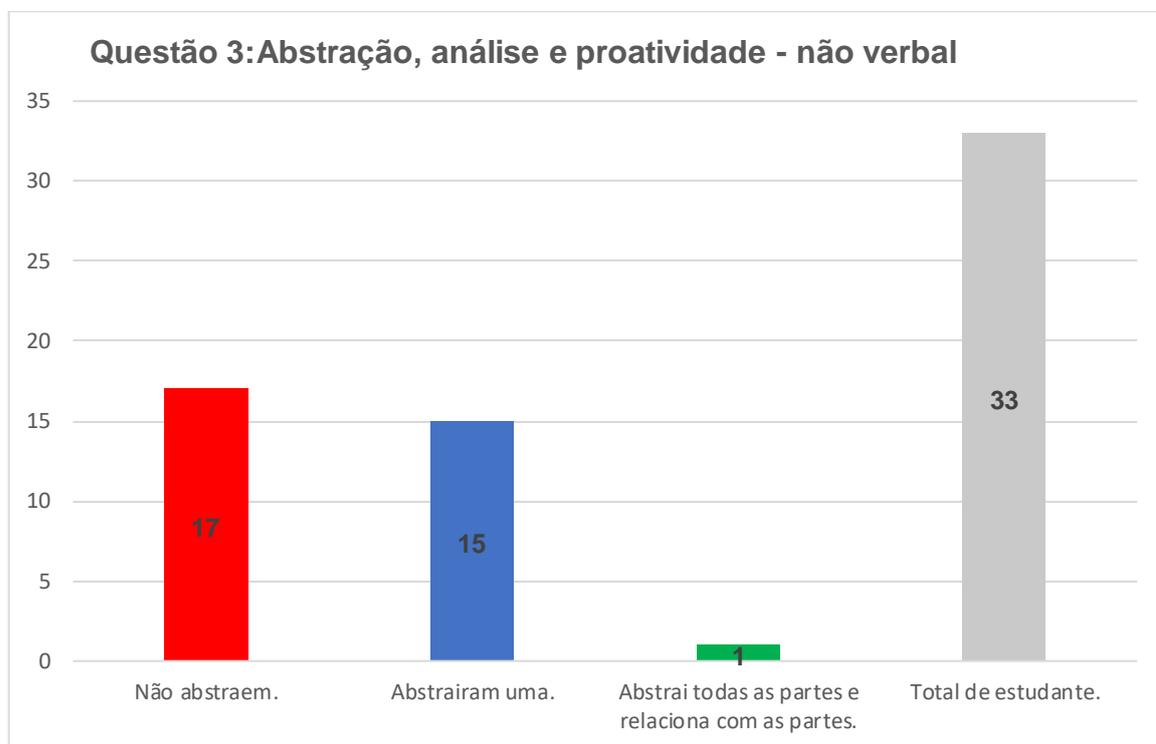


Gráfico 3: Observação da Abstração, relação todo-partes, problematização, ação ativa.
 Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A questão 3 estimula a observação do todo e as partes que o compõem. A análise, investigação e a ação proativa para a solução de problemas. O resultado dessa sondagem de abstração foi 17 discentes não obtiveram êxito e não identificaram os problemas na imagem, o que pode repercutir na aprendizagem de conteúdo ou compreensão da realidade que os cercam, 15 abstraíram parcialmente e apenas 1 estudante demonstrou abstração da realidade proposta e uma ação proativa.

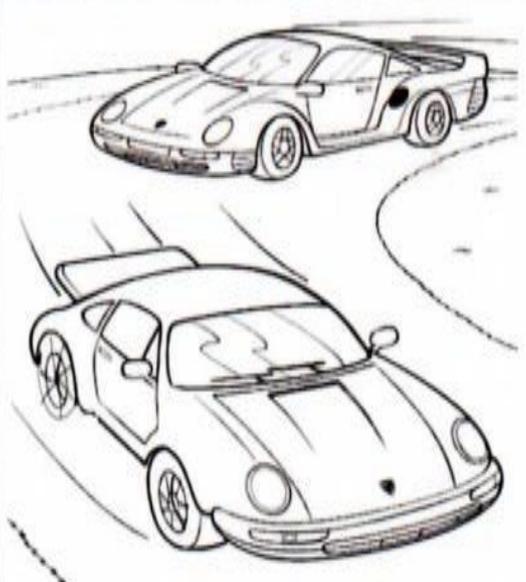
 <p>Imagem: Desenho carros https://www.123desenhosparacolorir.com/desenhos-de-carros-para-colorir/</p>	<p>1. Você modificaria algo na imagem?</p> <p>(X) Sim () Não</p> <p>2. Se sim, o que? Por que?</p> <p><i>as rodas do carro precisa de modificação</i></p>
--	--

Imagem 12: Resposta proativa
 Fonte: Elaborado pela autora (2020)



Imagem 13: Observação de deslocamento irregular da realidade
 Fonte: Elaborado pela autora (2020)

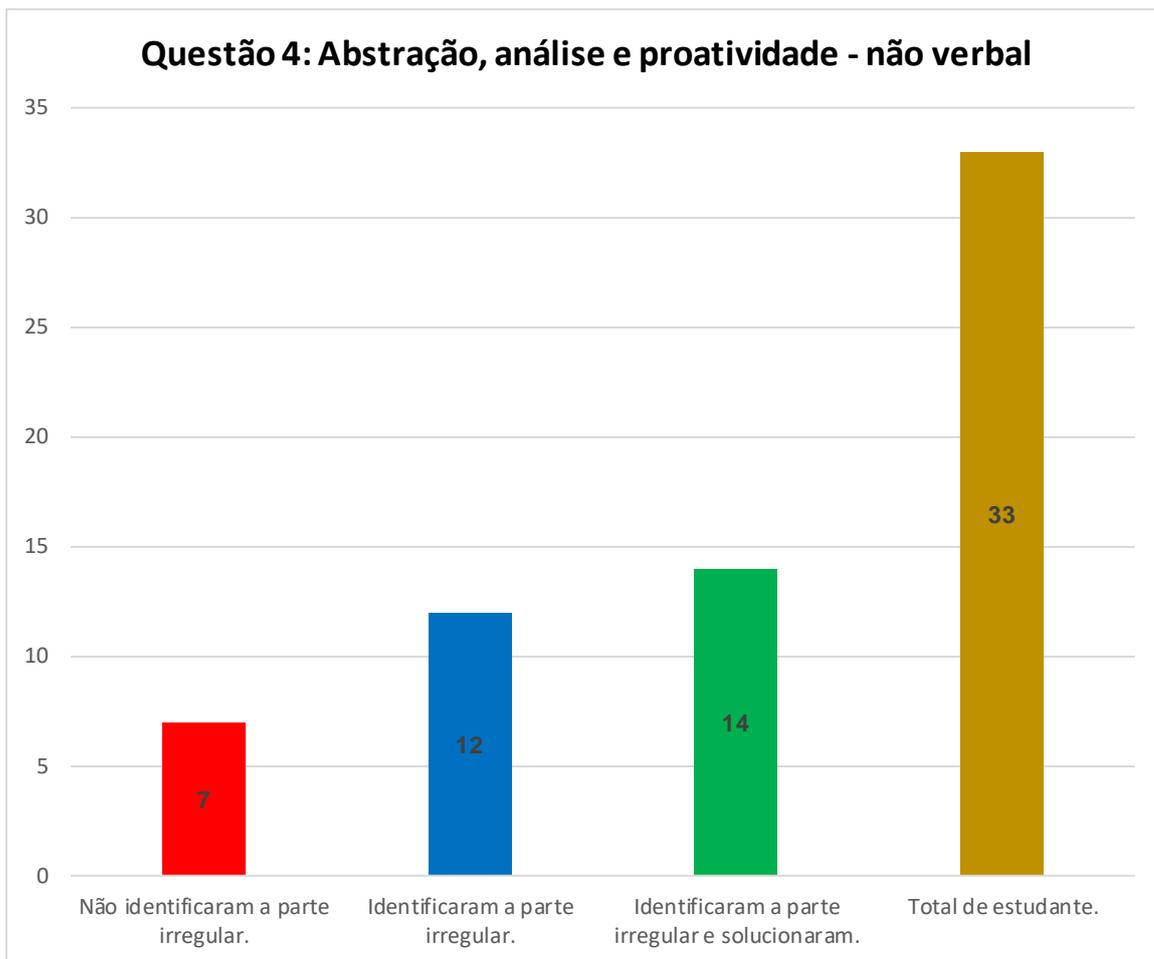


Gráfico 4: Abstração Contextualizada por imagem, relação todo-partes, ação proativa.
 Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A questão 4 aborda a compreensão abstrativa de partes num contexto ambiente natural (representa o todo), a verificação de uma parte fora de contexto, deslocada de seu local correto, implica em uma realidade deturpada, a análise coerente dessa abstração equivocada e sua correção permite avaliar a abstração cognitiva avançada em alguns casos que exige maior estudo e problemas sérios de abstração quando a situação contextualizada é muito evidente e não é identificada. Pedagogicamente, isto pode causar dificuldades de resolução de problemas ou elaboração de texto e respostas coerentes. No caso da questão aplicada, o resultado foi que 7 estudantes não identificaram o problema, 12 identificaram e 14 solucionaram o problema.

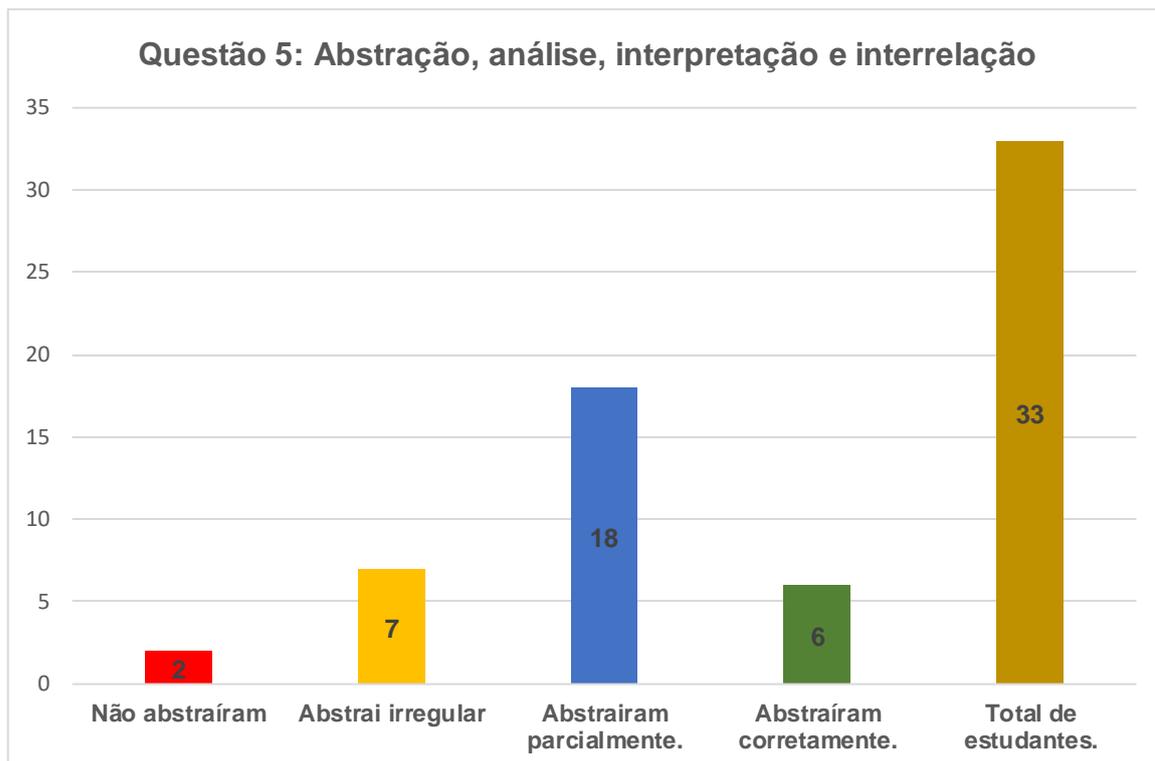


Gráfico 5: Contextualização por narrativa e Abstração, relação todo-partes, verbal
 Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A questão 5 abrange o estudo da abstração no contexto verbal, para essa análise criou-se uma narrativa para contextualizar as informações, o enunciado abaixo regionaliza o conteúdo para estimular a abstração do estudante.

Num dia ensolarado na floresta Amazônica, o jacaré de papo amarelo aquece-se à beira do rio, as piranhas e os bodós transitam, harmoniosamente, no caudaloso rio escuro e duas borboletas teimam em pousar sobre a flor da Vitória-régia. De repente o tempo muda, o jacaré entra na água, os bodós se escondem no lodo, os peixes deslocam-se para longe e os insetos levantaram voo.

Pergunta: Quantos, quais e o que fizeram os insetos?

Resposta: Dois insetos, que são duas borboletas, primeiro tentaram pousar na flor da Vitória-régia e em outro momento voaram.

Todo: Parágrafo contextualizado.

Partes: Informações que compõem o texto. Abstração: As informações que importam, as que são solicitadas ou necessárias para resolver um problema, destacá-las e adequá-las em nova redação.

A questão 6, é verbal e relacional, busca trazer o estudante a reflexão de suas características genéticas e da população brasileira para, por meio de análise e autorreflexão, ter em si a ideia de pertencimento.

A contextualização pretende levar o estudante a analisar suas origens, o texto “Na floresta Amazônica, no rio Madeira, um canoeiro, fazia a travessia de 3 visitantes dos igarapés. Seu semblante pardo, de olhos amendoados e cabelos negros revoltos pelo vento, grossos e lisos caíam sobre os ombros largos. O braço trazia a tinta de urucum enfeitando os músculos do trabalho, uma pele bronzeada pelo sol e parda dos Ticunãs. O homem alto esguio, sorriso grande nos lábios grossos e nariz largo, pele escura e brilhante sob o sol alto do norte, o outro de sorriso tímido, tinha os cabelos ondulados, finos e as veias azuis apareciam sob a pele clara e o terceiro tinha os olhos puxados, cabelos lisos, pele clara e lábios roseados naturalmente”.

A pergunta: Analise as características de cada um e faça a identificação de acordo com elas, em qual você se enquadraria? Visa a autorreflexão e a verificação da transposição didática construtivista porque os conceitos fenótipos foram construídos no quebra cabeça da Face Genética.

O pré-teste Diagnóstico de conhecimentos sobre Genética possibilitou a verificação sobre as condições de internalização de noções básicas de Genética, dos estudantes, os resultados foram medianos, porém, o teste foi de múltipla escolha, o que sem um padrão de avaliação de respostas estruturado não demonstra com fidelidade a compreensão dos conteúdos e sua relação com a realidade. Como exemplo, os gráficos abaixo demonstram essa disparidade.

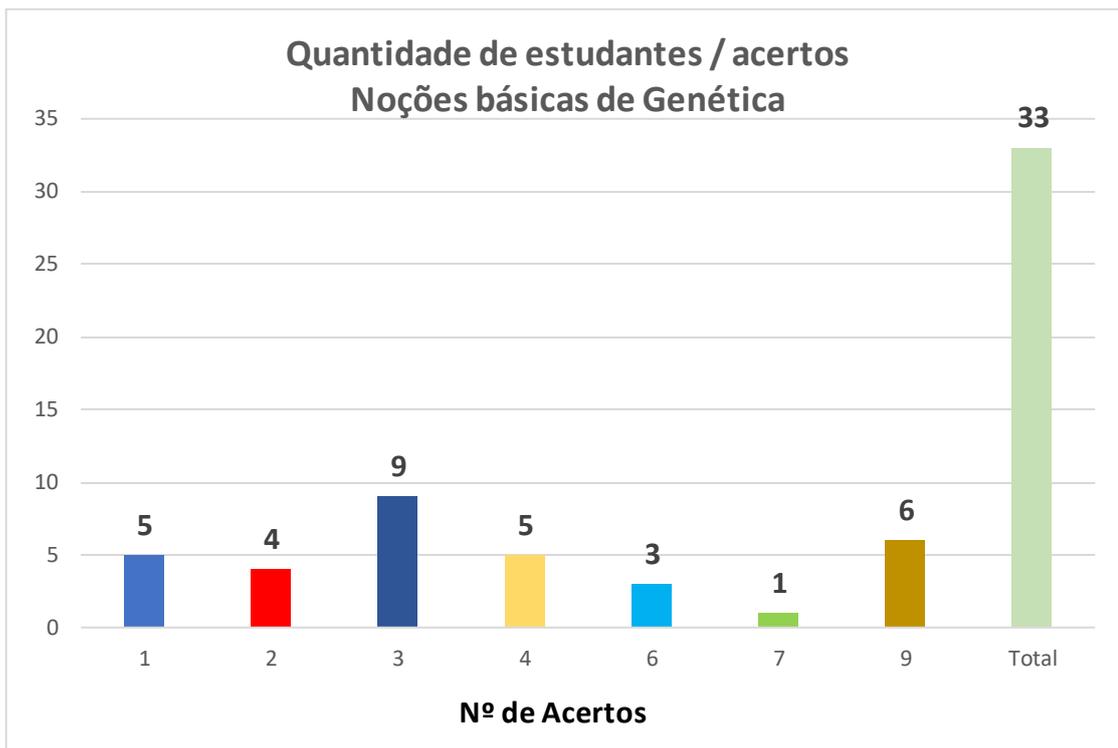


Gráfico 6: Quantidade de estudantes e quantas questões acertaram
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

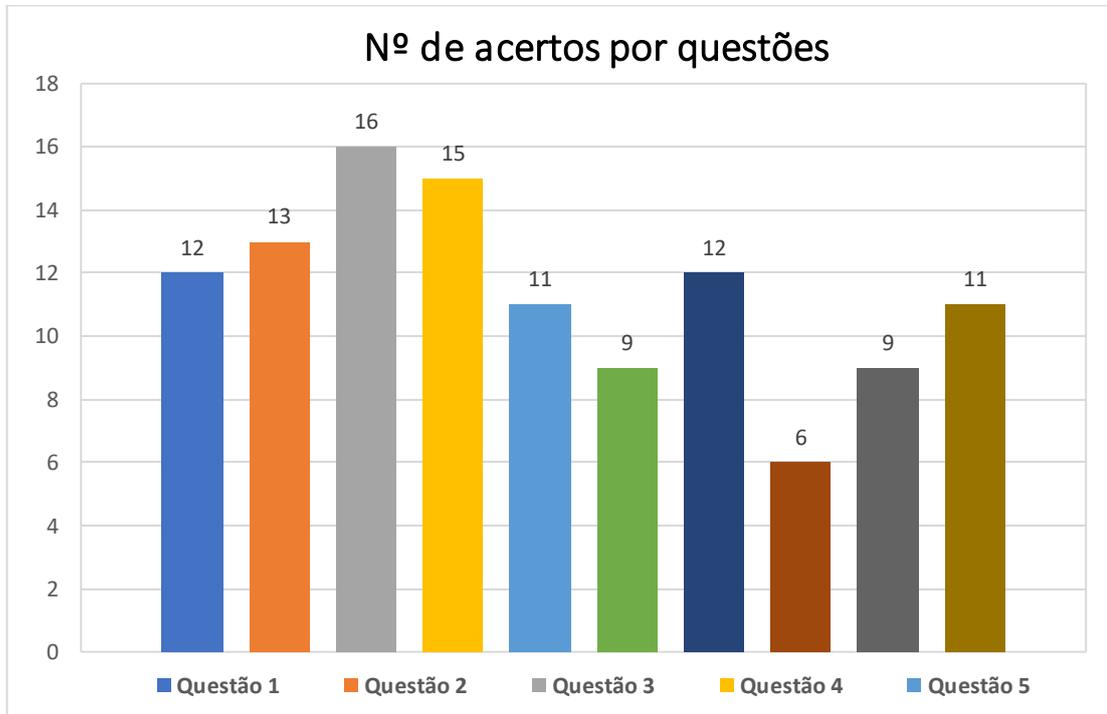


Gráfico 7: Quantidade de acertos por questão
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Em dezembro de 2020 foi aplicada a ferramenta “Face Genética” em uma turma de terceira série. As condições de aplicação foram adversas devido a pandemia do Coronavírus.

O ambiente de aplicação foi o laboratório de Ciências para cumprir as regras de distanciamento e todo o protocolo de saúde determinado pela OMS (Organização Mundial de Saúde), a foto 17, mostra a aferição da temperatura antes da entrada no laboratório.



Foto 17: Aferição de temperatura antes de adentrarem o Laboratório de Ciências
Fonte: Fotografado pela autora (2020)

As bancadas foram previamente higienizadas e delimitadas as distâncias de 1 metro de distância entre os estudantes. Todo o material foi desinfetado.

Ao adentrarem o laboratório foi aferido a temperatura dos estudantes, foi exigido o uso de máscaras.



Foto 18: Afastamento de 1 m e álcool em gel.
Fonte: Fotografado pela autora (2020)



Foto 19: Estudantes discutindo as jogadas na ferramenta
Fonte: Fotografado pela autora (2020)

A turma de 33 alunos foi dividida em dois grupos A e B, o grupo A correspondia aos números de 1 a 24 e o grupo B de 25 a 33, entretanto, 3 desses estudantes não participaram por comorbidade ou porque havia alguém do grupo familiar com alguma especificação que poderia agravar com a contaminação da Covid19, ou ainda, porque

a família recusou-se a aderir ao ensino híbrido, e foram colocados apenas no ensino remoto.

O fato de o MEC (Ministério da Educação e Cultura) orientar as Secretarias de Educação para que não houvesse reprovação e não fosse contabilizado as faltas causaram a infrequência e a falta de compromisso na execução das tarefas.

Apesar dessa conjuntura adversa, no grupo B compareceram 14 estudantes e no grupo A, apenas 11. Com o fim do ano letivo no dia 14 de dezembro de 2020, e, antecipação das notas no sistema, com verificação das notas via online pelos estudantes e responsáveis, evidente nota 6 aos alunos infrequentes e aos que não executaram nenhuma atividade, a escola começou a esvaziar-se muito antes do dia 14. Os que participaram do evento investigativo, dentre os grupos, o grupo B, foi o que mais se destacou com observação de colaboração, cooperação e interações entre os estudantes, ao final da aplicação resultou em discussões sobre a genética e curiosidade sobre os conteúdos e a realidade genética por eles vivida, porém no grupo A, pela proximidade do fim do ano letivo de 2020, chuva e a agitação decorrente do clima de despedida não se evidenciou a reversão de abstração nos casos de não abstração, abstração parcial e irregular.



Foto 20: Construção da Face Genética.
Fonte: Fotografado pela autora (2020)

O aspecto de reversão de dificuldade abstrativa que exista pode passar por um período de aplicação da ferramenta abstrativa ou outras ferramentas didáticas que estimulem a abstração, entretanto, com possível efeito de reversão a médio e longo prazo ou a curto prazo quanto aplicado continuamente, depende, do estudo de caso, todavia, como a abstração pode ser influenciada por fatores internos e externos, em casos extremos, é necessário auxílio multidisciplinar e terapêutico, inclusive com auxílio psicológico.

Quadro 8: Comparação da ação da ferramenta “Face Genética” – Teoria da Atividade de Leontiev.

	ESTUDANTE	PROFESSOR	PESQUISADOR
ATIVIDADE	Jogo” Face Genética”	Exercício dinâmico de Noções básicas de Genética	Estudo da Abstração
NECESSIDADES	Passar de nível, vencer	Aprendizagem do aluno	Ferramentas e instrumentos
OBJETO	Face Genética completa	Conteúdo de Genética estimulado por meio de jogo.	Relacionar o todo com as partes e vice-versa, observar a fala e o comportamento do estudante.
TRANSFORMAÇÃO	Melhora a concentração, a memória e o sentimento de vitória.	Levar o estudante a aprender o conteúdo de Genética, ensinar, brincando, mediar a aprendizagem.	Compreender o processo de abstração das noções básicas de Genética por transposição didática construtivista. Um olhar libertador.

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Após a explicação das regras da ferramenta “Face Genética”, e os discentes executarem, eles passaram a executar a atividade sem necessidade de novamente reverem a explicação, portanto, a dinâmica do jogo deixou de ser uma ação e tornou-se operação, todavia, os conceitos abstratos de genética para a maioria dos estudantes, ainda, são apenas ação, portanto, não ficou demonstrado a relação conteúdo-realidade, todo-parte e vice versa. O quadro 4, comparativo de forma simples, especifica a teoria da atividade sob o olhar do estudante, professor e pesquisador, onde ocorre diferentes olhares.

A abstração é particular de cada indivíduo, os olhares diferem, entretanto, pode ser estimulada a transposição entre o abstrato e concreto por ferramentas que levem o estudante a construí-la pela vivência, a experiência e as interações sociais com foco em análise da realidade, as indagações estimuladas permitem um avanço significativo da aprendizagem, principalmente, os conteúdos básicos abstratos de Genética de mecanismos internos e também externos não evidentes.

A particularização da realidade genética e sua relação totalitária abrange o contexto social e a compreensão dessa inter-relação, em que tudo está ligado segundo Edgar Morin é muito importante porque liberta o estudante da prisão da verdade absoluta, abre o leque da incerteza e a liberdade de procurar entender o processo de aprendizagem abstrativa do outro e suas distorções, e assim, agir proativamente na solução das lacunas que cegam a sociedade frente aos desafios da desigualdade social que vivemos e nossas próprias formas de olhar o estudante.

Nossas limitações de abstrair e relacionar o processo pedagógico de ensino num contexto heterogêneo de ensino dificulta o aprimoramento das habilidades e competências dos estudantes porque tendemos a agrupá-los e classificá-los homogeneamente, causando assim, a morte da aprendizagem em decorrência da anulação de seus poderes adormecidos.

A ferramenta “Face Genética”, além dos elementos de processos específicos, tais como as cartas com perguntas e respostas, que fortalecem as noções de Genética, permite construir a imagem da face humana em sua diversidade, quebra-se assim o mito da hegemonia perfeita e ideologia de superioridade numa atividade que possibilita uma transformação de visão de mundo.

A construção genética traz em si, a miscigenação da espécie humana, o que demonstra que no próprio ser humano há a diversidade genética. Saber abstrair, agrupar, valorizando as conexões, interligando e relacionando as realidades genéticas, sociais e ambientais e suas influências individuais, coletivas, tecnológicas, saberes locais e até globais é possibilitar a sobrevivência da vida no planeta. É o fazer transpor didaticamente com um olhar construtivista de ensino que pode ampliar a compreensão dos conceitos básicos de Genética quebrando assim, as ideias de intolerância e preconceito fenótipo.

No contexto dinâmico da ferramenta, a atividade levou alguns estudantes a relacionar fenótipos e genótipos raros, como a heterocromia entre humanos e animais, a própria aparência (fenótipo) e questões sociais, nível questionador que alcança a transformação sugerida por Leontiev, o que não era o intuito da pesquisa, porém, foi um resultado secundário, decorrente do processo de abstração estudado.

Entretanto, não houve reversão de abstrações irregulares e parciais, talvez, a atividade necessite de um tempo maior de aplicação em condições menos adversas para que seus efeitos sejam mais evidentes e não seja apenas uma verificação de níveis abstrativos ou um estímulo aos que já o tenham internalizado corretamente, o que ficou demonstrado é que se amplia a abstração de quem já a possui. Quanto ao conteúdo estimulado em nível básico foi satisfatório, porém, a relação com a realidade ainda é pouco desenvolvida.

O retorno das aulas em 2021 ocorreu de forma híbrida formando dois grupos (A e B) com apenas duas aulas por semana (grupo A (segunda e quarta) e grupo B (terça e quinta)). As aulas híbridas se iniciaram no dia 10 de agosto nas escolas estaduais, seguindo as normas de afastamento, a pesquisa foi novamente aplicada observando-se essas normas, no laboratório de Ciências, da escola estadual Dr. José Milton Bandeira.

A turma de terceira série do ensino Médio, do turno matutino, 2021 passou pelas etapas do pré-teste, aplicação da ferramenta “Face Genética” e por fim o Pós teste.

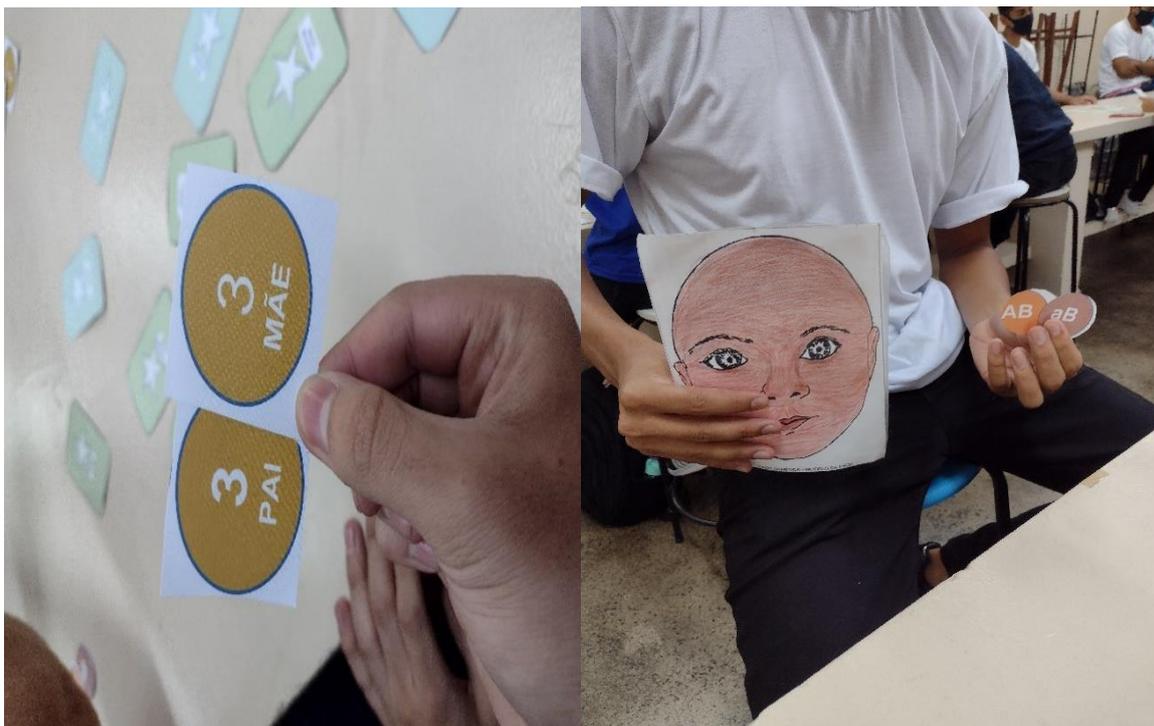


Foto 21 Fichas de alelo paterno e materno e resultado de fenótipo.
Fonte: Fotografado pela autora (2021)



Foto 22: Sorteio Par ou Ímpar e formação de cartas indagadoras.
Fonte: Fotografado pela autora (2021)



Foto 21: A face Gênica compartilhada em sala de aula.
 Fonte: Fotografado pela autora (2021)

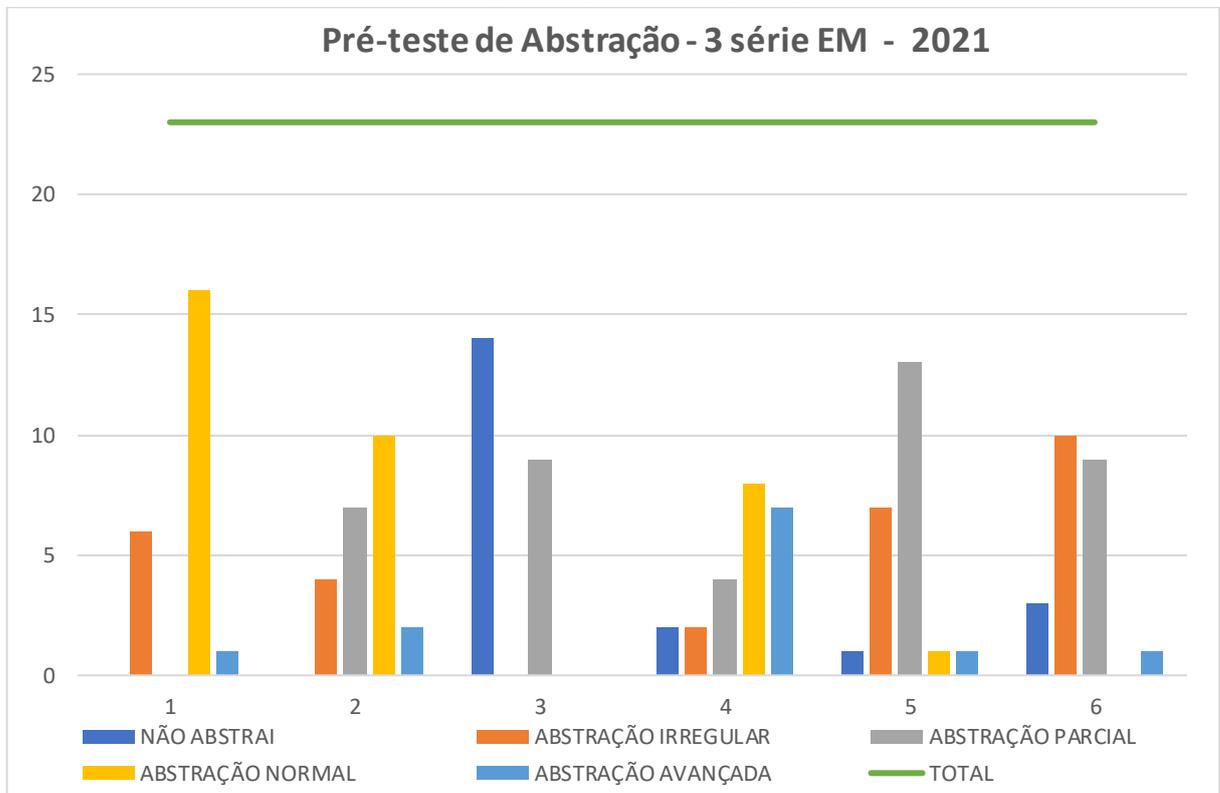


Gráfico 8: Resultado do Pré-teste Pedagógico de Abstração - 2021
 Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Tabela 3: Condição de Abstração - 2021

CONDIÇÃO DE ABSTRAÇÃO	1	2	3	4	5	6
NÃO ABSTRAI	0	0	14	2	1	3
ABSTRAÇÃO IRREGULAR	6	4	7	2	7	10
ABSTRAÇÃO PARCIAL	0	7	9	4	13	9
ABSTRAÇÃO NORMAL	16	11	0	15	1	0
ABSTRAÇÃO AVANÇADA	1	1	0	0	1	1
TOTAL	23	23	23	23	23	23

Fonte: Teste Pedagógico de Abstração (Elaborado pela autora,2021).

O Teste Pedagógico de Abstração demonstrou que detalhes, partes pequenas se perdem na percepção de 14 estudantes e interações verbais são as que mais apresentam dificuldades, contudo, quatro estudantes apresentaram abstração avançada, na questão 1 abstraíram, retiraram, ordenadamente, as partes do robô e nomearam cada uma delas, outro, na questão 2 enumeraram as partes do gato e depois reconstruíram o todo e a surpresa ocorreu na questão 6, onde outro, conseguiu identificar todos os tipos genético e fez autorreflexão de pertencimento. Essas abstrações consideradas avançadas trazem a possibilidade de transformação, o que se enquadra na teoria de atividade de Leontiev, que passa da ação para a operação e na teoria de Morin, o pertencimento e o hologramático.

A Intervenção por meio da ferramenta “Face genética”, que é a união de um jogo de cartas da memória e um quebra cabeça, peças de genes e caráter (cor da pele, cor de olhos e forma do cabelo) recebidos por sorteio de alelos paternos e maternos. Dentro das condições socioambientais, foram aplicadas apenas 2 intervenções que apresentaram resultados insatisfatórios e inconclusivos porque os processos abstrativos requerem tempo, continuidade e adequação às necessidades de aprendizagem.

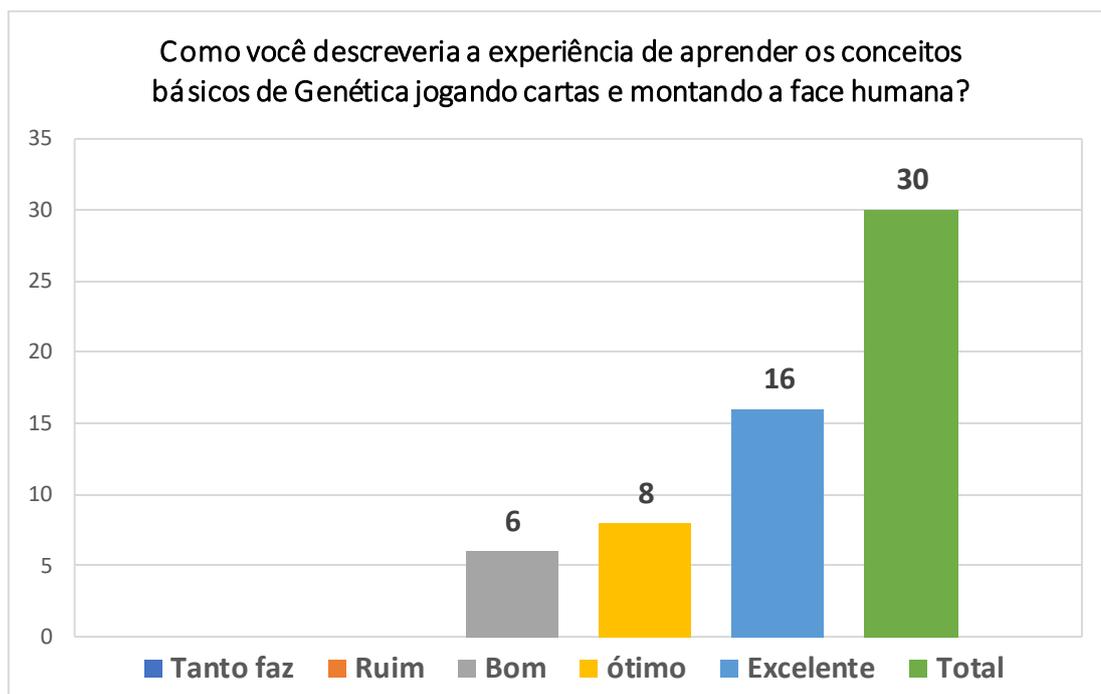


Gráfico 9: Resultado sobre a opinião dos estudantes sobre a ferramenta “Face Genética”
 Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O gráfico 9, apresenta os resultados sobre a opinião dos estudantes em relação a prática de ensino construtivista aplicada no laboratório, verificou-se que a maioria dos estudantes aprovou, algumas falas reportam o fato:

Aluno 1: “É uma forma bem prática e fácil de aprender esse assunto e você ainda se diverte”;

Aluno 2: “Porque trabalhando dessa forma, conseguimos ter uma noção da capacidade da Genética em relação às características genéticas do ser humano”;

Aluno 3: “Pois nos tira da monotonia e das aulas repetitivas”;

Aluno 4: “Porque achei interessante a maneira da aula e gostei da forma de Aprender...”;

Aluno 5: “Porque aprendo na prática e assim, é muito mais fácil aprender”.

Contudo, em conversa informal com três professores, das disciplinas Biologia, Matemática e História, eles levantaram questões ambientais que dificultariam o processo construtivista de transposição didática em escolas públicas, tais como: a quantidade de estudantes em sala de aula, o tempo de aplicação, recursos materiais e midiáticos e a dinâmica escolar, porém, ressaltaram que uma associação metodológica adequada às situações cotidianas de cada escola com eventos pontuais

construtivistas seria possível que a transposição didática se manifestasse de forma satisfatória.

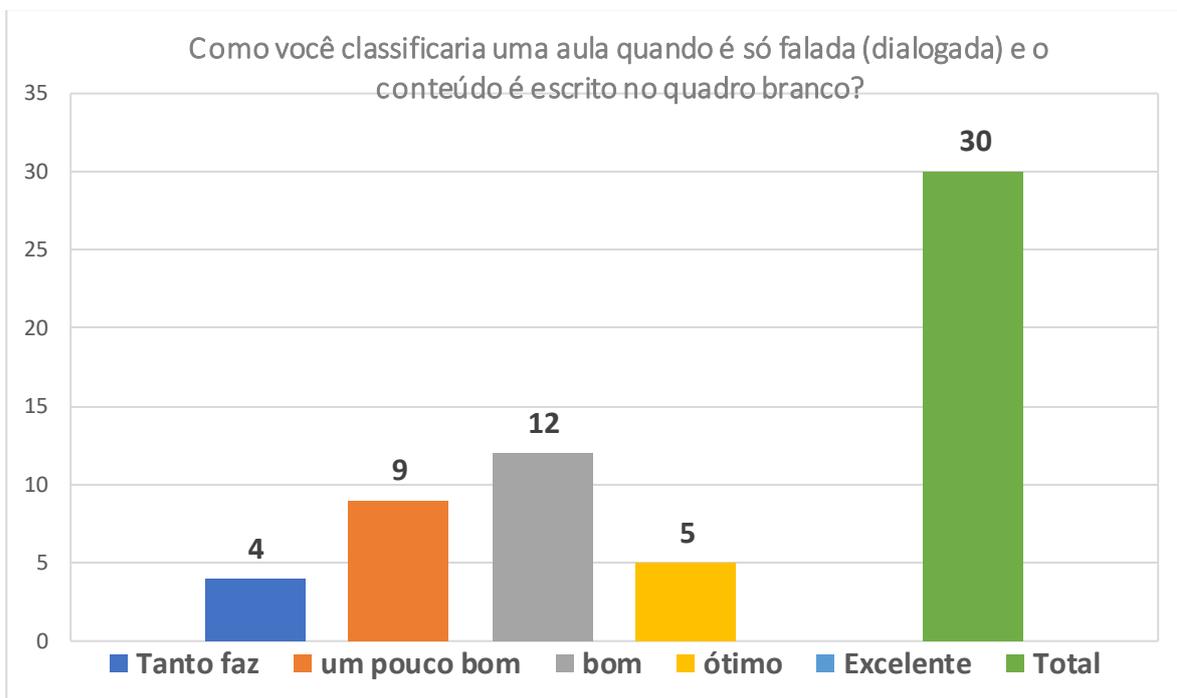


Gráfico 10: Resultado da sondagem opinião dos estudantes em relação às aulas tradicionais
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

No gráfico 10, ficou evidente que o método tradicional de transposição didática de conteúdos básicos de Genética, não é totalmente reprovado pelos estudantes, mas nas falas eles fazem ressalvas:

Aluno 1: “Qualquer forma é boa quando é bem-feita”;

Aluno 2: “Método de ensino desgastante e repetitivo”;

Aluno 3: “Porque acho que a aprendizagem é pior do que uma aula que põe em prática”;

Aluno 4: “Porque tem pouca produtividade e trabalhando com aulas diferenciadas e lúdicas, tem-se uma melhor noção do assunto”;

Aluno 5: “Porque já estou acostumado desta forma”.

As outras questões foram destinadas à verificação da relação entre conteúdo e inferência das noções básicas de Genética no cotidiano dos estudantes. Para tanto, utilizou-se a relação entre o fenótipo e genótipo no cotidiano e sua relevância na diversidade humana em sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia Covid19 inibiu interações coletivas, colaborativas e cooperativas mais próximas. Entretanto, indubitavelmente, permite a reinvenção de ensino e aprendizagem vinculando, fortemente, ao meio tecnológico e globalizado. Há o grande desafio de tornar acessíveis e próximos, além de dar visibilidade a abstração ética e inclusiva, aos olhares sociais em que todos cheguem à linha de chegada do apreender.

Essa situação escancarou a desigualdade de ensino e as limitações, bem como as cegueiras que fazem o docente não compreender a realidade de ensino e aprendizagem de seus discentes, o que impossibilita uma ação proativa de reversão das condições desiguais de aprendizagem desses estudantes.

A pesquisa em si sofreu diversas modificações para adequar-se às condições adversas e, foi importante uma adequação mais tecnológica para o ensino remoto, onde as interações de orientação e ensino transformaram em um desafio constante, porém, sem perder sua essência e seguir as regras éticas na pesquisa. Entretanto, oportunizou um olhar mais focado na construção do conhecimento integrador e uma preocupação maior com as condições abstrativas do estudante para a aprendizagem das noções básicas de Genética e sua relação com a realidade cotidiana.

A partir do Teste Pedagógico de Abstração foi possível avaliar a ocorrência do processo de abstrair conceitos básicos de Genética sob a ótica de transposição didática construtivista. Esse teste era o segundo objetivo e foi elaborado por meio dos operadores da complexidade de Edgar Morin, o que permitiu avaliar e classificar a situação abstrativa dos estudantes.

Outra necessidade na pesquisa era investigar os conceitos básicos de Genética associando a abordagem construtivista, construir a partir dessa concepção um meio de intervir e estimular o processo abstrativo e assim, elaborar uma alternativa metodológica viável que permitisse o estudo. O jogo “Face Genética” foi a alternativa escolhida de intervenção e, é a associação de dois jogos importantes no processo de ensino e aprendizagem, o “Jogo da Memória” e o Jogo “Quebra-cabeça”. Este último objetivo, que é explicar o processo de transposição do abstrato – concreto de conceitos básicos de Genética por meio do ensino construtivista não foi,

satisfatoriamente, alcançado porque é necessário a aplicação da ferramenta por pelo menos três anos consecutivos.

Para trabalhos futuros é interessante o uso do lúdico digital, dentro da busca de adaptações remotas, foram encontrados sites como o <https://wordwall.net/pt> e ferramentas no Google que possibilitam ao professor construir jogos e brincadeiras lúdicos digitais que possibilitam a abstração.

Em relação à pesquisa um jogo digital com níveis, premiações virtuais na passagem de nível de dificuldade, leitura ou ouvir as perguntas e respostas, construção renderizada da face humana, com os genes e fenótipos associados aleatoriamente poderia tornar mais divertido o apreender de noções básicas de Genética de forma remota, uma transposição didática construtivista digital, porém, isso requer uma programação especializada acrescidas por meios de verificação de aprendizagem como perguntas sobre Genética para passar de nível e pontuação.

O Teste Pedagógico de Abstração é um aferidor superficial da situação de abstração, de forma que não substitui os testes e exames psicopedagógicos aplicados por psicólogos, mas, possibilita ao professor identificar no processo de ensino e aprendizagem, por meio das concepções de Edgar Morin e quiçá outros pensadores da educação um indicativo de dificuldade abstrativa de aprendizagem do estudante, o que possibilita uma intervenção pedagógica no processo de ensino por meio de atividades e aulas diferenciadas com ênfase no construtivismo, e ainda, a busca do auxílio dos profissionais da psicologia num tratamento adequado aos estudantes.

A transposição didática dos conteúdos básicos de Genética é mais relevante e permanente quando é construída e valorizada pelos estudantes, fato fortalecido pela fala dos estudantes que receberam a aplicação da ferramenta “Face Genética”, portanto, é necessário possibilitar a eles a oportunidade de se descobrir realizando, ressocializando saberes, transformando ou agregando conhecimentos para exercer sua plena cidadania.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, David Figueiredo de. **Teoria da atividade e ensino de evolução**. Experiências em Ensino de Ciências V.12, No.6, 2017. Disponível em <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID400/v12_n6_a2017.pdf>. Acesso: 10 de maio de 2020.

AMABIS, José Mariano. MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia moderna**: Amabis & Martho.-1.ed- São Paulo: Moderna, 2016.

ANDRADE, Josemberg Moura de. VALENTINI, Felipe. **Diretrizes para a Construção de Testes Psicológicos: a Resolução CFP nº 009/2018 em Destaque**. Psicologia: Ciência e Profissão 2018 v. 38 (núm. esp.), 28-39. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1982-3703000208890>>. Acesso: 10 de maio de 2020.

ANGELOTTI, Christiane. ALMEIDA, Rodrigo Novaes de. Benefícios do jogo de memória para a criança. Disponível em: <<http://www.paraeducar.com.br/2020/05/beneficios-do-jogo-de-memoria-para.html>>. Acesso: 15 de novembro de 2021.

AQUINO, Sérgio Ricardo Fernandes de. **A mediação como experiência de humanização do direito na pós-modernidade: inquietações a partir do pensamento complexo**. Revista Húmus - ISSN: 2236-4358. Jan/Fev/Mar/Abr. 2011. N° 1. Disponível em: <<http://www.periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/revistahumus/article/viewFile/1645/1307>>. Acesso: 10 de setembro de 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: 02 de junho de 2020.

BRITO, L. C. C. **Adolescência, sociabilidade e a construção do conhecimento**. 1. ed. Manaus: Editora VALER, 2018. v. 1. 170p.

CENCI, Adriane. DAMIANI, Magda Floriana. **Desenvolvimento da Teoria Histórico-Cultural da Atividade em três gerações: Vygotsky, Leontiev e Engeström**. Roteiro, Joaçaba, v. 43, n. 3, p. 919-948, set./dez. 2018 | E-ISSN 2177-6059> Disponível em: <www.editora.unoesc.edu.br>. Acesso: 10 de maio de 2020.

DÍAZ, Rodríguez. FÉLIX, Marciel. **O processo de aprendizagem e seus transtornos**. Disponível em <<http://www.repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/5190f>>. Acesso: 27 de setembro de 2021.

DUQUE, Yelitz López. **Teoria da atividade aplicada ao uso de jogos: um estudo de caso no museu de minerais e rochas**. Disponível em

https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/21701/1/MESTRADO_YelitzaLopez.pdf.Recife,2016. Acesso:10 de maio de 2020.

DUTRA, Rodrigues. **Método de ensino: o que são e como escolher?**.Disponível em:<https://tutormundi.com/blog/metodos-de-ensino/>.Acesso: 27 de setembro de 2021.

FAVA, Rui. **Educação para o século XXI: a era do indivíduo digital** – São Paulo: Saraiva,2016.

FERREIRA, Luciene Braz. TORRECILHA, Nara. MACHADO, Samara Haddad Simões. **A técnica de observação em estudos de administração**. Disponível em: < http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012_EPQ482.pdf>. Acesso: 10 de setembro de 2020.

FERREIRA, Walter Barbosa. PERSUHN, Darlene Camati. **Ensinando Genética mendeliana: uma abordagem na perspectiva didático-investigativa**. Disponível em:< <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/book/723>>. Acesso: 27 de setembro de 2021.

FERRO, Eric. **Pensamento concreto x pensamento abstrato**. Disponível em:< <https://pir2.forumeiros.com/t143973-pensamento-concreto-x-pensamentoabstrato>>.Acesso: 10 de maio de 2020.

FRANZOLIN, Fernanda. PROCHAZKA, Luana de Souza. PIETRI, Ana Paula Zampieri Silva de. CARVALHO, Graça Simões de **Complexidade genética e a expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana: transposição didática**. Disponível em < <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1576>>. Acesso: 10 de maio de 2020.

GRAÇA, Luciana. PEREIRA, Maria Luísa Álvares. **O papel transformador das ferramentas didáticas nas práticas de ensino e no objeto ensinado: o caso da escrita do artigo de opinião**. Revista Contrapontos - Eletrônica, Vol. 15 - n. 1 - Itajaí, jan-abr 2015. Disponível em:< www.univali.br/periódicos>. Acesso: 10 de setembro de 2020.

GOBBI, Andréia Michelon. **Como as escolas podem ensinar o pensamento científico desde a educação básica**. Disponível em: < <https://www.christus.com.br/educacao/como-escolas-podem-ensinar-o-pensamento-cientifico-desde-educacao-basica/>>. Acesso: 28 de agosto de 2020.

GOMES, Firmino Joaquim Coutinho de Oliveira. **O papel do pensamento abstrato na aprendizagem de um instrumento musical**. Dissertação (Dissertação em Mestre em Ensino da Música) – IPCB, Escola Superior de Artes Aplicadas. Castelo Branco, Portugal, 2017.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa, Livros Horizonte, 1978.

LÉVY, Pierre. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. 10.ed – São Paulo: Edições Loyola, 2015.

MARLANCHEN, Julia. ANJOS, Ricardo Eleutério. **Educação escolar e o desenvolvimento do pensamento conceitual na adolescência: contribuições da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica**. Rev. HISTEDBR On-line, Campinas, v.18, n.4 [78], p.1130-1149, ISSN: 1676-2584. doi:10.20396/rho.v18i4.8653412, out./dez. 2018.

MARTINS, Lígia Márcia. **Desenvolvimento do pensamento e educação escolar: etapas de formação e conceitos à luz de Leontiev e Vigotski**. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/318692480_Desenvolvimento_do_pensamento_e_educacao_escolar_etapas_de_formacao_de_conceitos_a_luz_de_Leontiev_e_Vigotski>. Acesso: 10 de maio de 2020.

MASCARENHAS, Marcia de Jesus Oliveira et al. **Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública**. Pesquisa em Foco, São Luís, vol. 21, n. 2, p. 05-24. 2016. ISSN: 2176. <<https://studylibpt.com/doc/1069853/baixar-este-arquivo-pdf--portal-de-peri%C3%B3dicos-cient%C3%ADficos>>. Acesso: 10 setembro de 2020.

MELTEZ, Ehrick Eduardo Martins. NETO, José Euzébio Simões. SILVA, Flávia Cristiane Vieira da. **Analisando as pesquisas envolvendo transposição didática de conteúdos químicos publicadas no Brasil**. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista. vol. 6, n. 1. jan./jun. 2016.

MELTEZ, Ehrick Eduardo Martins. **A teorias de chevallard e fleck: relações entre a transposição didática e o tráfego de pensamentos**. Disponível em:<https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/16730_11057.pdf>. Acesso: 11 de setembro de 2020.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986

MOLINA, Adão Aparecido. PERIN, Conceição Solange Butien. MÁXIMO, Maria José. **Educação e formação humana na psicologia de Leontiev**. Pedagogia em Foco, Iturana (MG), v. 12, n.8, p. 74 – 86, jul./dez., 2017.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2011.

_____. (1986). **O Método 3: o conhecimento do conhecimento**. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2012a.

NASCIMENTO, Julia de Cassia Pereira. SILVA, Adriana Xavier da. Unidade: **Abordagens de Ensino e aprendizagem.** Disponível em:< https://arquivos.cruzeirodosulvirtual.com.br/materiais/disc_2012/1sem/didat/un_II/ppt_II.pdf>. Acesso:27 de setembro de 2021.

PALMIERI, Mayara. **Pensamento científico: estrutura de análise para todas as áreas do conhecimento.** Disponível em: < <https://site.geekie.com.br/blog/pensamento-cientifico-competencia-bncc/>>. Acesso: 28 agosto de 2020.

PEREIRA, Francisco Pires. **O ensino de Genética na educação básica; revisão bibliográfica e produção de modelos didáticos.** Disponível em:< <https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2020/12/TCM-FRANCISCO-PIRES-PEREIRA.pdf>>. Acesso em 27 de setembro de 2021.

RODRIGUES, José Paz. **Os 7 saberes necessários à educação do futuro, segundo Edgar Morin.** Disponível em: <<https://pgl.gal/os-7-saberes-necessarios-aeducacao-do-futuro-segundo-edgar-morin/>>. Acesso: 10 de maio de 2020.

SALLES, Virginia Ostroski. MATOS, Eloiza Aparecida Silva Ávila de. **A Teoria da Complexidade de Edgar Morin e o Ensino de Ciência e Tecnologia.** R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 1-12, jan./abr. 2017. Disponível em: < <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect>>. Acesso: 10 de setembro de 2020.

SANTOS, Paula R M dos. ARAUJO, Laura F Santos de. BELLATO, Roseney. **O campo de observação em pesquisa sobre a experiência familiar de cuidado.** Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/ean/v20n3/1414-8145-ean-20-0320160055.pdf>>. Acesso:10 de setembro de 2020.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **"Conceitos básicos em Genética"; Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/conceitos-basicos-genetica.htm>. Acesso: 16 de novembro de 2021.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **"Melanina".** Disponível:<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/melanina.htm>>. Acesso:16 de novembro de 2021.

SILVA, Cirlande Cabral da. KALHIL, Josefina Barreira. **A aprendizagem de genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar.** Ciênc. Educ., Bauru, v. 23, n. 1, p. 125-140, 2017

SILVA, Juremir Machado da. **Diversidade, relativismo e complexidade.** Disponível em: <https://www.correiodopovo.com.br/blogs/juremirmachado/edgar-morin-faz-96anos-1.315347>. Acesso:10 de setembro de 2020.

SOUZA, ERC. **O conhecimento abstrato.** In: Schopenhauer e os conhecimentos intuitivo e abstrato: uma teoria sobre as representações empíricas e abstratas [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015, pp. 97-

146. ISBN 978-85-7983-687-9. Available from SciELOBooks <<http://books.scielo.org>>.

SLOMSKI, Vilma Geni et al. **A importância da formulação da questão de pesquisa na produção científica em contabilidade: uma discussão a partir de trabalhos publicados no Congresso Brasileiro de Custos no ano de 2009**. XX Congresso Brasileiro de Custos – Uberlândia, MG, Brasil, 18 a 20 de novembro de 2013. Disponível em:<<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/117/117>>. Acesso: 10 setembro de 2020.

TAVARES, Maria Cecília Pereira. PEREIRA, Márcio da Costa. **Construtivismo, Complexidade, Transdisciplinaridade e o ensino de Arquitetura no século XXI**. Disponível em <<https://www.sigaa.ufs.br/sigaa/>>. Acesso: 27 de setembro de 2021.

TEMP, Daiana Sonogo. SANTOS, Marlise Ladvocat Bartholomei. **O ensino de Genética: a visão de professores de Biologia**. Rev. Cient. Schola. Vol II, Nr 1, Julho 2018. Pág. 83-95



APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA NUMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA” sob a responsabilidade da pesquisadora **Vandete Soares dos Santos**, estudante de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Telefone celular: (92)98186-9717, e-mail: vandetess@yahoo.com.br, tendo como orientador o Prof. Dr. **José Francisco de Magalhães Netto**, telefone celular: (92) 9 8836-2416, e-mail: jnetto@icomp.ufam.edu.br, da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), do Instituto de Ciências Exatas (ICE), da cidade de Manaus-AM, a qual objetiva avaliar a ocorrência do processo de abstrair conceitos básicos de Genética sob a ótica de transposição didática construtivista.

Os objetivos específicos: (1) Investigar num contexto de ensino construtivista, os conceitos básicos de Genética; (2) Desenvolver teste pedagógico de abstração para aferir o nível abstrativo dos estudantes em relação aos conceitos básicos de Genética; (3) Explicar o processo de transposição do abstrato – concreto de conceitos básicos de Genética por meio do ensino construtivista.

Sua participação é voluntária e consistirá em atividades a ser desenvolvidas em encontros, com duração de 45 minutos, em sala de aula na escola Dr. José Milton Bandeira, por utilização de WhatsApp e eventualmente por Google forms. Os dados coletados serão utilizados na análise, avaliação e posteriormente descartados, permanecendo confidenciais.

De acordo com a Resolução CNS 466/12, item V “Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos em tipos e gradações variadas, como, por exemplo, possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente”.

Embora toda pesquisa com seres humanos envolva riscos, nessa pesquisa os riscos decorrentes de sua participação são mínimos porque serão cumpridas as normas de afastamento social de 1 metro de distanciamento, será aferida a temperatura, obrigatório o uso de máscara e higienização das mãos. A pesquisa será realizada no Laboratório de Ciências, as informações do teste Pedagógico de Abstração serão sigilosas com o uso de matrícula e será mantido o sigilo a identificação dos participantes. A maioria das atividades são baseadas em atividades abstrativas não sendo de ordem pessoal, apenas quatro questões são de opinião ou de relação com associações abstrativas com a realidade, não são de relação pessoal, portanto, são mínimos os riscos a integridade psicológica, moral, social, ambiental ou intelectual, são garantidos os direitos a confidencialidade e privacidade de que as informações não serão utilizadas em seu prejuízo.

Não há qualquer valor econômico, a receber ou a pagar, pela participação. No entanto, caso haja qualquer despesa decorrente, haverá ressarcimento caso seja

necessário, é garantida indenização em casos de dano e cobertura material, comprovadamente, decorrentes da sua participação na pesquisa, por meio de decisão judicial ou extrajudicial.

Se você concordar em participar os benefícios serão em contribuir com o conhecimento sobre o tema abordado com os outros participantes da pesquisa, assim como com toda a sociedade e, melhorias no processo de ensino e aprendizagem, além de subsidiar uma análise crítica e reflexiva no âmbito acadêmico e profissional no que diz respeito às condições de abstração dos estudantes em relação aos conteúdos básicos de Genética, desta forma, poderá melhorar as intervenções para a melhoria da abstração e o desenvolvimento de adaptações construtivistas de ensino e aprendizagem.

Se depois de consentir sua participação quiser desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta de dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas a sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer informação

você poderá entrar com o pesquisador no endereço em contato com o pesquisador no Instituto de Ciências Exatas, PPG-ECIM, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), ou Conselho de Ética na Pesquisa (CEP/UFAM), na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-1181, Ramal 2004, e-mail:cep.ufam@gmail.com.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado(a) sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que poderei sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Manaus/ AM, ____ de _____ de _____

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)



APÊNDICE 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a), como voluntário(a), a participar da pesquisa intitulada “CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA NUMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA” sob a responsabilidade da pesquisadora **Vandete Soares dos Santos** que estará atuando junto com você durante o decorrer das atividades.

Você já autorizou sua participação neste estudo, portanto, fique tranquilo. Você não terá nenhum custo para participar desta pesquisa. Você está esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Você poderá retirar o seu consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. Sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que será atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco em atividades rotineiras como conversar, ler, etc. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e que poderei modificar a decisão de participar se assim desejar. Deste modo, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

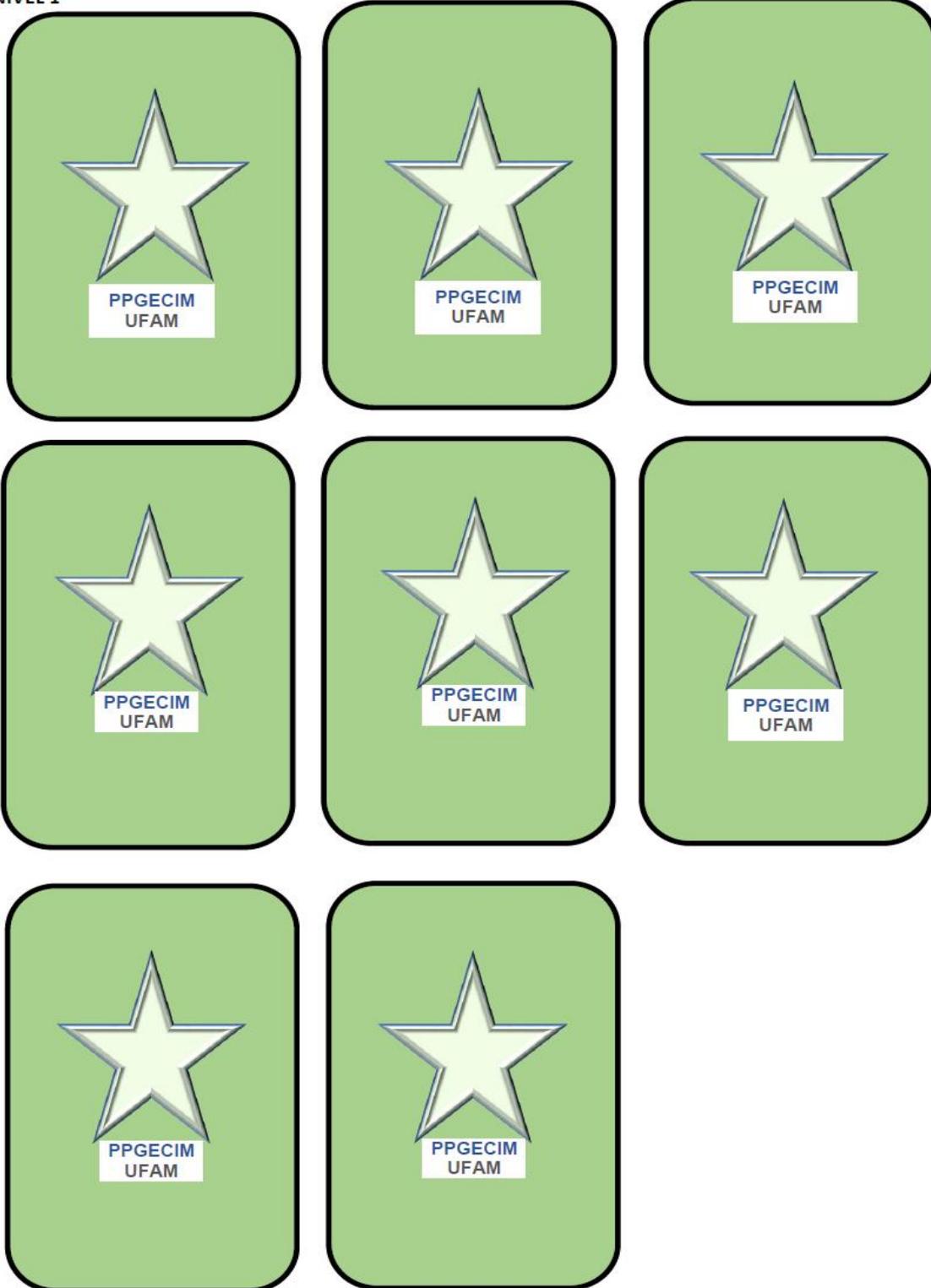
Manaus/ AM, ____ de _____ de _____

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

APÊNDICE 2 – CARTAS INDAGADORAS

NÍVEL 1



É a ciência que estuda a transmissão das características hereditárias ao longo das gerações.

1

É um segmento de DNA responsável pela determinação de um caráter hereditário (unidade de transmissão hereditária)

2

São cromossomos que possuem genes para as mesmas características, sendo um de origem materna e outro de origem paterna

3

É Espaço físico ocupado pelo gene no cromossomo (endereço).

4

São genes que determinam um mesmo caráter. Eles se situam no mesmo locus em cromossomos homólogos

5

são estruturas dentro das células que contêm os genes de uma pessoa.

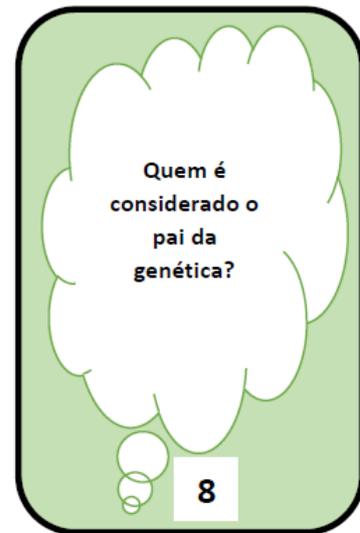
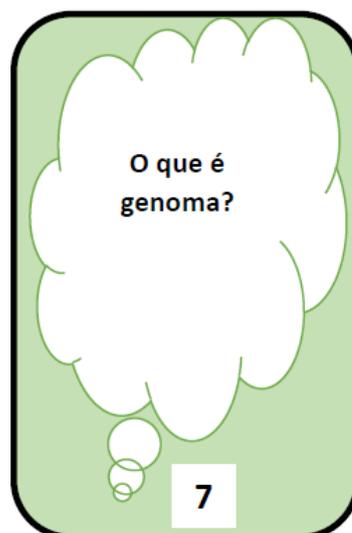
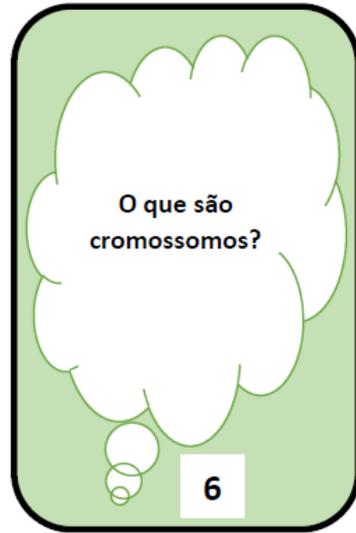
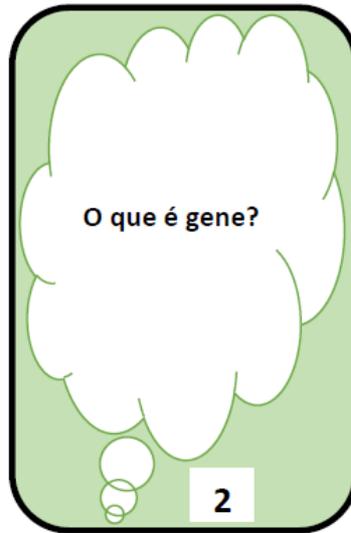
6

é o conjunto de todos os genes do organismo

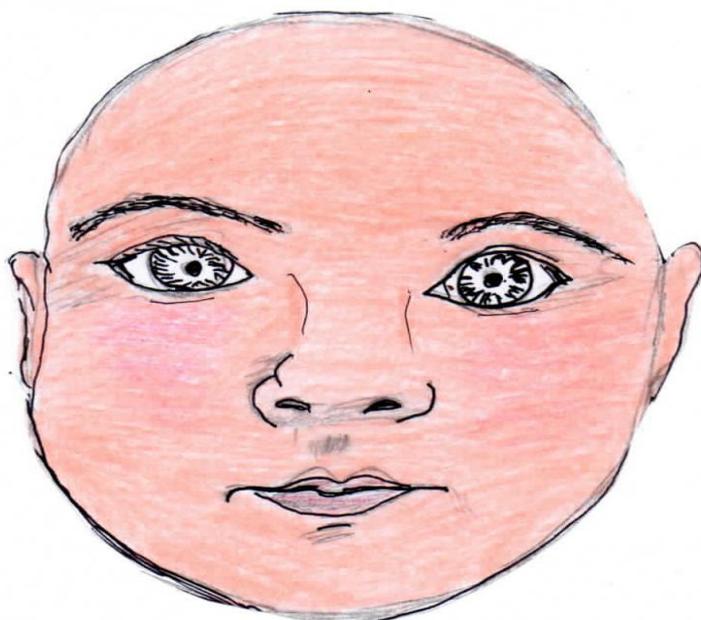
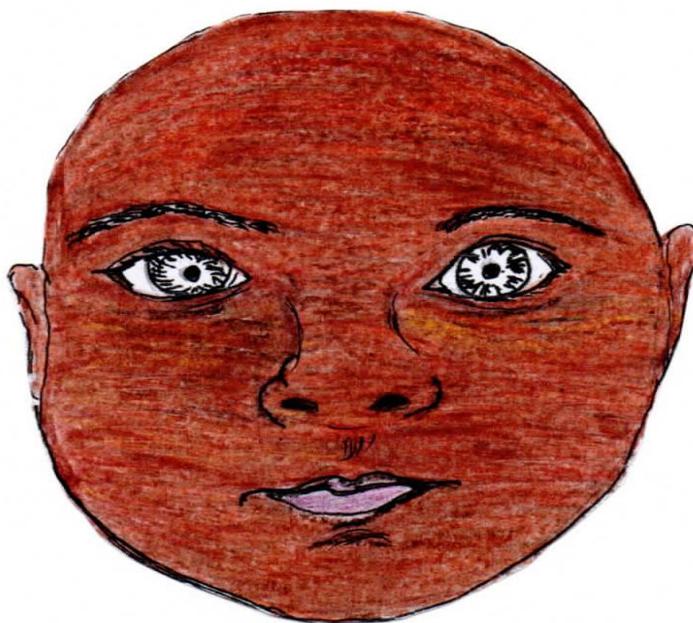
7

É o monge Gregor Johann Mendel.

8



APÊNDICE 4 – MOLDES DE FACE GENÉTICA



APÊNDICE 5 - MOLDES COR DOS OLHOS



APÊNDICE 6 – MOLDES FORMA DO CABELO



ANEXO 1 – GENÓTIPO E FENÓTIPO COR DOS OLHOS



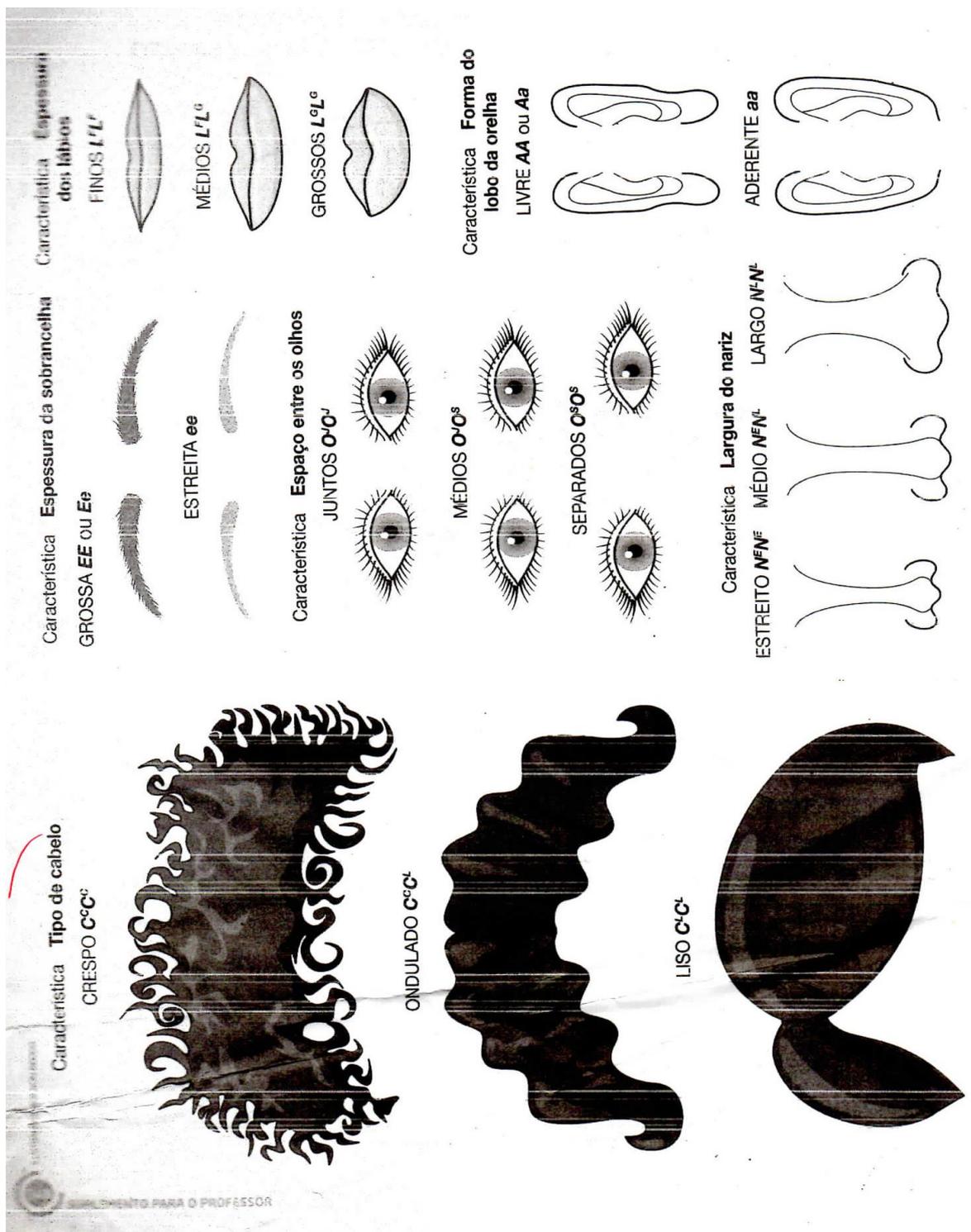
Fonte: <https://emmepedia.wordpress.com/thorne-tankughn-gerin/>

ANEXO 2 – GENES DOS OLHOS

<i>HERC2</i>	<i>Gey</i>	<i>Fenótipo</i>
BB	GG	Castanhos
Bb	Gb	Castanhos
Bb	gg	Castanhos
bb	GG	Verdes
bb	Gg	Verdes
bb	gg	Azuis

Fonte: <https://emmepedia.wordpress.com/thorne-tankughn-gerin/>

ANEXO 3 – QUADRO DE CARÁTER / GENES



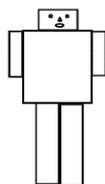
Fonte: Livro Amabis 3 série (2018)

ANEXO 4 – PRÉ-TESTE PEDAGÓGICO DE ABSTRAÇÃO

PRÉ -TESTE PEDAGÓGICO DE ABSTRAÇÃO

Nome: _____ Turma: _____ Grupo: _____

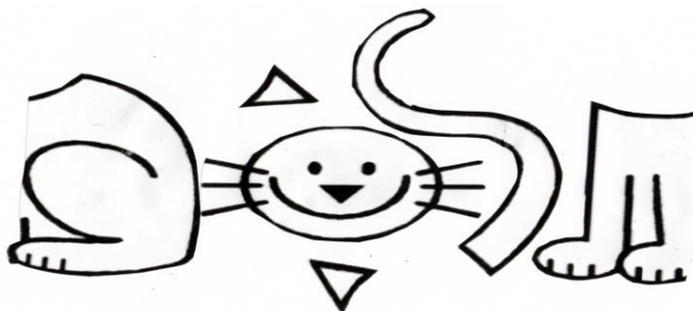
Identificação n.º _____ Sexo: () Feminino () Masculino



1. Desenhe as partes do robô em uma sequência ordenada nos quadrados.

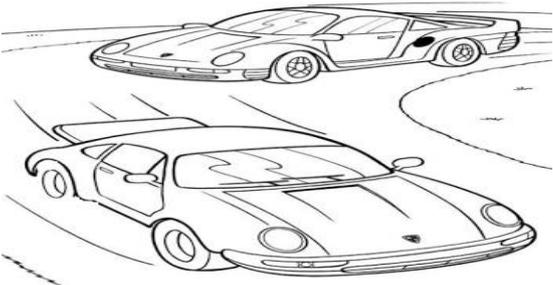
--	--	--	--

2. Reconponha o desenho.



--

3. Observe a imagem e faça modificação, se necessário.

 <p>Imagem: Desenho carros https://www.123desenhosparacolorir.com/desenhos-de-carros-para-colorir/</p>	<p>1. Você modificaria algo na imagem? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>2. Se sim, o que? Por que?</p>
--	---

4. Observe a imagem e faça modificação, se necessário.

 <p>Imagem: Desenho floresta Fonte: Elaborado pela autora (2020)</p>	<p>1. Você modificaria algo na imagem? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>2. Se sim, o quê? Por que?</p>
--	---

5. Num dia ensolarado na floresta Amazônica, o jacaré de papo amarelo aquecesse a beira do rio, as piranhas e os bodós transitam, harmoniosamente, no caudaloso rio escuro e duas borboletas teimam em pousar sobre a flor da Vitória-régia. De repente o tempo muda, o jacaré entra na água, os bodós se escodem no lodo, os peixes deslocam-se para longe e os insetos levantaram voo.

Quantos, quais e o que fizeram os insetos?

6. Na floresta Amazônica no rio Madeira, um canoeiro, fazia a travessia de 3 visitantes dos igarapés. Seu semblante pardo, de olhos amendoados e cabelo negro revoltos pelo vento, grossos e lisos caíam sobre os ombros largos. O braço trazia a tinta de urucum enfeitando os músculos do trabalho, uma pele bronzeada pelo sol e parda dos Ticunas. O homem alto esguio, sorriso grande nos lábios grossos e nariz largo, pele escura e brilhante sob o sol alto do norte, o outro de sorriso tímido, tinha os cabelos ondulados, finos e as veias azuis, apareciam sob a pele clara e o terceiro tinha os olhos puxados, cabelos lisos, pele clara e lábios roseados naturalmente. Análise as características de cada e faça a identificação de acordo com elas e qual você se enquadraria?

ANEXO 5 – PRÉ-TESTE: TESTE DIAGNÓSTICO DE GENÉTICA

Teste Diagnóstico de Genética

Estudante: _____ Turma: _____

01. (PUC-SP) Complete as lacunas abaixo e marque a sequência correta.

"Casais de pigmentação da pele normal, que apresentam genótipo _____ podem ter filhos albinos. O gene para o albinismo é _____ e não se manifesta nos indivíduos _____. São albinos apenas os indivíduos de genótipo _____."

- a) AA, dominante, homocigoto e aa.
- b) AA, recessivo, homocigoto e Aa.
- c) Aa, dominante, heterocigotos e aa.
- d) Aa, recessivo, heterocigotos e aa.
- e) aa, dominante, heterocigotos e AA.

02. (FGV) Sabe-se que o casamento consanguíneo, ou seja, entre indivíduos que são parentes próximos, resulta numa maior frequência de indivíduos com anomalias genéticas. Isso pode ser justificado pelo fato de os filhos apresentarem:

- a) maior probabilidade de heterocigotes recessivos
- b) maior probabilidade de homocigotes recessivos
- c) menor probabilidade de heterocigotes dominantes
- d) menor probabilidade de homocigotes dominantes
- e) menor probabilidade de homocigotes recessivos

03. (FUC-MT) Cruzando-se ervilhas verdes vv com ervilhas amarelas Vv, os descendentes serão:

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

04. Se cruzarmos dois gatos, sendo ambos heterocigóticos (Aa), obteremos:

- a) Apenas indivíduos Aa;
- b) Indivíduos AA e aa, na proporção de 3:1, respectivamente;
- c) Indivíduos AA e aa, na proporção de 2:1, respectivamente;
- d) Indivíduos AA, Aa e aa, na proporção de 1:2:1, respectivamente.

05. (UFPI – 98) Em seus experimentos, Mendel estudou a transmissão dos "fatores hereditários", conhecidos na linguagem atual dos geneticistas, como:

- a) Cromossomos
- b) Genes
- c) Esporos
- d) Gametas
- e) DNA

06. Luciano tem olhos castanhos e sua esposa, olhos azuis. Qual a provável descendência desse casal, sabendo-se que Luciano não carrega genes recessivos na sua genética, para esse caráter?

07. Camila é canhota e casou-se com Josias. Determine as possíveis combinações para esse cruzamento.

08. Considerando a diversidade das ervilhas, faça os seguintes cruzamentos:

- a) Ervilhas lisas x ervilhas lisas, ambas descendentes de ervilhas rugosas.
- b) Duas ervilhas baixas.
- c) Vagem de cor verde heterozigota com flor verde homozigota.

9. Em algumas situações, é possível perceber que um alelo de um determinado locus gênico inibe a ação de outro alelo em outro locus. Essa situação em que um gene mascara a expressão de outro é chamada de:

- Codominância. Recessividade.
- Epistasia. Euploidia. Homozigose.

10. Analise as alternativas a seguir e marque aquela que explica corretamente o significado do termo heterozigoto.

- Heterozigotos são indivíduos que apresentam diferentes alelos.
- Heterozigotos são indivíduos que possuem o mesmo alelo em um mesmo locus e em cromossomos homólogos.
- Heterozigotos são indivíduos que apresentam alterações cromossômicas em todo o conjunto cromossômico.
- Heterozigotos são indivíduos que apresentam alelos diferentes em um mesmo locus e em cromossomos homólogos.
- Heterozigotos são indivíduos que apresentam genes que só se expressam aos pares.

Fonte: <https://docero.com.br/doc/88ce8v>

ANEXO 6 – PÓS-TESTE - FERRAMENTA FACE GENÉTICA

TURNO _____ TURMA 3. SÉRIE: _____ GRUPO: _____ DATA: ____/____/2021

1. Como você descreveria a experiência de aprender os conceitos básicos de Genética jogando cartas e montando a face humana?

() Tanto faz (indiferente) () Ruim () Bom () Excelente

Porque ...

- () é repetitivo, desmotivador e cansativo.
() é divertido, interessante e desafiador.
() às vezes é interessante, às vezes dá sono.

2. Como você classificaria uma aula quando é só falada (dialogada) e o conteúdo é escrito no quadro branco?

() Tanto faz (indiferente) () Ruim () Bom () Excelente

Porque ...

- () é repetitivo, desmotivador e cansativo.
() é divertido, interessante e desafiador.
() às vezes é interessante, às vezes dá sono.

3. Descreva sua aparência (fenótipo) segundo o que você aprendeu no jogo a Face Genética. _____

4. Responda sobre a interação entre o genótipo (conjunto de genes) e a personificação da face humana (fenótipo):

Homem de pele preta (ABab) x Mulher de pele branca (abab)

O filho deles tem genótipo (abab)

Qual a cor da pele da criança (fenótipo/aparência)?

Essa criança terá qual quantidade de melanina?

() pouca () muita () Nenhuma

5. Se você quiser contribuir anote abaixo sugestões ou algo que melhore as aulas.

