



**Serviço Público Federal**  
**Ministério da Educação**  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
Instituto de Física  
Programa de Pós – Graduação em Ensino de Ciências  
Mestrado em Ensino de Ciências



**ADAYANI ROBERTA LAQUANETTI DE SOUZA**

**A HEREDITARIEDADE HUMANA PRESCRITA PELA BNCC  
NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E A  
TRANSPOSIÇÃO PARA O CURRÍCULO DOS ANOS FINAIS  
DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**Campo Grande/MS**  
**2020**



**Serviço Público Federal**  
**Ministério da Educação**  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
Instituto de Física  
Programa de Pós – Graduação em Ensino de Ciências  
Mestrado em Ensino de Ciências



**ADAYANI ROBERTA LAQUANETTI DE SOUZA**

**A HEREDITARIEDADE HUMANA PRESCRITA PELA BNCC  
NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E A  
TRANSPOSIÇÃO PARA O CURRÍCULO DOS ANOS FINAIS  
DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (Área de Concentração: Ensino de Ciências Naturais), da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para a defesa e obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

**Orientação:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vera de Mattos Machado.

**Campo Grande/MS**  
**2020**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vera de Mattos Machado  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Celina Piazza Recena  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ester Tartarotti  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzete Rosana de Castro Wiziack  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por ter me dado forças para passar por todas as dificuldades durante este tempo de estudo, mesmo quando me parecia impossível continuar.

À professora Dr.<sup>a</sup> Vera de Mattos Machado, por aceitar me orientar durante o mestrado e me acolher com todas as fragilidades do meu tratamento sempre me incentivando a prosseguir.

Às professoras Dr.<sup>a</sup> Maria Celina Piazza Recena, Dr.<sup>a</sup> Ester Tartarotti e Dr.<sup>a</sup> Suzete Rosana de Castro Wiziack pelas contribuições oferecidas na defesa e por aceitar participar dessa conquista em minha vida.

Aos meus filhos, Sofia e João, que me fazem superar os desafios da vida para tentar ser melhor todos os dias.

Ao meu amor Cleiton, pelo companheirismo e paciência durante todo esse tempo de dedicação, por acreditar nos meus sonhos e vivê-los comigo.

À minha família que está comigo em todos os momentos e se alegra com as minhas vitórias.

Aos amigos, que mesmo distantes, me dão apoio e incentivo.

## APRESENTAÇÃO

Desde os meus estudos básicos, no Ensino Fundamental e no Ensino Médio, eu estava envolvida com atividades que, com o caminhar na educação, me fizeram entender que se relacionavam com a minha escolha pela licenciatura. Gostava das atividades em grupo, das apresentações em feiras científicas e literárias. Na universidade, eu me identificava com as atividades de monitoria, e eu sempre participava e gostava muito, pois eu contribuía com os meus colegas de curso.

Iniciei o curso de graduação de Licenciatura e Bacharelado em Biologia no ano de 2006, na Universidade Católica Dom Bosco. A escolha deste curso para a minha formação acadêmica aconteceu desde muito cedo, pois sempre gostei das aulas de Ciências da Natureza e com as aulas de Biologia no Ensino Médio essa escolha foi confirmada. Durante os quatro anos de estudo na Universidade, tive contato com as diversas áreas deste curso, mas a licenciatura foi tomando conta das minhas atividades extracurriculares. Fazíamos grupos de estudos no período que não estávamos em aula e então fui me destacando como monitora de alguns conteúdos, pois tinha facilidade em entender e transmitir o que eu entendia para os meus colegas.

À medida que a disciplina de Educação e Ciência era trabalhada nos semestres do curso, eu me aproximava ainda mais da área da Educação, e quando os estágios iniciaram pude confirmar a minha escolha pela licenciatura.

No último ano do curso, 2009, eu já trabalhava em uma pequena escola de Campo Grande, MS, como professora auxiliar. Nesta escola permaneci por dois anos, lecionando Ciências para a turma do 9º ano do Ensino Fundamental. No início, atuando como professora, tive muitas dúvidas e incertezas, e as dúvidas me encaminharam a buscar meios para solucioná-las por meio de estudos que eu realizava nas horas que não estava na sala de aula.

Em 2012 comecei a trabalhar na Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul, na Escola Coração de Maria, permanecendo lá até o final do ano de 2017. O fato de ter novos desafios na vida profissional, me fez perceber, ainda mais, a importância de continuar buscando subsídios para a atuação docente. A escola prezava muito pelas formações continuadas e sempre discutíamos formas de melhorar nossa prática pedagógica, observando e analisando nossos resultados, buscando melhorar cada etapa vivida.

Então percebi que eu precisava não só estudar a vida escolar, mas também buscar aperfeiçoamento na minha área de atuação que é ensino de Ciências da Natureza. Diante desta constatação, foi que me interessei pelo Programa de Pós-graduação ofertado pelo Estado de

MS, por meio da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), a especialização em Educação Científica e Matemática. Iniciei os estudos em 2017, cujo encerramento ocorreu em 2018.

A partir de então, entendi a necessidade de continuar buscando meios de melhorar a minha prática didática. No curso de especialização tive contato com vários professores e disciplinas que me despertaram interesse por buscar aprofundamento nas abordagens teóricas e metodológicas, para esclarecer as questões do meu cotidiano em sala de aula. Durante a especialização participei do Encontro Regional de ensino de Biologia – Regional 1 (EREBIO), em 2017, realizado na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), onde todas as discussões e mesas-redondas em que participei me mostraram a importância do exercício de pesquisa no ensino e para a minha profissão.

Neste período, conversando com minha orientadora da especialização, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Celina Piazza Recena, demonstrei interesse na continuação dos meus estudos, e ela fez algumas referências sobre o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UFMS, o que impulsionou meu desejo de buscar esse segmento. Posteriormente, busquei informações necessárias e com ajuda dela desenvolvi meu projeto para participar do processo seletivo, que ocorreu em janeiro de 2018.

Trabalho desde 2018 na Secretaria de Educação do Estado de MS (SED/MS), mas o tempo destinado a sala de aula (6 anos) e as dificuldades observadas no meu cotidiano profissional, em relação ao processo de ensino e aprendizagem sobre o tema Hereditariedade Humana, além da criação de uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de Ciências da Natureza, em 2017, me motivaram a pesquisar sobre o currículo de Ciências presente na BNCC, e se este favorece o ensino e a aprendizagem do conteúdo de Hereditariedade Humana, objeto, agora, de minha pesquisa no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do INFI/ UFMS.

Antes da seleção do Mestrado, procurei pela Prof<sup>ª</sup>. Vera de Mattos Machado, que prontamente me atendeu e me incentivou a participar do processo seletivo, com o projeto desenvolvido. Então, no ano de 2018, iniciei minha trajetória neste curso. Todas as discussões nesse período me possibilitaram crescimento em relação à pesquisa na área do ensino de Ciências, além de perceber a importância de sabermos de onde partem nossas concepções didáticas e o que podemos fazer para modificá-las quando necessário.

Mas, como algumas coisas que acontecem conosco saem do nosso controle e planejamento, no meio do primeiro semestre do curso precisei fazer exames de investigação em relação a câncer de mama, e no fim do semestre a suspeita confirmou-se. De junho de 2018 a

abril de 2019 eu precisei diminuir todas as minhas atividades e mudar meus planos para um tratamento de saúde mais longo e cansativo. Consegui, com ajuda da minha família, da orientadora Prof<sup>a</sup> Vera, colegas de trabalho e curso, amigos e também com muita fé, fazer uma disciplina no segundo semestre de 2018, para dar continuidade nos estudos.

Em 2019, mesmo com a radioterapia, consegui retomar minhas atividades e preparar o material para a qualificação, que aconteceu em setembro. Logo após a qualificação precisei fazer nova pausa nos estudos devido a uma nova cirurgia, pois tive metástases em algumas regiões do corpo, além disso iniciei um novo tratamento que levou um tempo para adaptação. Passado o período de adaptação, em 2020, consegui retomar à elaboração da Dissertação, no entanto, outra pausa foi feita por precisar novamente de sessões de radioterapia, além da loucura que vivemos em relação ao Coronavírus (Covid-19), a caminhada não tem sido leve nem fácil, mas a presença de Deus em minha vida, o apoio da minha família e da minha querida orientadora Prof<sup>a</sup>. Vera me fizeram chegar até aqui.

## RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo investigar se o currículo de Ciências da Natureza, presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), favorece o ensino e a aprendizagem do conteúdo de Hereditariedade Humana para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental. A análise foi desenvolvida a partir de uma pesquisa documental com o estudo descritivo e analítico das habilidades referentes à Hereditariedade Humana para o 9º ano do EF presentes na BNCC e de duas coleções de Livros Didáticos (LD) de Ciências para o 9º ano (PNLD, 2020), além das contribuições das participantes da pesquisa por meio do questionário disponibilizado por correspondência eletrônica. Para tanto, optamos pela utilização da pesquisa de abordagem qualitativa, na perspectiva de Lüdke e André. As análises da BNCC e dos LD ocorreram conforme pressupostos da Teoria Antropológica do Didático (TAD) propostos por Chevallard e Gascón, as análises das respostas dadas ao questionário foram realizadas à luz da Análise Textual Discursiva proposta por Moraes e Galiazzi. Os resultados obtidos foram confrontados a partir da Transposição Didática descrita por Chevallard e a partir da TAD. A partir dos dados produzidos e analisados pudemos inferir que didaticamente e biologicamente o conteúdo proposto pela BNCC se apresenta muito complexo, o que não é diferente nos LD que abordam diversos conceitos científicos de forma simples e descontextualizada. Tais constatações foram também percebidas e apresentadas nas descrições realizadas pelas participantes da pesquisa. Ainda, consideramos que os aspectos discutidos dificultam o processo de Transposição Didática Interna (TDi) e necessitam de Organização Didática e Organização Biológica bem estruturadas para propiciar o desenvolvimento das habilidades propostas e o aprendizado do conteúdo pelo estudante. Diante do que foi analisado preparamos um material de sugestão aos professores de Ciências, para auxiliar na proposição de SD utilizando os Momentos de Estudo (ME), também pertinentes a TAD, e assim contribuir no processo de TDi realizada pelo professor e possibilitar o aprendizado e a produção de conhecimento sobre Hereditariedade Humana.

**Palavras-Chave:** Currículo de Ciências, BNCC, Hereditariedade Humana, Transposição Didática, Teoria Antropológica do Didático.

## ABSTRACT

The research aimed to investigate whether the Natural Sciences curriculum, present in the National Common Curricular Base (BNCC), favors the teaching and learning of Human Heredity content for students in the final years of Elementary School. The analysis was developed from a documentary research with the descriptive and analytical study of the skills related to Human Heredity for the 9th year of EF present at the BNCC and from two collections of Science Textbooks (LD) for the 9th year (PNLD, 2020), in addition to the contributions of the research participants through the questionnaire provided by electronic correspondence. For this, we opted for the use of qualitative research, in the perspective of Lüdke and André. The analyzes of BNCC and LD occurred according to the assumptions of the Anthropological Theory of Didactics (TAD) proposed by Chevallard and Gascón, the analyzes of the answers given to the questionnaire were carried out in the light of the Textual Discursive Analysis proposed by Moraes and Galiazzi. The results obtained were compared from the Didactic Transposition described by Chevallard and from the TAD. From the data produced and analyzed we were able to infer that didactically and biologically the content proposed by BNCC is very complex, which is no different in LDs that approach various scientific concepts in a simple and decontextualized way. Such findings were also perceived and presented in the descriptions made by the research participants. Still, we consider that the aspects discussed hinder the Internal Didactic Transposition (TDi) process and need a well-structured Didactic Organization and Biological Organization to provide the development of the proposed skills and the learning of the content by the student. In view of what was analyzed, we prepared a suggestion material for Science teachers, to assist in the proposal of DS using the Moments of Study (ME), also relevant to TAD, and thus contribute to the process of TDi performed by the teacher and enable learning and the production of knowledge about Human Heredity.

Keywords: Science Curriculum, BNCC, Human Heredity, Didactic Transposition, Anthropological Theory of Didactics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cromossomo e genes .....	42
Figura 2: Cromossomos homólogos e heterólogos presentes na células humanas (23 pares). 43	43
Figura 3: Representação do ciclo celular.....	44
Figura 4: Esquema dos processos de divisão celular.....	45
Figura 5: Modelo para demonstrar os resultados e explicação de Mendel.....	47
Figura 6: Etapas da Transposição Didática proposta por Chevallard.....	51
Figura 7: Organização Praxeológica da TAD.....	53
Figura 8: Fluxograma - Espaço Tridimensional onde cada um dos pontos representa uma OD ideal e possível .....	54
Figura 9: Organização Praxeológica da SD.....	57

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparativo entre as versões da BNCC .....	34
Quadro 2: Informações básicas de cada edição dos eventos. ....	36
Quadro 3: Número de trabalhos encontrados com a temática de pesquisa .....	37
Quadro 4: Descrição das técnicas e dos elementos tecnológicos do Tipo de tarefa (T1).....	63
Quadro 5: Descrição das técnicas e dos elementos tecnológicos do Tipo de tarefa (T2).....	64
Quadro 6: Descrição das técnicas e dos elementos tecnológicos do Tipo de tarefa (T3).....	64
Quadro 7: Descrição das técnicas e dos elementos tecnológicos do Tipo de tarefa (T4).....	65
Quadro 8: Descrição dos Tipos de tarefa (T) encontrados na parte “apresentação do conteúdo” (LD 1) .....	67
Quadro 9: Descrição dos Tipos de tarefa (T) encontrados na parte “atividades” (LD 1).....	69
Quadro 10: Descrição das técnicas ( $\tau$ ) para as atividades dos Tipos de tarefas (T) identificar, explicar e pesquisar (LD 1) .....	72
Quadro 11: Descrição dos Tipos de tarefa (T) encontrados na parte “apresentação do conteúdo” (LD 2).....	74
Quadro 12: Descrição dos Tipos de tarefa encontrados na parte “atividades” (LD 2).....	75
Quadro 13: Descrição das técnicas ( $\tau$ ) para as atividades do tipo identificar, explicar e definir (LD 2) .....	77
Quadro 14: Categorias finais referentes a “concepção de currículo” .....	81
Quadro 15: Categorias finais referente a “as versões da BNCC”.....	83
Quadro 16: Categorias finais referente a à “à a temática hereditariedade humana para o EF”	86
Quadro 17: Categorias finais referentes a à “abordagem da temática hereditariedade humana nos LD em comparação com a BNCC instituída” .....	89
Quadro 18: Descrição das técnicas e dos Elementos tecnológicos da tarefa t <sub>1</sub> .....	92
Quadro 19: Estrutura de uma SD com base nos ME – Hereditariedade Humana.....	94

## LISTA DE SIGLAS

ABRAPEC- Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

ATD – Análise Textual Discursiva

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

DNA - Ácido Desoxirribonucleico

EB - Educação Básica

EF – Ensino Fundamental

EI - Educação Infantil

EM – Ensino Médio

ENEBIO – Encontro Nacional de Ensino de Biologia

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

EUA – Estados Unidos

LD - Livro Didático

LDB- Lei de Diretrizes e Bases da Educação

ME – Momentos de Estudo

MEC - Ministério da Educação

OB – Organização Biológica

OD – Organização Didática

ODI – Organização Didática Ideal

ODP – Organização Didática Possível

OP – Organização Praxeológica

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNE - Plano Nacional de Educação

REME – Rede Municipal de Ensino

SBEEnBio - Associação Brasileira de Ensino de Biologia

SD – Sequência Didática

SEMED – Secretaria Municipal de Educação

TAD – Teoria Antropológica do Didático

TD – Transposição Didática

TDe – Transposição Didática Externa

TDi – Transposição Didática Interna

UC – Unidade de Conhecimento

URSS – União Soviética

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>CAPÍTULO 1: CURRÍCULO NA EDUCAÇÃO FORMAL</b> .....	20
<b>1.1 - BREVE HISTÓRICO SOBRE O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS NO BRASIL</b> .....	31
<b>1.1.1 - O Currículo de Ciências na BNCC</b> .....	33
<b>1.2 – A HEREDITARIEDADE HUMANA NO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS DA BNCC A PARTIR DO ENEBIO E ENPEC</b> .....	36
<b>CAPÍTULO 2: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS SOBRE A HEREDITARIEDADE HUMANA</b> .....	42
<b>2.1- GENES E CROMOSSOMOS</b> .....	42
<b>2.2 - DIVISÃO CELULAR</b> .....	44
<b>2.3 - PRINCÍPIOS DA HEREDITARIEDADE</b> .....	45
<b>CAPÍTULO 3: REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	49
<b>3.1 - TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA - TD</b> .....	49
<b>3.2 - TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO – TAD</b> .....	51
<b>CAPÍTULO 4: PERCURSO DA PESQUISA</b> .....	55
<b>4.1 - TIPO DE PESQUISA</b> .....	55
<b>4.2 - COLETA DE DADOS</b> .....	56
<b>4.2.1 – Pesquisa Documental</b> .....	56
<b>4.2.2 – Questionário estrutura aberto</b> .....	58
<b>4.3 - PARTICIPANTES DA PESQUISA</b> .....	60
<b>4.4 - RECOMENDAÇÕES AOS PROFESSORES</b> .....	60
<b>CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	63
<b>5.1 –A HEREDITARIEDADE HUMANA NA BNCC</b> .....	63
<b>5.2 A HEREDITARIEDADE HUMANA PROPOSTA PELOS LD</b> .....	66
<b>5.3 CONTRIBUIÇÕES DAS PARTICIPANTES DA PESQUISA</b> .....	80
<b>5.3.1 A concepção de currículo para os participantes da pesquisa</b> .....	81
<b>5.3.2 Percepções a respeito das três versões da BNCC</b> .....	83
<b>5.3.3 Percepções sobre o conteúdo Hereditariedade Humana para os Anos finais do EF</b> ....	85
<b>5.3.4 Percepções sobre o conteúdo Hereditariedade Humana presente no LD</b> .....	89
<b>5.4 RECOMENDAÇÕES DESTINADAS AOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS</b> .....	91

<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>96</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>104</b>

## INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os estudantes brasileiros devem desenvolver ao longo das etapas da Educação Básica (ensino fundamental e ensino médio). A elaboração deste documento possui marcos que a regulamentam, um destes marcos está previsto pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que apresenta o seguinte texto em seu Artigo 26:

Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela (LDBEN, 9.394/96)

Outro marco importante para a elaboração deste documento é a Lei n. 13.005 de 25 de junho de 2014, que regulamenta o Plano Nacional de Educação (PNE), com vigência de 10 anos. O PNE apresenta 20 metas para a melhoria da qualidade da Educação Básica e quatro dessas metas possuem estratégias que se referem a BNCC:

**Meta 2:** universalizar o ensino fundamental de 9 (nove) anos para toda a população de 6 (seis) a 14 (quatorze) anos e garantir que pelo menos 95% (noventa e cinco por cento) dos alunos concluam essa etapa na idade recomendada, até o último ano de vigência deste PNE.

2.2 pactuar entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios a implantação dos direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento que configurarão a base nacional comum curricular do ensino fundamental;

**Meta 3:** universalizar, até 2016, o atendimento escolar para toda a população de 15 (quinze) a 17 (dezessete) anos e elevar, até o final do período de vigência deste PNE, a taxa líquida de matrículas no ensino médio para 85% (oitenta e cinco por cento).

3.3) pactuar entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios a implantação dos direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento que configurarão a base nacional comum curricular do ensino médio;

**Meta 7:** fomentar a qualidade da educação básica em todas as etapas e modalidades, com melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem, de modo a atingir as seguintes médias nacionais para o Ideb: 6,0 nos anos iniciais do ensino fundamental; 5,5 nos anos finais do ensino fundamental; 5,2 no ensino médio.

7.1) estabelecer e implantar, mediante pactuação interfederativa, diretrizes pedagógicas para a educação básica e a base nacional comum dos currículos, com direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos (as) alunos (as) para cada ano do ensino fundamental e médio, respeitada a diversidade regional, estadual e local;

**Meta 15:** garantir, em regime de colaboração entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no prazo de 1 (um) ano de vigência deste PNE, política nacional de formação dos profissionais da educação de que tratam os incisos I, II e III do caput do art. 61 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, assegurado que todos os professores e as professoras da educação básica possuam formação específica de nível superior, obtida em curso de licenciatura na área de conhecimento em que atuam.

15.6) promover a reforma curricular dos cursos de licenciatura e estimular a renovação pedagógica, de forma a assegurar o foco no aprendizado do (a) aluno (a), dividindo a carga horária em formação geral, formação na área do saber e didática específica e incorporando as modernas tecnologias de informação e comunicação, em articulação com a base nacional comum dos currículos da educação básica, de que tratam as estratégias 2.1, 2.2, 3.2 e 3.3 deste PNE;

A BNCC foi desenvolvida em três versões: a primeira versão lançada em 16 de setembro de 2015 e a segunda versão lançada em 3 de maio de 2016. Apresentam as três etapas da Educação Básica (EB), Educação Infantil (EI), Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM). A versão final lançada em abril de 2017, foi homologada em 20 de dezembro de 2017, e apresenta apenas as etapas de EI e do EF. Somente em 14 de dezembro de 2018 é que a versão final para o EM foi homologada.

Até a publicação da BNCC definitiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) eram os únicos orientadores curriculares nacionais, para o EF, cujos eixos para as Ciências Naturais eram: Vida e Ambiente; Ser Humano e Saúde; Tecnologia e Sociedade; Terra e Universo. Já, a BNCC publicada em 2017, possui os seguintes eixos para o componente Ciências: Matéria e Energia; Vida e Evolução; Terra e Universo.

Por ser a BNCC um documento curricular recente para a EB, consideramos ser de grande importância descortinar suas orientações, por meio de um olhar reflexivo e crítico, no que diz respeito ao contexto das Ciências da Natureza e sua proposta didático-pedagógica.

Nesse sentido, fazemos o seguinte questionamento: *O currículo de Ciências da Natureza presente na BNCC favorece o ensino e a aprendizagem do conteúdo de Hereditariedade Humana, para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental?*

Para responder a esse questionamento, consideramos a presente pesquisa necessária, pois, em sua trajetória ela trará reflexões críticas sobre o currículo proposto pela BNCC para o Ensino de Ciências nos anos finais do EF, sobre um tema considerado por muitos professores e estudantes como complexo e de difícil compreensão: a Hereditariedade Humana.

Sobre currículo, nos identificamos com o pensamento de Sacristán (2017), que demonstra a necessidade da relação entre o contexto social e histórico no currículo:

[...] entender o currículo num sistema educativo requer prestar atenção às práticas políticas e administrativas que se expressam em seu desenvolvimento, às condições estruturais, organizativas, materiais, dotação de professorado, à bagagem de ideias e significado que lhe dão forma e que o modelam em sucessivos passos de transformação (SACRISTÁN, 2017, p. 21).

Nesse sentido, as reflexões sobre o currículo de Ciências da Natureza na BNCC, nos ajudarão a compreender essa proposta, seu potencial e/ou limitações para o ensino e a aprendizagem, principalmente sobre o tema desta pesquisa. Assim:

[...]o currículo como código de seleção e organização do conhecimento exige um processo de transformação do conhecimento em conhecimento escolar, *grosso modo*, em disciplinas, que denominamos de *processo de transformação curricular*, em cuja caracterização situamos tanto as finalidades educativas, expressas nas políticas educativas, como as práticas de *design curricular*, assumidas no momento do planejamento (PACHECO, 2016, p.69).

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi o de investigar se o currículo de Ciências da Natureza, presente na BNCC, favorece o ensino e a aprendizagem do conteúdo de Hereditariedade Humana para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental.

A partir das considerações apresentadas nesta introdução, buscamos solidificar, cada vez mais caminhos que nos levem a responder à questão desta pesquisa. Para tanto, neste relatório apresentamos a seguinte sistematização, no Capítulo 1 - Currículo na Educação Formal- foi discutido a concepção de currículo proposta por autores como, Lopes (2007), Moreira e Tadeu (2011), Goodson (2013) e Sacristán (2017). No item 1.1 há um breve histórico sobre o currículo do ensino de Ciências no Brasil e o currículo para o ensino de Ciências na Base Nacional Comum Curricular. O item 1.2 apresenta a revisão bibliográfica sobre a Hereditariedade Humana no currículo de Ciências da BNCC a partir do ENPEC e ENEBIO.

No Capítulo 2 – Conhecimentos científicos sobre a Hereditariedade Humana - abordamos diversos conceitos como: gene e cromossomos, divisão celular, mitose, meiose e apresentamos alguns aspectos da hereditariedade proposta por Mendel.

O Capítulo 3 – Referencial Teórico – abordou os conceitos propostos por Chevallard (1999; 2005) relacionados à Transposição Didática e Teoria Antropológica do Didático. Este referencial será utilizado nas discussões para entendermos de que forma os currículos são organizados e como os conteúdos são transformados em conhecimentos ensináveis, ou seja, para chegarem na sala de aula.

O Capítulo 4 – Metodologia da Pesquisa – descreve o percurso realizado para obtermos nossos resultados, desde o tipo de pesquisa, a coleta de dados (abordando a pesquisa documental e o questionário aberto e estruturado, respondido por professores), a definição dos participantes da pesquisa e, por fim, a proposição de como foi feita a sequência didática, proposta da pesquisa.

No Capítulo 5 – Resultados e Discussões – apresentamos as Análises Praxeológicas das habilidades sobre hereditariedade humana propostas pela BNCC e o capítulos dos livros didáticos escolhidos que se referem ao mesmo tema. Apresentamos também as Análises Textuais Discursivas a partir dos questionários aplicados aos professores, e a última seção aborda um projeto de sequência didática a partir dos Momentos de Estudo orientados por Chevallard (1999) sobre o tema hereditariedade humana. E por fim, as Considerações Finais.

## **CAPÍTULO 1: CURRÍCULO NA EDUCAÇÃO FORMAL**

Conforme alguns teóricos, o currículo escolar reflete o contexto social, histórico, econômico e político de uma sociedade, que se relaciona às questões de ideologia, cultura e poder. (MOREIRA e TADEU, 2011; GOODSON, 2013; SACRISTÁN, 2017).

Sacristán (2017) apresenta diversas concepções de currículo discutidas por diferentes autores. Entre as concepções apresentam-se: o currículo como experiência que pode ser vivida pelos estudantes, a partir do que é proposto pela escola; currículo como definição de conteúdos e valores; currículo como programa de atividades, sistematicamente organizadas e orientadas por metodologias específicas; currículo como conjunto de matérias a serem trabalhadas ao longo de um ciclo determinado; currículo como organização de resultados de aprendizagem; currículo como habilidades a serem desenvolvidas.

A partir do que foi discutido como definições e concepções de currículo, Sacristán (2017), organiza cinco aspectos a serem analisados em um currículo: 1- a função social; 2- o plano educativo composto por diferentes aspectos, experiências, conteúdos e outros; 3- como ocorre a expressão material e formal deste plano educativo; 4- os processos instrutivos e a realidade da prática, a intersecção de práticas e a interação entre teoria e prática em educação; 5- atividade discursiva acadêmica e pesquisadora sobre todos estes temas (SACRISTÁN, 2017).

Conforme podemos observar, o currículo apresenta uma organização sistemática e influenciada por aspectos sociais, da cultura, da política, da história e outros aspectos da instituição que o propõe. É organizado de forma a se apresentar em constante movimento, estabelecendo relação entre estudantes e professores, elementos técnicos e agentes sociais:

Os currículos são a expressão do equilíbrio de interesses e forças que gravitam sobre o sistema educativo num dado momento, enquanto através deles se realizam os fins da educação no ensino escolarizado. [...] é uma opção historicamente configurada, que se sedimentou dentro de uma determinada trama cultural, política, social e escolar; está carregado de valores e pressupostos que é preciso decifrar (SACRISTÁN, 2017, p. 16-17).

Sob outra óptica, Moreira e Tadeu (2011), definem o currículo como sendo uma estrutura proveniente de tensões, conflitos e concessões políticas, sociais e econômicas de uma sociedade, longe da neutralidade de como é apresentado à população em geral. Além disso, os autores ainda apresentam que as questões procedimentais, de técnicas e métodos foram superadas, mas que é importante considerar o porquê da organização escolar, pois o currículo

se relaciona com a história de uma sociedade e da educação, transmitindo visões e interesses particulares (MOREIRA e TADEU, 2011).

Os currículos como são apresentados pelos teóricos, refletem conflitos de interesses de uma sociedade e valores dominantes que conduzem às ações educativas, por isso não se estabelecem na neutralidade. Dessa forma, as reformas curriculares acontecem para atender às necessidades sociais de determinada época, conforme descrito por Sacristán:

A relação de determinação sociedade-cultura-curriculum-prática explica que a atualidade do currículo se veja estimulada nos momentos de mudanças nos sistemas educativos, como reflexo da pressão que a instituição escolar sofre desde diversas frentes, para que adapte seus conteúdos à própria evolução cultural e econômica da sociedade (SACRISTÁN, 2017, p. 20).

Analisar o currículo de determinada instituição implica em estudos dos contextos nos quais este se configura, relacionados às práticas políticas e administrativas expressas pelo desenvolvimento do currículo, estruturas de organização, materiais, formação de professores, ideias e significados de todo o processo de transformação. E ainda, Moreira e Tadeu (2011) afirmam que o currículo não é um elemento transcendente e atemporal, sendo rico em história relacionada à sociedade e à educação. Por expressar a história de uma sociedade, este material expressa também a ideologia de um grupo, apresentando seus interesses, relações de poder e quem se beneficia com o que é proposto.

Assim, o currículo é proposto a partir de um sistema escolar concreto para determinados grupos de professores e estudantes, utilizando determinados meios num contexto real, entendido então por um complexo processo social com múltiplas expressões que não se restringem apenas às ações pedagógicas de ensino, mas é resultado da interação destas ações com ações políticas-administrativas, de supervisão, de poder, culturais, científicas e outras: “é resultado de decisões que obedecem a fatores determinantes diversos: culturais, econômicos, políticos e pedagógicos” (SACRISTÁN, 2017, p. 26).

O currículo expressa uma cultura reguladora que impõe temas considerados relevantes para abordar em sala de aula, assim conteúdos, procedimentos, metodologias e objetivos de avaliações são produtos das práticas curriculares dominantes. Como síntese do que é currículo, Sacristán (2017) conclui que é a expressão da função social da escola, é imprescindível para a prática pedagógica e está relacionado com a formação do professor. No currículo encontra-se determinações pedagógicas, políticas, administrativas e outras que controlam o sistema escolar (SACRISTÁN, 2017).

Diante da constatação do currículo como cultura imposta para a escola, Sacristán (2017), apresenta três aspectos a serem considerados na concretização deste: 1 - a seleção cultural, 2 - as condições institucionais e 3 - as concepções curriculares. O primeiro aspecto refere-se à seleção de conteúdos organizados e codificados para o currículo de acordo com o nível escolar ou modalidade. No segundo aspecto, as condições institucionais referem-se às influências políticas e administrativas decorrentes da organização da escola como instituição que possui regras e ordenam as relações entre estudantes e professores. O terceiro aspecto refere-se a como este currículo é organizado, considerando questões sociais, epistemológicas, científicas, pedagógicas, filosofias curriculares e modelos educativos.

Além desses aspectos, Sacristán (2017) acrescenta:

Na escolaridade obrigatória, o currículo costuma refletir um projeto educativo globalizador, que agrupa diversas facetas da cultura, do desenvolvimento pessoal e social, das necessidades vitais dos indivíduos para seu desempenho em sociedade, aptidões e habilidades consideradas fundamentais, etc. (SACRISTÁN, 2017, p. 55).

Nesta perspectiva, observa-se que o currículo institui na escola funções antes desempenhadas pelas famílias, igrejas e outros grupos sociais, determina aspectos que envolvem a capacitação dos estudantes para a vida, mas não aceita redução nos conhecimentos científicos, um currículo integrado é muito mais complexo do que os currículos tradicionais:

Exige-se dos currículos modernos que, além das áreas clássicas de conhecimento deem noção de higiene pessoal, educação para o trânsito, de educação sexual, educação para o consumo, que fomentem determinados hábitos sociais, que previnam contra as drogas, que se abram aos novos meios de comunicação, que respondam à necessidade de uma cultura juvenil com problemas de integração no mundo adulto, que atendam aos novos saberes científicos e técnicos, que acolham o conjunto das ciências sociais, que recuperem a dimensão estética da cultura, que se preocupem pela deterioração do meio ambiente, etc. (SACRISTÁN, 2017, p. 58).

Essa complexidade na estruturação de um currículo moderno sofre impactos relacionados à seleção cultural não neutra, pois há vários conflitos relacionados à valorização de determinados componentes em detrimento de outros de acordo com a classe dominante que o propõe. Por isso, a proposição de um currículo comum a todos os estudantes de diferentes classes sociais não possibilita o alcance dos mesmos objetivos se este não apresentar diversificadas metodologias associadas às experiências cotidianas para, assim, oferecer diversas oportunidades para os estudantes (SACRISTÁN, 2017).

Na organização curricular, Sacristán (2017,p.75), chama de código “qualquer elemento ou ideia que intervém na seleção, ordenação, sequência, instrumentação metodológica e

apresentação dos currículos a alunos e professores” provenientes de opções políticas e sociais, concepções epistemológicas, princípios psicopedagógicos e administrativos, explicitando quatro códigos: 1 – código de especialização do currículo, 2 – código organizativo, 3 – código de separação de funções e 4 – códigos metodológicos.

O código de especialização do currículo configura-se na ordenação de um currículo que se apresenta integrado (podemos exemplificar com a organização apresentada para a Educação Infantil e Ensino Fundamental Anos Iniciais) ou com subdivisões (tendo como exemplo a organização do Ensino Fundamental Anos Finais e Ensino Médio). A diferença entre estas organizações não está apenas na apresentação dos chamados conteúdos, mas também, como se dá o trabalho dos professores, que no primeiro caso é interdisciplinar e no segundo especializado ou por componentes.

Essas estruturações exigem do professor formação distinta, pois, o trabalho com o currículo integrado relaciona-se com uma formação também integrada, interdisciplinar que considera diversos aspectos em um único conteúdo ou sala de aula, e, o trabalho com o currículo especializado relaciona-se com a formação inicial comum aos professores que escolhem uma área/componente de atuação e desempenha funções individuais e solitárias em determinada turma (SACRISTÁN, 2017).

O código organizativo relaciona-se com a estruturação do currículo em função das características do sistema escolar e interfere também nas relações entre professor-estudante e no exercício profissional deste, podemos exemplificar com a organização semestral ou anual de uma modalidade/ano de ensino.

O código de separação de funções induz à divisão de funções entre professores e outros profissionais, o que pode originar a perda de unidade no trabalho e de competências inerentes ao seu desempenho, exemplifica-se a relação entre professores e tutores de determinadas turmas, neste caso fica a responsabilidade do tutor a atenção direta ao estudante e ao professor a responsabilidade de ensinar.

O quarto código refere-se à proposição de princípios e ideias sobre educação, o desenvolvimento, a aprendizagem e os métodos de ensino presentes no currículo, em livros didáticos (LD), programações e planejamentos da escola e do professor.

A respeito dos códigos indicados Sacristán (2017), faz as seguintes considerações:

[...] a prática docente tem reguladores externos aos professores, embora atuem por meio deles configurando a forma que o exercício de sua prática adota. [...] na medida em que o professor não tenha o domínio na decisão de sua prática, uma série de

conhecimentos e competências intelectuais deixarão de lhe pertencer como profissionalizadoras (SACRISTÁN, 2017, p. 86).

Tais considerações estão diretamente ligadas ao fato de que os professores não participam da construção do currículo, que ocorre fora do âmbito escolar, modela a prática profissional do professor, delimita a interação entre teoria e prática de acordo com o poder de determinação dos agentes de construção deste e constituem as condições institucionais de aprendizagem motivadas pelo currículo, “toda a regulação que afeta a instituição escolar, o pessoal disponível, os meios didáticos, os espaços, o tempo e sua distribuição, o tamanho das classes, o clima de controle, etc., são os campos mais imediatos da aprendizagem escolar” (SACRISTÁN, 2017, p. 88).

A aprendizagem escolar é dependente de fatores externos e internos da escola relacionados aos acontecimentos anteriores e simultâneos ao processo de ensino-aprendizagem. O processo de ensino é determinado por atuações políticas, administrativas e jurídicas que impõe o direcionamento das práticas dos professores, sendo que estes apenas modelam os campos de determinações que são flexíveis, dinâmicos e vulneráveis às imposições. Estas determinações e todos os fatores externos apresentados até o momento constituem o currículo explícito, as condições e o ambiente escolar criados na escola constituem o currículo oculto, que são os fatores internos ao processo de ensino-aprendizagem constituídos pela estrutura da escola e da sala de aula, pela disponibilidade, acesso e normas de uso de materiais didáticos aos estudantes, pela organização das relações interpessoais (formação de turmas, relação professor-estudante e outros) e pela gestão de trabalho e aprendizagem (SACRISTÁN, 2017)

Toda a configuração curricular discutida até o momento refere-se a uma esfera de atuação para diversos gestores, com habilidades distintas fragmentadas em diferentes porções, que agem de forma específica em cada situação:

[...] Sobre o currículo incidem as decisões sobre os mínimos a que se deve ater a política de administração num dado momento, os sistemas de exames e controles para passar para níveis superiores de educação, assessores e técnicos diversos, a estrutura do saber de acordo com os grupos de especialistas dominantes num dado momento, elaboradores de materiais, os seus fabricantes, editores de guias e livros-texto, equipes de professores organizados, etc. (SACRISTÁN, 2017, p. 99).

Entender todos os níveis que compõem o currículo permite também entender os pontos fundamentais que afetam todas as transformações do processo. Para isso, Sacristán (2017), organiza seis fases chamadas de objetivação do significado do currículo, que abordaremos adiante: 1- o currículo prescrito, 2- o currículo apresentado aos professores, 3- o currículo

modelado pelos professores, 4- o currículo em ação, 5- o currículo realizado e, 6- o currículo avaliado.

Conforme percebido, Sacristán (2017) aponta as duas fases iniciais como de caráter econômico, político, social, cultural e administrativo determinados pelo poder público. As demais fases, demonstram que existe interferência do professor no desenvolvimento do currículo, relacionadas a condicionantes presentes na escola, apesar das regras impostas e da tentativa de controle pelo poder público.

Nesse sentido, o currículo modelado pelos professores relaciona-se com a ressignificação do currículo prescrito e do apresentado aos professores, entre o currículo modelado e o que é realizado encontra-se o currículo em ação que se relaciona com as ações pedagógicas propostas pelos professores, e por fim, o currículo avaliado que interfere diretamente na modelação do currículo (SACRISTÁN, 2017).

O currículo prescrito para o sistema educativo e para os professores, mais evidente no ensino obrigatório, é a sua própria definição, de seu conteúdo e demais orientações relativas aos códigos que organizam, que obedecem às determinações que procedem do fato de ser um objeto regulado por instâncias políticas e administrativas (SACRISTÁN, 2017, p. 109).

Este currículo apresenta-se por meio das diretrizes curriculares e conteúdos mínimos para um sistema educativo e por estar presente na educação básica, se impõe de maneira comum a todos os cidadãos. Fazem parte deste currículo as aprendizagens, as orientações pedagógicas e os conteúdos para o sistema de educação. Esta organização está bem longe da neutralidade, pois as diferentes classes sociais possuem diferentes experiências extracurriculares o que pode gerar diferentes oportunidades e não leva em consideração que a sociedade é heterogênea, por isso “marca uma norma de qualidade de conhecimentos e aprendizagens básicas para todo o sistema, que precisa uma política compensatória para os mais desfavorecidos” (SACRISTÁN, 2017, p. 112).

Assim como Sacristán (2017), define o que seriam as prescrições curriculares, Goodson (2013), de forma similar apresenta o currículo prescritivo como um conjunto de normas gerais, definidas pelos grupos que tem o poder de propor o currículo, com orientações consistentes e homogêneas e como referência à ordenação de todo o sistema curricular e à elaboração de materiais curriculares: “[...] o currículo foi inventado basicamente como um conceito para direcionar e controlar a autonomia do professor e sua liberdade potencial em aula” (GOODSON, 2013, p. 143).

As prescrições influenciam diretamente em opções pedagógicas, regulam campo de ação e podem interferir na formação profissional dos docentes, mas tem pouca eficiência quando se trata das práticas cotidianas dos professores, assim podem gerar uma dependência de materiais que auxiliem de forma efetiva o desenvolvimento do trabalho dos docentes, exigem respostas das escolas frente ao currículo, e, tais respostas podem relacionar-se às diversidades sociais e por vezes os professores não estão preparados para essas situações, pois a sua formação inicial não promoveu tal preparação e as condições de trabalho também não são favoráveis a isso:

[...] as condições nas quais desenvolvem seu trabalho fazem com que os meios elaboradores do currículo sejam como dispositivos intermediários, essenciais e indispensáveis no atual sistema escolar. Esta função capital que os meios didáticos cumprem, mas sobretudo os guias didáticos e os livros-textos, que são os autênticos responsáveis da aproximação das prescrições curriculares aos professores (SACRISTÁN, 2017, p. 149).

Estes materiais citados anteriormente representam a fase de objetivação chamada de Currículo apresentado aos professores, são apenas produções autônomas relacionadas às necessidades dos professores, como também de controle ao trabalho desenvolvido por eles, pois poucos materiais apresentam abordagens de todo o currículo prescrito, diversas atividades que são apresentadas aos estudantes e outros aspectos.

Mesmo sendo uma abordagem sucinta, desconexa e muitas vezes por esquemas simples dos conteúdos, são materiais muito utilizados pelos docentes, e, sugerir a não utilização destes pode gerar uma grande dificuldade no desenvolvimento das práticas pedagógicas, pois as deficiências relacionadas à formação inicial do docente, as condições de trabalho e a dificuldade de superar as imposições das prescrições geram a dependência dos LD, que atendem às ideologias de outros grupos relacionados a fatores econômicos.

Com relação ao currículo prescrito é possível afirmar, ainda, que é o ponto de apoio no Brasil, para a elaboração dos recursos didáticos, como o aplicado para a produção dos livros didáticos (LD), definidos por Sacristán (2017) como Currículo apresentado aos professores, utilizados por grande parte das escolas básicas e ensino superior. Por isso, é possível observar a ideologia das prescrições presente nos LD. Lopes (2007), afirma que o currículo prescrito tem grande influência sobre os professores, que estes só se preocupam com seus erros e problemas de sequência de conteúdo, por isso acrescenta:

[...] O livro didático é tido como um padrão curricular desejável, mesmo quando se considera a possibilidade de que ele seja modificado de alguma forma. A defesa de

sua distribuição às escolas é primordialmente vista como a forma mais efetiva de apresentar uma proposta curricular aos professores e alunos (LOPES, 2007, p. 212)

Diante disso, observa-se que o LD pode ser apresentado como um instrumento impositivo de certa concepção de currículo, proveniente do poder público, das editoras de livros ou de autores que produzem as coleções didáticas. Segundo Lopes (2007, p. 220) é importante “entender o livro didático como um texto curricular com poder significativo sobre as práticas curriculares”. Esta imposição, feita a começar do LD, pode ser observada a partir do que Moreira e Tadeu (2011) descrevem em relação à cultura, o poder e o currículo, apresentando o currículo e a educação como campos de produção, construção e contestação de significados e sentidos:

[...] o currículo, enquanto definição oficial daquilo que conta como conhecimento válido e importante, expressa os interesses dos grupos e classes colocados em vantagem em relações de poder, o currículo é expressão das relações sociais de poder (MOREIRA e TADEU, 2011, p.37).

O currículo é desenvolvido por diversas práticas e processos que são propostos por determinados grupos e se entrecruzam, mas quando se trata das atividades pedagógicas relacionadas ao currículo, o professor é o membro mais importante, pois o currículo determina os conhecimentos que serão acessados pelos estudantes. A relação entre os estudantes e as práticas pedagógicas é mediada pelo professor e por isso Sacristán (2017) chama de Currículo modelado pelos professores. Esta mediação faz com que os professores sejam ativos na modelação do currículo, interferindo em como os conteúdos e códigos serão apresentados aos estudantes. Tal interferência ocorre a partir da realidade do local de trabalho, das normas da instituição, das normas que regem a instituição e o currículo.

Diante do exposto, pode-se verificar que mesmo o professor sendo o agente principal na modelação e mediação do currículo, suas ações são determinadas pela ideologia política, administrativa e econômica que regem o currículo e consequentemente pelas demandas sociais institucionalizadas. “Nesse sentido, a política curricular e a dependência em relação a meios que ‘traduzem’ para o professor o currículo já elaborado são instâncias socializadoras do papel profissional que prefigura a estrutura do cargo” (SACRISTÁN, 2017, p. 171). E, ainda, a formação inicial do professor, que não o prepara para intervenções a estas imposições, possibilita aceitação mais rápida às imposições curriculares e a dependência dos LD.

Assim, a autonomia dada ao professor para esse processo de modelação é influenciada por fatores externos e internos ao seu trabalho. Quando um professor escolhe um conteúdo em

detrimento de outros que foram designados pelo currículo prescrito e apresentado, leva em consideração sua formação, as possibilidades pedagógicas, tornando uma decisão pessoal. É na modelação curricular que os docentes podem exercer suas competências profissionais, elencando as atividades que serão realizadas pelos estudantes, o tempo de duração destas, como ocorrerão as avaliações, escolhendo estratégias de ensino e materiais que serão utilizados e outros (SACRISTÁN, 2017).

Os resultados destas modelações serão analisados e avaliados a partir da realização de todas as propostas, na concretização em situações reais. Na ação tudo terá significado e valor para professores e estudantes. O Currículo em ação, conforme denominado por Sacristán (2017) se apresenta por meio de todas as tarefas realizadas na escola por professores e estudantes, tendo relação direta com o que se conhece por planejamento e planos de aula propostos pelos docentes. As tarefas são expressões de atividades de ensino diretamente ligadas às funções sociais determinadas à escola, são ações prolongadas, ordenadas, articuladas e obedecem a um esquema de atuação:

O desenvolvimento de uma tarefa organiza a vida da aula durante o tempo em que transcorre, o que lhe dá a característica de ser um esquema *dinâmico*, regula a interação dos alunos com os professores, o comportamento do aluno com aprendiz e o do professor, marca as pautas de utilização dos materiais, aborda os objetivos e conteúdos de uma área curricular ou de um fragmento propõe uma forma de transcorrer os acontecimentos na classe (SACRISTÁN, 2017, p. 209).

Dessa forma, as tarefas regulam a prática, concretizando o currículo. Mesmo esse movimento de ações sendo dinâmico, quando se realiza dentro de um sistema educativo pode gerar metodologias pedagógicas muito parecidas pois, foram geradas por um plano interno, interferindo no comportamento dos professores, planejadas por coletividades e reproduzidas a partir de LD. As tarefas são expressões da prática pedagógica, definem o ambiente de aprendizagem da sala de aula, possuem efeitos permanentes por ser regulares, auxiliam na mediação entre currículo e estudantes, apresentam as teorias adotadas pelos professores, articulam as práticas pedagógicas ao currículo e são expressões sociais e pessoais que interferem na relações entre professores e estudantes (SACRISTÁN, 2017).

Em decorrência, a mediação a partir das tarefas interfere na qualidade dos processos cognitivos, por isso a eficiência do currículo depende dos tipos de tarefas que são realizadas, que podem ser de memória, procedimentais, de compreensão e de opinião. Estas atividades estão diretamente ligadas à estruturação do trabalho docente que é diverso e ultrapassa as práticas pedagógicas, pois se desenvolve em níveis distintos dentro e fora de sala de aula, de

forma individual e coletiva. Todo o desenvolvimento do trabalho docente é a resposta ao que a sociedade e o sistema educativo impõem sobre sua prática “[...] (LOPES, 2007). As decisões são tomadas pela regulação burocrática do sistema educativo, os agentes que lhe apresentam o currículo, o *ethos* profissional do grupo, o clima da escola, etc.” (SACRISTÁN, 2017, p. 242).

Ao descrever as objetivações do currículo, Sacristán (2017) dando continuidade ao Currículo em Ação, apresenta o Currículo Realizado, este juntamente com as tarefas compõe o planejamento do professor concretizando as intenções curriculares das prescrições: “[...] o plano agrupa uma acumulação de decisões que dão forma ao currículo e à própria ação; é a ponte entre intenção e ação, entre teoria e prática (p. 281). O plano forma o currículo nas diversas fases e instâncias que o propõe, é feito pelo grupo que origina as prescrições, pelas editoras que produzem os LD e também pelo docente que organiza a programação escolar.

O planejamento curricular se relaciona com a previsão do desenvolvimento do ensino para que as proposições deste sejam coerentes com a organização dos conteúdos, propostas metodológicas e teorias que auxiliam no processo de aprendizagem, considerando as condições de ensino no âmbito escolar ou fora da escola:

Planejar a prática é algo mais amplo que atender aos objetivos e conteúdos do currículo, porque supõe preparar as condições de seu desenvolvimento, uma vez que também se atende a este. É concretizar as condições nas quais se realizará o currículo, e isso supõe estabelecer uma ponte para moldar as ideias na realidade, um elo que liga as intenções e a ação (SACRISTÁN, 2017, p. 282).

Diante disso, ao planejar é preciso considerar: o sistema curricular geral e suas regulações administrativas, a possibilidade de modelação do currículo feita por professores levando em consideração ao ambiente escolar e os estudantes e, a formação dos professores frente a tais ações. O planejamento como função do professor deve auxiliar na reflexão de sua prática, para que o professor possa adequá-lo às necessidades da escola, da sala de aula e dos estudantes.

O currículo apresenta também aspectos que são considerados em processos avaliativos, estes enfatizam o caráter controlador do currículo, imposto primeiramente pelas prescrições, pelos LD e em sequência pelo professor que seleciona os conteúdos a serem desenvolvidos em sala de aula. Assim observa-se que o processo de ensino e aprendizagem é organizado pelos docentes por meio de avaliações e juízos dos estudantes. O Currículo Avaliado, denominado por Sacristán (2017), determina a pressão que regula o currículo, por meio de políticas curriculares, pelos tipos de tarefas que formam o currículo e pelos professores que escolhem conteúdos e propõem atividades:

As avaliações têm de fato várias funções, mas uma deve ser destacada: servir de procedimento para sancionar o progresso dos alunos pelo currículo sequencializado ao longo da escolaridade, sancionando a promoção destes (SACRISTÁN, 2017, p. 312).

Este tipo de avaliação está diretamente ligado à organização curricular em diferentes etapas e níveis escolares, e, por mais que a Educação Básica (EB) seja obrigatória para todas as crianças e adolescentes, as avaliações propostas classificam os estudantes hierarquizando-os e ordenando sua progressão, sendo, pois, instrumentos de controle dos professores sobre os estudantes. Neste clima de controle existem também as avaliações promovidas pelos sistemas educacionais que diagnosticam, acima de tudo, o desenvolvimento do currículo prescrito e por mais que possam ser uma ameaça à autonomia docente são vistas como necessárias para diagnóstico e controle da qualidade de ensino e do currículo distribuído (SACRISTÁN, 2017).

Além disso, os mecanismos de avaliação escolhidos pelos professores são expressões de juízos feitos sobre os estudantes, a atribuição de notas por meio de trabalhos, exercícios ou provas expressam o sucesso ou o fracasso destes e se relacionam à realização de todo o processo curricular e tudo que intervém sobre ele.

Nessa lógica, o currículo não pode ser pensado a partir de um arranjo de conteúdo a serem ensinados, sendo de relevância considerar os objetivos educacionais, a abordagem metodológica e processos educativos. Assim, Goodson (2013) propõe que na escola o currículo como prescrição substitua o currículo como narração, que considera o aprendizado no contexto histórico com sua história, incluindo os fatores sociais, políticos, coletivo e valorização do professor como protagonista no processo de mudança, para que seja capaz de desenvolvê-lo e se modificar por meio dele. Este tipo de currículo tem como característica o envolvimento pessoal no processo. Essa prática de gestão curricular atribui à escola e aos professores autonomia e capacidade de decisão, principalmente, ao modo de organizar e encaminhar o processo de ensino e aprendizagem, dessa forma: “[...] considerar o aprendizado como sendo localizado na história de vida é compreender que o aprendizado é situado contextualmente e que ele também tem uma história” (GOODSON, 2013, p. 155).

Assim, em acordo com Sacristán (2017), que defende uma discussão sobre o currículo que deva abordar questões relacionadas ao contexto de produção das propostas e práticas pedagógicas, ao currículo oculto e às escolas, locais onde esse currículo é vivido no cotidiano, não deva ser objeto que impeça a autonomia do professor, mas sim como instrumento que

possibilite o desenvolvimento dos conhecimentos científicos dentro do contexto histórico e social ao qual foi gerado.

## **1.1 - BREVE HISTÓRICO SOBRE O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS NO BRASIL**

Compreender que a Ciência é uma atividade humana, construída ao longo da história e presente no contexto cultural de cada época de uma sociedade, envolvendo relações políticas, sociais e econômicas possibilita a reflexão e o entendimento de seu desenvolvimento ao longo do tempo é de suma importância no contexto da educação formal.

A partir de então, faremos um recorte a partir da década de 1950, onde se observa o crescente reconhecimento da ciência e da tecnologia no desenvolvimento econômico, social e cultural, e com isso o ensino de ciências também teve seu reconhecimento ampliado, sendo objeto de transformações em diversos currículos educacionais (KRASILCHIK, 2000). Por conseguinte, Menezes e Oliveira (2012) mencionam as ideias de Paiva (2008), que afirma que o ensino de Ciências surgiu como consequência de interesses sociais determinados por um grupo de indivíduos por meio da educação, e acrescenta:

Um fato histórico que foi um marco para o avanço do ensino de ciências foi a Guerra Fria, nesse momento a hegemonia mundial era disputada por duas potências: Estados Unidos (EUA) e União Soviética (URSS). Foi justamente no ano de 1957, após o lançamento do Sputnik<sup>1</sup> pela URSS que começou a mudar o ensino de ciências. Iniciou-se a partir daí a chamada corrida espacial em que as duas potências mundiais pretendiam demonstrar superioridade. (MENEZES e OLIVEIRA, 2012, p. 6).

A partir deste acontecimento, havia uma preocupação em formar cientistas para atender as necessidades da época, nos EUA, onde o estudo de Ciências foi inserido no currículo da educação básica desde os primeiros anos escolares. No Brasil, essa mudança também foi influenciada pela pressão desenvolvimentista e pela importância dada ao ensino de Ciências neste período (MENEZES e OLIVEIRA, 2012).

No decorrer da história, na década de 1960, a atividade científica preocupava-se com os interesses da comunidade internacional, o método científico apresentava etapas que se distanciavam das questões sociais para buscar as verdades científicas, os estudantes eram estimulados a participarem das atividades propostas por meio de identificação de problemas,

---

<sup>1</sup>O primeiro satélite artificial lançando ao espaço pela União Soviética e marcou a corrida espacial que era travada entre os soviéticos e os Estados

levantamento de hipóteses e experimentação (MENEZES e OLIVEIRA, 2012; NASCIMENTO; *et.al.*, 2012).

No Brasil, neste período, surgem os “Projetos de Ensino de Ciências” organizados de acordo com os modelos norte-americanos, destinados principalmente para o 2º Grau (atual Ensino Médio), nas áreas de Física, Química, Biologia, Geociências e Matemática. Em 1961, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação– LDB nº 4.024/61, o ensino de Ciências no currículo escolar brasileiro torna-se obrigatório para todas as séries do antigo ginásio (6º ao 9º ano do Ensino Fundamental do presente). Neste período os livros didáticos (LD), passaram a fazer parte do cotidiano escolar brasileiro (MACHADO, 2014).

Uma nova transformação política no Brasil, imposta pela ditadura militar em 1964, modificou o papel da escola para a busca da formação para o trabalho, pois preocupava-se com o desenvolvimento econômico do país (KRASILCHIK, 2000). E, então, a partir da década de 1970, no Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação– LDB nº 5.692/71, torna obrigatório a extensão do ensino de Ciências para todas as séries do primário, apresentando também como primordial a formação para o trabalho (MACHADO, 2014).

A década de 1980 é marcada pela preocupação com a formação do professor reflexivo e pesquisador de sua prática. As discussões da relação entre Educação e Sociedade possibilitaram reflexões que enfatizaram as pedagogias com enfoque humanístico, valorizando os estudantes com seus conhecimentos e experiências de vida sendo capazes de reelaborar o próprio conhecimento. O processo educacional passou a ter como foco a construção do conhecimento pelo educando, sendo proposto, principalmente, a partir das teorias de Piaget e Vygotsky, demonstrando o caráter humano do ensino de Ciências (MACHADO, 2014).

E, a partir de 1990, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) nº 9394/96 e a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM), a formação dos estudantes e o desenvolvimento da capacidade de pesquisar, de aprender a aprender, relaciona-se com a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar diferentes tecnologias (NASCIMENTO; *et.al.*, 2012). Neste contexto os PCN do EF na área de Ciências Naturais abordam a relação entre Ciência e cidadania, Ciência e tecnologia, considerando a Ciência como produção humana e herança cultural (BRASIL, 1998).

Mais recentemente, com a aprovação da Lei nº 13.005 de 25 de junho de 2014, que regulamenta e organiza o Plano Nacional de Educação (PNE), o Ministério da Educação (MEC) se torna responsável por executar este plano por meio das 20 metas propostas em que promoveu

e homologou a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em dezembro de 2017. A BNCC está organizada por meio das competências gerais e em etapas de ensino, no EF organiza-se em áreas do conhecimento apresentando as competências específicas das áreas e componentes curriculares e suas competências específicas (BRASIL, 2017).

A área de Ciências da Natureza apresenta o componente curricular Ciências organizado em unidades temáticas, tais quais: Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo, objetos do conhecimento e habilidades. A unidade temática Vida e Evolução, propõe para o 9º ano do EF, como objeto do conhecimento, a Hereditariedade Humana, atrelada aos conceitos de reprodução e evolução (BRASIL, 2017).

### **1.1.1 - O Currículo de Ciências na BNCC**

A BNCC nacional foi apresentada em três versões. A primeira versão foi disponibilizada em 16 de setembro de 2015, cujo documento apresentava as três etapas da Educação Básica: Educação Infantil (EI), Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM), e estava organizadas da seguinte maneira: Na EI destaca-se os “Direitos de Aprendizagem na EI” e para atender estes direitos foram organizados os “Campos de Experiências e Objetivos de aprendizagem na EI. O EF e EM foram organizados em quatro grandes áreas e seus componentes curriculares: Linguagens (Língua Portuguesa, Língua Estrangeira Moderna, Arte e Educação Física), Matemática (Matemática), Ciências da Natureza (Ciências no EF e Química, Física e Biologia no EM) e Ciências Humanas (História e Geografia no EF e EM, Ensino Religioso no EF, Filosofia e Sociologia no EM).

A segunda versão da BNCC foi disponibilizada em 3 de maio de 2016, e é muito semelhante a primeira, tendo como a principal diferença entre elas o Ensino Religioso, que aparece como uma grande área para o EF, e não como componente curricular conforme proposto na versão anterior.

A terceira versão da BNCC, homologada em 20 de dezembro de 2017, apresenta as etapas da EI e EF, organizadas da seguinte forma: EI apresenta os “Direitos de aprendizagem e desenvolvimento para a EI” e para atender estes direitos organizam-se os “Campos de experiência”. O EF foi organizado em cinco grandes áreas: Linguagens (Língua Portuguesa, Arte, Educação Física e Língua Inglesa), Matemática (Matemática), Ciências da Natureza (Ciências), Ciências Humanas (Geografia e História), Ensino Religioso (Ensino Religioso).

Devido ao nosso objeto de pesquisa fazer parte da grande área Ciências da Natureza, é importante destacar as diferenças desta área nas três versões. A primeira versão é organizada em quatro eixos estruturantes: 1 -Conhecimento conceitual das Ciências da Natureza, 2 - Contextualização histórica, social e cultural das Ciências da Natureza, 3 -Processos e práticas de investigação em Ciências da Natureza, 4 -Linguagens das Ciências da Natureza. Para o componente curricular Ciências, esta versão destaca seis unidades de conhecimento (UC): UC1 - Materiais, substâncias e processos, UC2 - Ambiente, recursos e responsabilidades, UC3 - Bem-estar e saúde, UC4 - Terra, constituição e movimento, UC5 - Vida: constituição e reprodução, UC6 - Sentidos: percepção e interações.

A segunda versão apresenta os mesmos eixos estruturantes da primeira versão, mas há uma reorganização ao que se refere às unidades do conhecimento (UC), passando a ter cinco, pois a UC que se referia a Bem-estar e saúde foi excluída nesta versão, apresentando as seguintes UC: UC1-Materiais, propriedades e transformações, UC2- Ambiente, recursos e responsabilidades, UC3 - Terra, constituição e movimento, UC4 - Vida: constituição e evolução, UC5 - Sentidos: percepção e interações.

Já a versão homologada (3ª versão), está organizada a partir das unidades temáticas, que concentram objetos de conhecimento e habilidades para cada ano do EF. O Quadro 1 apresenta uma comparação entre as versões da BNCC.

Quadro 1: Comparativo entre as versões da BNCC

<b>BNCC/Organização</b>	<b>Primeira Versão (2015)</b>	<b>Segunda Versão (2016)</b>	<b>Versão Homologada (2017)</b>
<b>Eixos estruturantes</b>	1.Conhecimento conceitual das Ciências da Natureza 2.Contextualização histórica, social e cultural das Ciências da Natureza 3.Processos e práticas de investigação em Ciências da Natureza 4. Linguagens das Ciências da Natureza.	1.Conhecimento conceitual das Ciências da Natureza 2.Contextualização histórica, social e cultural das Ciências da Natureza 3.Processos e práticas de investigação em Ciências da Natureza 4.Linguagens das Ciências da Natureza.	Não apresenta Eixos estruturantes
<b>Unidades de Conhecimento</b>	UC1-Materiais, substâncias e processos UC2 - Ambiente, recursos e responsabilidades UC3 - Bem-estar e saúde UC4 - Terra, constituição e movimento UC5 - Vida: constituição e reprodução UC6 - Sentidos: percepção e interações.	UC1 - Materiais, propriedades e transformações UC2- Ambiente, recursos e responsabilidades UC3 - Terra, constituição e movimento UC4 - Vida: constituição e evolução UC5 - Sentidos: percepção e interações.	Não apresenta Unidades de conhecimento

<b>Unidades Temáticas</b>	Não apresenta Unidades temáticas	Não apresenta Unidades temáticas	Matéria e Energia Vida e Evolução Terra e Universo
<b>Objetos de Conhecimento</b>	Não apresenta Objetos de conhecimento	Não apresenta Objetos de conhecimento	Apresenta diversos objetos de conhecimento presentes em cada unidade temática, subdivididos em habilidades para cada ano/fase do EF.

Fonte: Pesquisadoras (2020)

Na terceira versão da BNCC, homologada, em relação, a área de Ciências da Natureza para EF, destaca-se o Letramento Científico, possibilitando aos estudantes o acesso à diversidade de conhecimentos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (BRASIL, 2017).

Para isso, a BNCC descreve a importância de atividade de investigação e divulgação científica reconhecendo a diversidade cultural, estimulando o interesse e a curiosidade científica nos estudantes que possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. Portanto, o processo científico deve ser o elemento central na formação dos estudantes (BRASIL, 2017)

Orientando a organização dos currículos de Ciências, a BNCC, apresenta as aprendizagens essenciais para este componente divididas em três unidades temáticas ao longo de todo o EF: 1 - Matéria e Energia, 2 - Vida e Evolução e 3- Terra e Universo, que abordam:

[...] Matéria e energia contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia (BRASIL, 2017, p. 325).

[...] Vida e evolução propõe o estudo de questões relacionadas aos seres vivos (incluindo os seres humanos), suas características e necessidades, e a vida como fenômeno natural e social, os elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta [...] (BRASIL, 2017, p. 326).

[...] Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes [...] (BRASIL, 2017, p. 328).

A partir das considerações sobre Currículo e sobre a BNCC, reiteramos o objetivo da presente pesquisa, que é “Investigar se o currículo de Ciências da Natureza, presente na BNCC,

favorece o ensino e a aprendizagem do conteúdo de Hereditariedade Humana para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental”. Diante disto, julgamos importante apresentar um levantamento bibliográfico realizado nos anais da ENPEC e ENEBIO (2015 a 2018) para entender como se apresentam as pesquisas sobre o currículo do ensino de Ciências no que diz respeito à temática Hereditariedade Humana.

## **1.2 – A HEREDITARIEDADE HUMANA NO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS DA BNCC A PARTIR DO ENEBIO E ENPEC**

O levantamento bibliográfico sobre a temática Hereditariedade Humana, relacionando Currículo e Ensino de Ciências no contexto BNCC, buscou por trabalhos publicados nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) – 2015, 2017, 2019 e nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO) - 2016 e 2018. O recorte temporal escolhido está relacionado à primeira versão da BNCC (2015) apresentada pelo Ministério da Educação (MEC).

O ENPEC é um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), que tem como objetivo apresentar trabalhos em diversas áreas que envolvem temáticas em Educação em Ciências. O ENEBIO, evento que ocorre também a cada dois anos, refere-se ao encontro nacional de pesquisadores, professores e estudantes em Ciências Biológicas que se envolvem com o ensino de Biologia no Brasil, promovido pela Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio). É perceptível a importância destes encontros, dado o número de participantes e de trabalhos aprovados nas edições analisadas, demonstrando a relevância das produções científicas (Quadro 2).

Quadro 2: Informações básicas de cada edição dos eventos.

<b>Evento</b>	<b>Ano de Realização</b>	<b>Local</b>	<b>Total de trabalhos aprovados</b>
X ENPEC	2015	Águas de Lindoia -SP	1272
VI ENEBIO	2016	Maringá -PR	699
XI ENPEC	2017	Florianópolis - SC	1335
VII ENEBIO	2018	Belém - PA	902
XII ENPEC	2019	Natal -RN	1251

Fonte: Pesquisadoras (2020)

A identificação e caracterização dos trabalhos científicos levantados ocorreram a partir da análise dos eixos temáticos dos encontros citados. Cada eixo apresentou trabalhos a partir de um grupo de palavras-chave: Genética/ Ensino de Genética (G), Currículo de Ciências (CC), BNCC, organizados da seguinte forma: 1- foram listados os trabalhos que apresentavam a palavra-chave “genética/ensino de genética (G)”, 2 - entre estes os que apresentaram “currículo de ciências (G + CC)” e 3 - os que apresentaram a “BNCC (G + CC + BNCC)”, conforme Quadro 3.

Observa-se no Quadro 3, que a temática “genética/ensino de genética” é pouco abordada nos eventos, mas ao relacioná-la aos termos de pesquisa “currículo de ciências” e “BNCC”, não foram encontrados trabalhos que apresentassem tal abordagem, mesmo com as discussões da BNCC estarem ocorrendo desde 2015 e ela ter sido aprovada, em versão definitiva, no final de 2017.

Quadro 3: Número de trabalhos encontrados com a temática de pesquisa

<b>Evento</b>	<b>Trabalhos aprovados</b>	<b>Trabalhos com temática: G</b>	<b>Trabalhos com temática: G + CC</b>	<b>Trabalhos com temática: G + CC + BNCC</b>
X ENPEC	1272	9	-	-
VI ENEBIO	699	14	-	-
XI ENPEC	1335	13	-	-
VII ENEBIO	902	14	-	-
XII ENPEC	1251	8	-	-

Fonte: Pesquisadoras (2020)

Os trabalhos encontrados sobre o tema “genética / ensino de genética”, abordam diversos aspectos sobre o ensino de genética na Educação Básica (EB), no ensino superior, modelos de jogos didáticos para o ensino de genética e aspectos que se referem à temática na formação inicial e continuada de professores. Os aqui referidos são os que relacionam a genética na EB. Entre os trabalhos encontrados, dois referiam-se ao Ensino Fundamental (EF) anos finais, etapa da EB a qual se refere nossa pesquisa, as demais referiam-se ao ensino médio (EM).

Nascimento *et al.* (2015), apresentam em sua pesquisa com estudantes do EF, que os mesmos têm concepções prévias sobre genética relacionadas às informações midiáticas, vistas

em filmes, desenhos ou reportagens televisivas e distantes do contexto científico trabalhado no EF. Utilizando-se da Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por Ausubel, estas autoras discorrem sobre a importância de relacionar o aprendizado do tema ao cotidiano do estudante, ao que eles conhecem do assunto para que possam construir novos conceitos, e no caso da pesquisa em questão, conceitos científicos.

Alencar e Ferreira (2016), expõem sobre uma proposta metodológica que considera o Programa de Filosofia para Crianças, criado por Matthew Lipman. Estes autores retratam sobre a importância de se criar situações de investigação e discussões para que os estudantes sejam participantes ativos no processo de aprendizagem. Dessa forma, as duas pesquisas encontradas que se relacionavam com o EF, preocupam-se em atribuir sentido ao processo de construção do conhecimento dos estudantes dessa fase da EB.

Pesquisas realizadas por diversos autores em LD do EM, apontam que os exemplos utilizados reforçam o determinismo genético<sup>2</sup>, já que a maioria deles refere-se às heranças monogênicas e sem relações com as interferências do ambiente (PROCHASKA e FRANZOLIN, 2015).

Os LD não utilizam exemplos de conhecimentos recentes da área e apresentam frequentemente situações que exemplificam a Genética Clássica, demonstrando o papel de Gregor Mendel nestes estudos, mas desvinculados da história que promoveu este conhecimento, como se fosse algo simples (NETO, MIGUEL e GIRALDI, 2015). Tais pesquisas, descrevem ainda, que o desenvolvimento do tema genética ocorre de forma simplificada e a integração entre os aspectos da visão mendeliana, cromossômica, gênica e molecular são precárias (GOLDBACH, PEREIRA, *et al.*, 2015).

Podemos acrescentar com a pesquisa de Fonseca e Tartarotti (2016) que o caráter científico dados aos temas de genética está muito presente nos LD, ao contrário do que as novas tendências educacionais discutem, descrevem a importância da contextualização dos temas na EB, o que possibilita aos estudantes conectar os conhecimentos escolares com a realidade. As autoras ainda destacam que algumas imagens e escritas podem gerar entendimento equivocado e são possíveis obstáculos epistemológicos. Numa análise mais específica do LD, por meio de análise praxeológica de duas atividades, estas autoras demonstram que são necessários “elementos tecnológicos bem trabalhados pelo professor na transposição interna” (p.8) e, assim, enfatizam que a Transposição Didática e a Teoria Antropológica do Didático podem sugerir

---

<sup>2</sup> O determinismo genético admite que as características de um indivíduo são somente influenciadas pelo gene, sendo fixas em sua caracterização visível e pouco ou nada afetados por mudanças no ambiente físico e social.

reflexões e estimular proposições de diversas metodologias para o desenvolvimento dos temas em sala de aula (FONSECA e TARTAROTTI, 2017).

Goldbach *et al.* (2015), abordam a importância de considerar aspectos conceituais básicos e integrados para a compreensão dos níveis da hereditariedade, desde os fenótipos até cromossomos e genes, além de abordar exemplos de aplicações e avanços da biologia molecular e biotecnologia.

Prochazka e Franzolin (2015) retratam que a genética no âmbito escolar é abordada com exemplos do contexto humano e que esta abordagem é importante para que os estudantes entendam que os mecanismos genéticos estão presentes também em nossa espécie, no entanto, tais exemplificações relacionam-se, na maioria das vezes, com heranças monogênicas<sup>3</sup> e dificilmente tratam de heranças ligadas a mais de um gene, além de não serem trabalhadas de forma que possibilitem o entendimento da interferência do ambiente nas expressões visíveis dos genes, rompendo com a visão determinista da genética. Em relação a isso, Goldbach *et al.* (2018), apontam que é exemplo do caráter simplista que é dado ao ensino da genética:

A maioria dos exemplos oferecidos no ensino de genética considera a característica em questão de forma simplificada, como sendo monogênica. No entanto, a imensa maioria das características genéticas é influenciada por um conjunto de genes, além de serem reguladas por outros inúmeros. Deste modo, quando se representa um par de alelos “A” e “a” está se simplificando e, muitas vezes, reificando o que um gene é capaz de determinar (GOLDBACH, FERREIRA, *et al.*, 2018, p. 5618)

Ainda em relação ao ensino de genética Goldbach *et al.* (2018) destacam a importância de trabalharmos fatores históricos dos trabalhos de Mendel, relacionar os fatores mendelianos à Biologia Molecular e relacionar os processos celulares, dos cromossomos e genéticos, superando, assim, a forma simplificada que se apresentam tais conceitos.

O ensino de genética pode ser desafiador pela complexidade dos conteúdos que precisam de abstrações para o entendimento, pela rapidez em avanços na área e também pela falta de contextualização histórica (NETO, MIGUEL e GIRALDI, 2015; RAUBER, SILVA e OLIVEIRA, 2016). Esses aspectos podem fazer com que os estudantes, ao final do EM, não tenham compreendido conceitos básicos de genética (FERREIRA, SOUZA, *et al.*, 2015; RIOS, OLIVEIRA, *et al.*, 2015).

Em relação a isso, Moul e Silva (2015) apontam, ainda, que o uso frequente de exposição nas aulas de Biologia no EM, que se utilizam apenas de termos científicos e técnicos, pode estar relacionado com as dificuldades relatadas pelos estudantes no que se refere ao estudo de

---

<sup>3</sup>Transmissão de uma característica, de uma geração a outra, cuja expressão visível, depende somente de um gene.

genética. As aulas expositivas acabam desestimulando a participação ativa dos estudantes, deixando-os como espectadores e por isso podem apresentar dificuldades na compreensão destes temas que exigem capacidade de abstração (SOUTO, SANTOS e BORGES, 2016; BARROS e SILVA, 2016).

[...] Para um aluno de ensino médio, apenas estudar os conceitos teóricos pode não ser suficiente para a compreensão de todos os aspectos presentes neste assunto. Nem sempre o aluno consegue entender aquilo que o professor está explicando, sendo necessário um material complementar para facilitar sua compreensão (RAUBER, SILVA e OLIVEIRA, 2016, p. 2198).

Para tentar minimizar tais problemas é importante que o professor utilize metodologias diversificadas que envolvam jogos, atividades práticas, construção de modelos e outras estratégias que rompam com a visão fragmentada e descontextualizada do tema em materiais pedagógicos e LD. (FERREIRA, SOUZA, *et al.*, 2015; MOUL e SILVA, 2015; BARBOSA, NASCIMENTO, *et al.*, 2016; BARROS e SILVA, 2016). Os jogos didáticos, utilizados de forma adequada, podem apresentar aspectos relacionados à investigação científica e proporcionar a participação ativa dos estudantes, abrindo possibilidades do envolvimento destes com o tema trabalhado facilitando o aprendizado. (NEVES e NEVES, 2016; RAUBER, SILVA e OLIVEIRA, 2016; ELEUTÉRIO, FERREIRA, *et al.*, 2018).

A utilização de metodologias variadas favorece o trabalho com as especificidades de cada tema, além de possibilitar a participação ativa dos estudantes, aumentando seu interesse pelo tema e tornando-se sujeitos ativos na construção do conhecimento (BARROS e SILVA, 2016; LEAL, SANTOS, *et al.*, 2017). Dessa forma, conceitos abstratos como genes, cromossomos, DNA e outros podem ser trabalhados de forma lúdica e vinculada à realidade do estudante, facilitando o processo de construção do conhecimento (FERREIRA, SOUZA, *et al.*, 2015; MUROLLO, ALVARENGA, *et al.*, 2015; BARBOZA e SILVA, 2019).

Além disso, Barbosa *et al.* (2016), acrescentam a importância de considerar o que os estudantes já trazem de conhecimento sobre o assunto, para promover momentos que possibilitem a construção e reorganização de conceitos pela mediação do professor. Assim, considerar a ciência como construção humana proveniente de erros e acertos pode ser uma forma de facilitar a compreensão do desenvolvimento científico que envolve a genética e criar conexões entre os estudantes e as ciências (SOUTO, SANTOS e BORGES, 2016; MELO e FERREIRA, 2016). Por meio da contextualização histórica ocorre a desmistificação da ciência como produto acabado, reforçando que é um processo ininterrupto, consolidando-se ao longo do tempo (SOUTO, SANTOS e BORGES, 2016).

Textos de divulgação científica também podem ser considerados como uma estratégia para auxiliar o processo de ensino de genética, utilizar temas atuais, considerando a alfabetização científica é uma forma de contextualizar e aproximar o assunto abordado ao cotidiano do estudante. (SANTOS, 2018; MICELI e ROCHA, 2019).

A partir do levantamento bibliográfico verificamos que até o momento não há discussões sobre o ensino e aprendizagem de genética/hereditariedade humana a partir da BNCC para o EF, por isso nos atentamos aos trabalhos que discutiam genética para a EB. Entre as pesquisas encontradas, destacamos a importância de considerar que os estudantes apresentam diversas concepções sobre genética e hereditariedade humana, temas considerados complexos e desafiadores por diversos autores e necessitam de abstrações para o entendimento. Além disso, essa complexidade está presente também nos LD que abordam inúmeros conceitos científicos sem contextualização e requerem diversidade metodológica para facilitar o aprendizado do tema em questão.

Diante disso, consideramos que pesquisas relacionadas ao Currículo de Ciências, Hereditariedade/Genética e a BNCC são de grande relevância para as discussões atuais, e necessitam de incentivo e aprofundamento.

Com base no contexto abordado neste capítulo, que discute sobre o currículo de Ciências, relativo à temática da Hereditariedade Humana e a BNCC, entendemos que a partir da Transposição Didática (TD) e da Teoria Antropológica do Didático (TAD), ambas propostas teóricas de Yves Chevallard, poderemos realizar análise, discussão e possibilidade de alcançar o objetivo proposto para esta pesquisa de mestrado.

## CAPÍTULO 2: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS SOBRE A HEREDITARIEDADE HUMANA

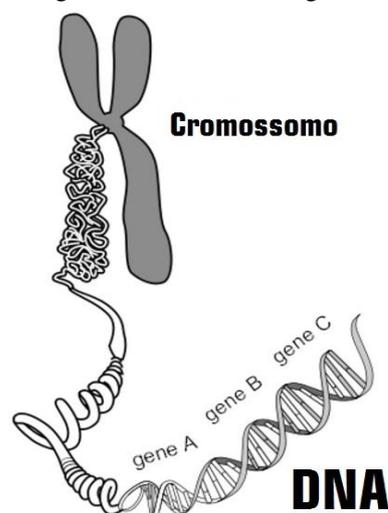
A hereditariedade é um fenômeno que ocorre com todos os seres vivos, incluindo os humanos, responsável por transmitir as características de um organismo aos seus descendentes. Essas características estão contidas no genoma das espécies, conservando as particularidades de cada espécie e promovendo a biodiversidade entre os indivíduos da mesma espécie.

Para entendermos como este fenômeno ocorre é necessário compreendermos alguns conceitos que serão apresentados neste capítulo sobre os genes e cromossomos com suas especificidades, o processo da divisão celular e os princípios fundamentais da hereditariedade.

### 2.1- GENES E CROMOSSOMOS

O genoma de um ser vivo é o conjunto de genes contidos nos cromossomos das células dos indivíduos, são os cromossomos que determinam as características particulares de cada espécie. Os cromossomos das células eucarióticas<sup>4</sup> são estruturas complexas formados por diversas moléculas de DNA - **ácido desoxirribonucleico** - associados a proteínas e são nessas estruturas que se encontram os genes, conforme apresentamos na Figura 1 (GRIFFITHS, *et. al.*, 2019).

Figura 1: Cromossomo e genes



Fonte: [https://bit.ly/\\_cromossomos\\_genes](https://bit.ly/_cromossomos_genes)

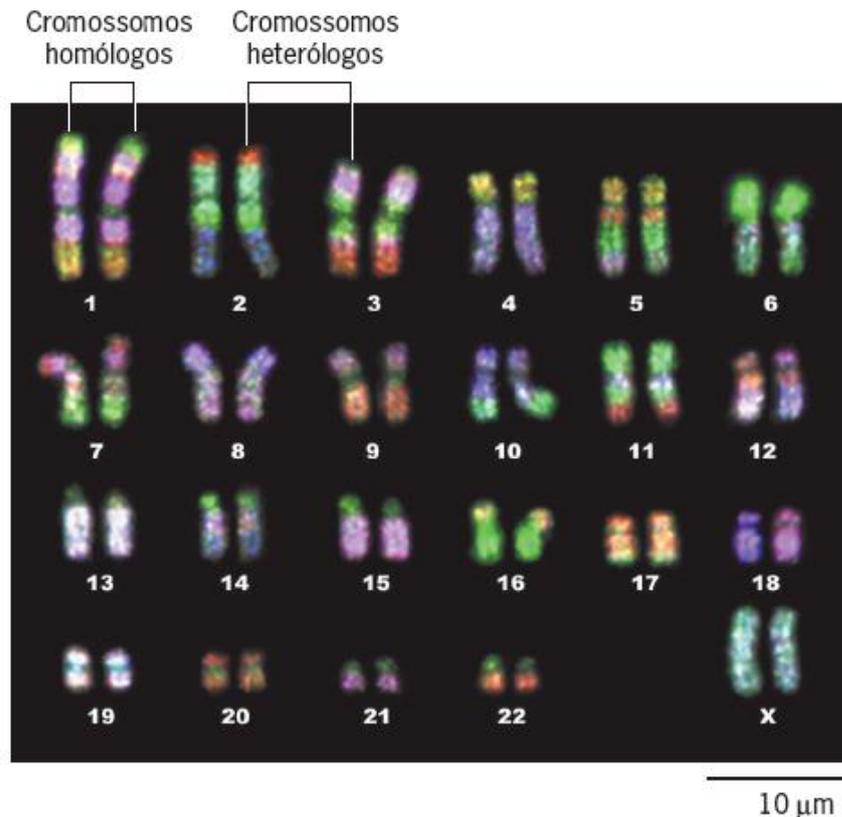
---

<sup>4</sup>As células eucarióticas são caracterizadas por apresentarem o material hereditário contido em uma estrutura delimitada por membrana, o núcleo, as algas, protozoários, fungos, vegetais e animais apresentam este tipo de célula.

As células eucarióticas apresentam condições diferentes relacionadas ao número de cromossomos existentes, as células diploides apresentam cromossomos homólogos e são chamadas de células somáticas, são as células que compõem o organismo humano, como células da pele, musculares, nervosas e outras com exceção dos gametas. As células haploides, apresentam uma cópia de cada cromossomo, são as células sexuais ou gametas, óvulos e espermatozoides produzidos a partir de células diploides de linhagem germinativa (SNUSTAD; SIMMONS, 2017).

Nas células diploides os pares de cromossomos são chamados de homólogos, as sequências de DNA presentes nestas células permitem a variação genética da espécie e distinguem uma espécie da outra. Os cromossomos homólogos carregam os alelos de um mesmo gene nas mesmas posições, assim nas células diploides os genes também estão em pares. Os cromossomos heterólogos são cromossomos de pares diferentes, observe a Figura 2, que apresenta os cromossomos humanos na metáfase (GRIFFITHS, *et. al.*, 2019).

Figura 2: Cromossomos homólogos e heterólogos presentes nas células humanas (23 pares).

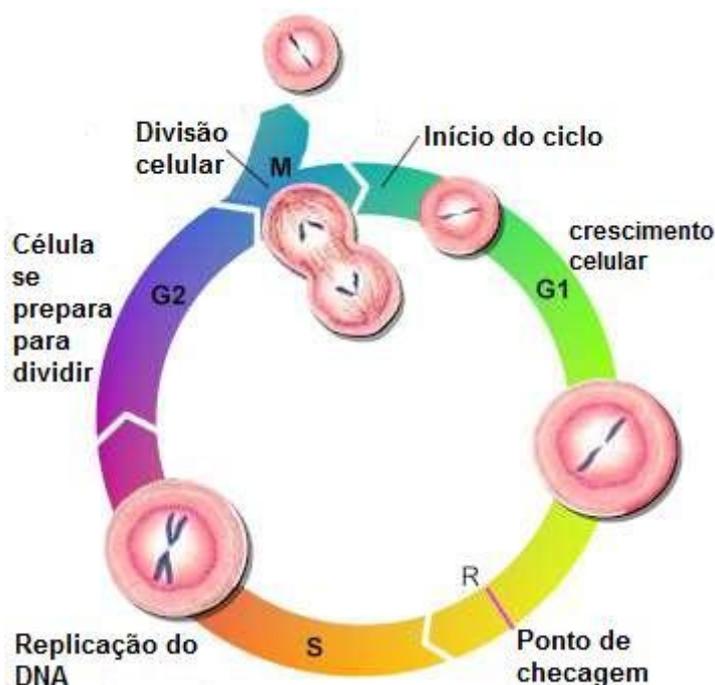


Fonte: SNUSTAD; SIMMONS (2017, *versão on-line*).

## 2.2 - DIVISÃO CELULAR

Um das atividades realizadas pelas células é a divisão celular, por este processo originam-se novas células possibilitando o crescimento dos organismos multicelulares e também a reprodução. Para que ocorra a divisão celular, as células precisam passar por processos de duplicação dos cromossomos e multiplicação das organelas. Essa preparação para o processo de divisão celular é chamada de intérfase e possui as fases  $G_1 - S - G_2$ , que constituem intervalos entre a preparação e a divisão celular ( $G_1, G_2$ ) e o período de duplicação e síntese (S), após estas fases a célula está preparada para dividir-se (fase M) e, assim, forma o ciclo celular (SNUSTAD; SIMMONS, 2017). A Figura 3, demonstra o ciclo celular, exemplificando o processo de mitose.

Figura 3: Representação do ciclo celular

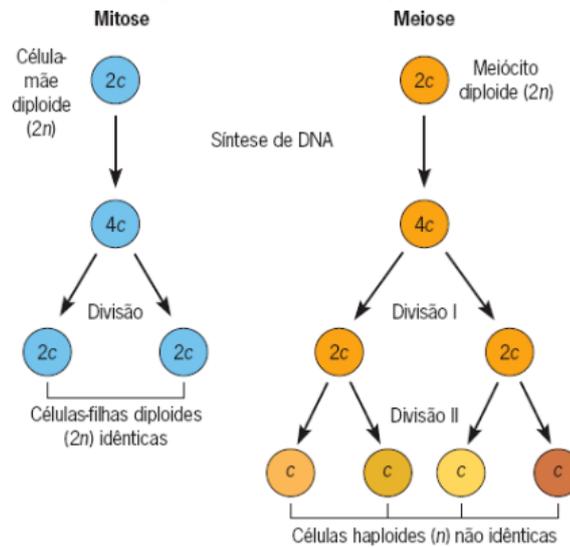


Fonte: [https://bit.ly/ciclo\\_celular](https://bit.ly/ciclo_celular)

A divisão celular pode ocorrer por meio da mitose e da meiose. A mitose ocorre com as células somáticas, proporcionando o aumento no número de células, esse processo pode ocorrer em células haploides ou diploides e ao final, a célula-mãe origina duas células-filhas idênticas. Os eucariontes têm um ciclo sexual, e, nesses organismos, as células de linhagem germinativas se dividem para formar espermatozoides e ovócitos, como é o caso dos humanos, esse processo ocorre em duas divisões chamadas de meiose I e II, somente em células diploides, ao final uma

célula-mãe diploide, originará quatro células-filhas haploides, conforme representado pela espermatogênese na figura a seguir (Figura 4) (GRIFFITHS, *et. al.*, 2019).

Figura 4: Esquema dos processos de divisão celular.  
A letra C representa conteúdo haploide de DNA.



Fonte: SNUSTAD; SIMMONS (2017, versão on-line).

## 2.3 - PRINCÍPIOS DA HEREDITARIEDADE

Os estudos de Mendel com ervilhas possibilitaram o entendimento de como as características são herdadas. Gregor Johann Mendel (1822-1884) era filho de fazendeiros, a educação rural ensinou-lhe o cultivo de plantas e a criação de animais e, inspirou o interesse na natureza. Aos 21 anos, Mendel deixou a fazenda e ingressou em um mosteiro católico na cidade de Brünn (hoje Brno, na República Tcheca). Em 1847, ordenou-se padre, deu aulas na escola secundária local, licenciando-se entre 1851 e 1853 para estudar na Universidade de Viena. Quando retornou ao mosteiro iniciou os experimentos genéticos que acabaram por torná-lo famoso (SNUSTAD; SIMMONS, 2017).

Mendel fez experimentos com diversas espécies de plantas de jardim e também fez experimentos com abelhas. Os experimentos com ervilhas foram os que tiveram maior sucesso, concluindo os testes com tais plantas em 1864. Em 1865, Mendel apresentou os resultados à Sociedade de História Natural local e, no ano seguinte publicou um relatório detalhado nos anais desta sociedade. Mas, somente em 1900 este relatório foi descoberto por três botânicos, Hugo DeVries, na Holanda, Carl Correns, na Alemanha e Eric von Tschermak-Seysenegg, na Áustria, que, ao pesquisarem na literatura científica referências que confirmassem suas próprias

teorias de hereditariedade, constataram que Mendel havia realizado uma análise detalhada há 35 anos. A partir deste fato as ideias de Mendel começaram a ser aceitas (SNUSTAD; SIMMONS, 2017).

As ervilhas são plantas de fácil cultivo, apresentam flores com órgãos masculino e feminino, no período de reprodução as flores se fecham impedindo a entrada ou saída dos grãos de pólen, assim a autofertilização gera plantas com pouca ou nenhuma variabilidade genética entre as gerações dando origem à plantas de linhagens geneticamente puras<sup>5</sup>. Ao iniciar os experimentos, Mendel obteve uma diversidade de plantas geneticamente puras, analisando cada uma delas e descrevendo comparações entre as plantas a partir de uma característica específica (tamanho da planta, cor de sementes, cor da flor, textura das sementes e outras). Os resultados obtidos a partir destes experimentos permitiram o estudo do mecanismo de herança de uma característica por vez (SNUSTAD; SIMMONS, 2017).

Após obter plantas de linhagem geneticamente pura, Mendel promoveu a fertilização cruzada entre as plantas com os seguintes critérios: plantas altas com plantas anãs, plantas de sementes verdes com plantas de sementes amarelas e outras características estudadas durante o processo de produção de plantas puras. Considerando o exemplo da cor de sementes após a hibridização<sup>6</sup> das plantas puras (P), Mendel obteve 100% de plantas, chamadas de híbridas, com sementes amarelas (F1). Para entender o que houve com as plantas da geração F1 para gerarem apenas descendentes com sementes de cor amarela, Mendel promoveu a autofertilização destes indivíduos e percebeu que a geração F2 apresentou indivíduos com sementes verdes na seguinte proporção, 75% indivíduos com sementes amarelas e 25% de indivíduos com sementes verdes (SNUSTAD; SIMMONS, 2017).

Com os experimentos relacionados à cor das ervilhas, Mendel apresentou as seguintes conclusões: existem fatores responsáveis por uma característica específica, fator que determina a cor amarela e fator que determina a cor verde das sementes, esses fatores são chamados de genes; cada indivíduo possui dois fatores (alelos<sup>7</sup>) que determinam uma característica, sendo um fator herdado do pai e outro fator herdado da mãe, no caso da geração F1, os descendentes apresentavam alelo para as sementes amarelas e alelo para as sementes verdes, chamados de heterozigotos<sup>8</sup>; existem alelos dominantes e alelos recessivos, os alelos dominantes são capazes ocultar os alelos recessivos, por isso nas plantas F1 as cores expressas das sementes eram

---

<sup>5</sup> Plantas que originam novas plantas com as mesmas características iniciais, por exemplo, plantas com sementes verdes que originam plantas com sementes verdes.

<sup>6</sup> Cruzamento entre plantas puras.

<sup>7</sup> Genes que se encontram na mesma posição nos cromossomos homólogos e determinam a mesma característica.

<sup>8</sup> Os alelos que determinam uma característica são diferentes, um alelo é dominante e o outro é recessivo.

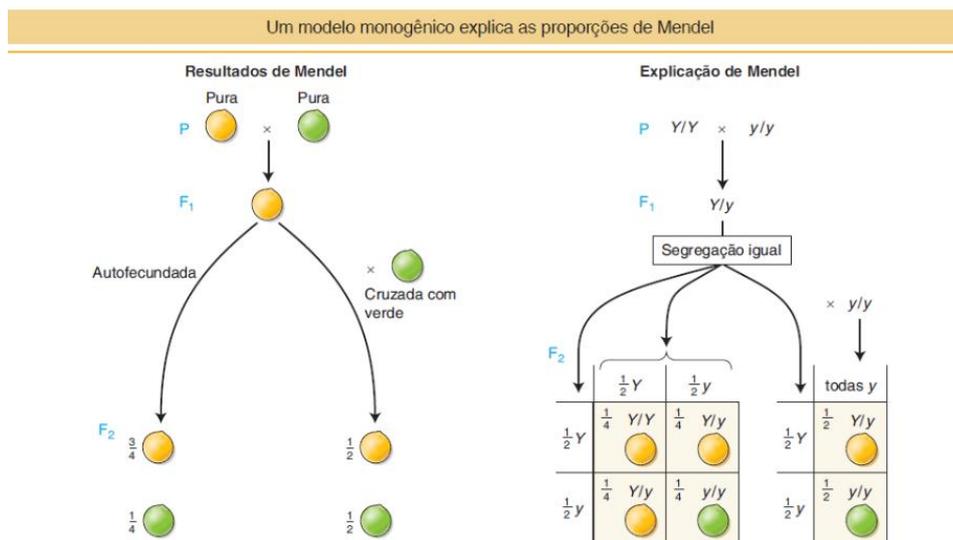
amarelas, pois a cor amarela é determinada por alelos dominantes, os alelos recessivos só se expressam quando estão aos pares (homozigotos<sup>9</sup>); cada indivíduo passa um alelo para cada característica em cada gameta, então os alelos separam-se na formação dos gametas e apenas um alelo dominante ou recessivo está presente no gameta (SNUSTAD; SIMMONS, 2017).

Diante disso, GRIFFITHS, *et. al.* (2019), apresentam a seguinte explicação:

- 1 – Um fator hereditário, denominado gene, é necessário para a produção da cor da ervilha.
- 2 – Cada planta apresenta um par desse tipo de gene.
- 3 – O gene se apresenta em duas formas denominadas alelos. Se o gene for foneticamente denominado um gene “ípsilon”, então os dois alelos podem ser representados por  $Y$  (que faz referência ao fenótipo<sup>10</sup> amarelo) e  $y$  (que faz referência ao fenótipo verde).
- 4 - Uma planta pode ser  $Y/Y$ ,  $y/y$ , ou  $Y/y$ . A barra demonstra que os alelos são um par.
- 5 – Na planta  $Y/y$ , o alelo  $Y$  domina e, assim, o fenótipo será amarelo. Portanto, o fenótipo da planta  $Y/y$  define o alelo  $Y$  como **dominante** e o alelo  $y$  como **recessivo**.
- 6 – Na meiose, os membros de um par de genes separam-se igualmente dentro das células que se tornam ovócitos e espermatozoides, os *gametas*. Essa separação igual se tornou conhecida como **primeira lei de Mendel**, ou **lei de segregação igual**. Portanto, um único gameta contém apenas um membro do par de genes.
- 7 – Na fertilização, os gametas se fundem aleatoriamente, independentemente de qual alelo eles contêm. (*versão on-line*).

Todos os critérios enumerados acima podem ser observados no modelo a seguir, conforme Figura 5.

Figura 5: Modelo para demonstrar os resultados e explicação de Mendel



Fonte: GRIFFITHS, *et. al.* (2019, versão on-line)

<sup>9</sup>Os alelos que determinam uma característica são iguais, dois alelos dominantes ou dois alelos recessivos.

<sup>10</sup>São as características observáveis em um indivíduo, resulta da expressão dos genes, da influência de fatores ambientais e da interação entre os dois fatores, neste trabalho, seriam as cores das plantas.

Diante do exposto neste capítulo, consideramos os conhecimentos aqui apresentados como referências para as análises que ocorrerão nos documentos curriculares oficiais brasileiro: Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de Ciências e dos livros didáticos de Ciências, aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), concernentes ao conteúdo Hereditariedade Humana.

## **CAPÍTULO 3: REFERENCIAL TEÓRICO**

Ao estudarmos a temática Hereditariedade Humana a partir de conhecimentos científicos consolidados, citadas anteriormente, verificamos que tem sido apontada como de difícil compreensão aos estudantes do ensino básico (EB), os quais acabam construindo conceitos simplistas, o que dificulta a construção de conceitos mais complexos ligados a esta temática, como por exemplo, os que se relacionam ao processo de Evolução das Espécies (TEMP, 2011; BORGES, SILVA e REIS, 2017; ARAÚJO e GUSMÃO, 2017; COSTA, 2019).

Para que possamos entender como a Hereditariedade Humana é abordada nos documentos curriculares oficiais brasileiros, como por exemplo, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de Ciências da Natureza e os livros didáticos (LD) desta área, e assim propormos uma Sequência Didática (SD) que possibilite aos estudantes a construção destes conceitos, é importante adotar um referencial teórico que nos permita alcançar nosso objetivo de pesquisa: “Investigar se o currículo de Ciências da Natureza, presente na BNCC, favorece o ensino e a aprendizagem do conteúdo de Hereditariedade Humana para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental”.

Sendo assim, adotamos a teoria da Transposição Didática (TD) e a Teoria Antropológica do Didático (TAD), oriundas da Epistemologia Didática francesa, da Educação Matemática, pois elas nos permitem investigar os currículos de Ciências, nos documentos oficiais, a partir das interferências externas e internas das várias instituições sociais que atuam nos processos transpositivos dos saberes escolares, atuando sobre o desenvolvimento cognitivo (ensino e aprendizagem) e cultural da escola (CHEVALLARD, 2005), e ainda, sugerem um conjunto de normas didático-pedagógicas a serem seguidas pelos professores (MACHADO, 2011)

Com relação a produção da SD sobre Hereditariedade Humana, os referenciais teóricos permitem analisar e desenvolver atividades a partir de Organizações Praxeológicas (OP), que relacionam o “saber” e o “saber-fazer” a partir de organizações didáticas (OD) e organizações biológicas (OB).

Diante das abordagens anteriores, apresentamos os referenciais da TD e TAD para melhor compreensão de suas adoções nesta pesquisa.

### **3.1 - TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA - TD**

A Transposição Didática (TD), refere-se à transformação que ocorre em um determinado conhecimento, produzido por pesquisadores ou cientistas (saber sábio) para que

este se torne acessível aos estudantes (saber ensinado). Machado (2011, p. 44), descreve que “Chevallard (1999), ao propor essa teoria, quis refletir e analisar de que forma o saber designado a ser ensinado na escola é escolhido e interpretado em conteúdo dos currículos das disciplinas”.

Para Chevallard (2005), a TD ocorre inicialmente por meio da transformação do saber acadêmico (*savoir savant*) para que possa se tornar saber a ensinar (*savoir enseigner*), que é a reconstrução do conhecimento promovida por autores de materiais didáticos, promovendo uma nova configuração, que originará o saber ensinado (*savoir enseigné*), o conhecimento que chega aos estudantes por meio do professor que atua em sala de aula.

De forma geral, o saber acadêmico é apresentado à comunidade científica por meio de artigos científicos, dissertações, teses, livros universitários e relatórios de pesquisa. Já, o saber a ensinar é apresentado por meio de LD, referenciais curriculares nacionais, estaduais e municipais, e o saber ensinado é aquele que consta no planejamento do professor, que por vezes não coincide com o que é previsto pelo saber a ensinar, que é controlado por um conjunto de regras que condiciona as relações entre professor, estudante e saber (PAIS, 2011).

Para o que o saber acadêmico se torne saber a ensinar, é necessário que haja uma seleção de conhecimentos, aos quais serão chamados de conteúdos escolares. Essa seleção é realizada por um grupo de especialistas que ocupam uma região transpositiva, denominada de *noosfera*, que exerce influência na determinação dos conteúdos escolares, na estruturação de valores, objetivos e métodos, tornando-se a parte central da TD (MACHADO, 2011).

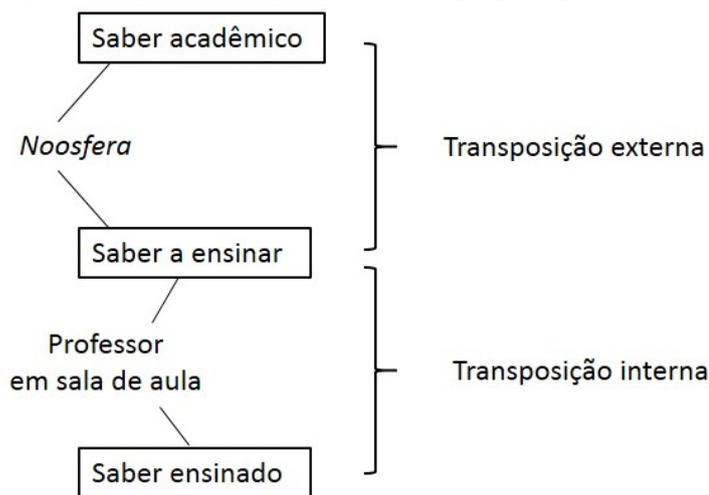
Machado (2011), faz a seguinte descrição da *noosfera*:

[...] situa-se fora da sala de aula (externamente), e se preocupa com a transposição dos saberes de forma que possam configurar como objeto de ensino nas instituições escolares. Ela aparece, de forma direta e indireta, nos diferentes agentes com poder de decisão, entre eles: professores, especialistas da disciplina, representantes de órgãos políticos, associação de professores, pais de estudantes, etc, que exercem diferentes papéis e posições quanto às responsabilidades e competências no processo de ensino e aprendizagem escolar [...] (p. 44-45).

Na TD, realizado na *noosfera*, o saber acadêmico passa por três processos fundamentais: 1 – a despersonalização, 2 – a descontextualização e 3 – a desincretização. A despersonalização refere-se ao conhecimento divulgado de forma universal, não existe o pesquisador e seus motivos pessoais. A descontextualização refere-se ao conhecimento e seu contexto histórico, não divulga a problemática da pesquisa, como se fosse aplicável em qualquer realidade. Já a desincretização, refere-se ao conhecimento separado da epistemologia, limitado apenas ao contexto escolar (CHEVALLARD, 2005).

Ao analisarmos o processo de TD, notamos que ocorre em duas dimensões: a interna e a externa. A externa caracterizada pelo processo realizado pela *noosfera* e a interna é aquela que ocorre na sala de aula, no interior da escola, cujo agente principal é o professor, conforme Figura 6:

Figura 6: Etapas da Transposição Didática proposta por Chevallard



Fonte: pesquisadoras (2019)

Nesse contexto, compondo a TD externa apresenta-se a *noosfera*, que orienta a produção de materiais didáticos que serão utilizados pelo professor, e que podem ser diferentes da produção científica original. Com relação a TD interna, os conhecimentos veiculados pelos materiais didáticos chegarão aos estudantes mediante o trabalho pedagógico do professor no processo de ensino e aprendizagem.

Para explicar como a relação professor-estudante-conhecimento se dá em sala de aula, Chevallard utiliza a Teoria Antropológica do Didático (TAD), elucidando como ocorre a adaptação e organização didática dos saberes no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que a TD sofreu críticas e má interpretações por parte de alguns pesquisadores (MACHADO, 2011).

### 3.2 - TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO – TAD

Entendemos que os pressupostos da TAD são, sobretudo, voltados para ação do professor na sala de aula e podem ser aplicados em qualquer área de ensino. Machado (2011, p. 35) ainda acrescenta: “Chevallard propõe que se pense a respeito da didática a partir de uma

nova epistemologia escolar”, e para isso apresenta o conceito de Praxeologia, afirmando que toda atividade humana pode ser compreendida por meio dessa análise. Conforme Chevallard (et. al. 2001), a praxeologia revela que:

Na atividade matemática, como em qualquer outra atividade, existem duas partes, que não podem viver uma sem a outra. De um lado estão as tarefas e as técnicas e, de outro, as tecnologias e teorias. A primeira parte é o que podemos chamar de “prática”, ou em grego, a “práxis”. A segunda, é composta por elementos que permitem justificar e entender o que é feito, é o âmbito do discurso fundamentado – implícito ou explícito – sobre a prática, que os gregos chamam de “logos”. (p. 251)

Para embasar a proposição da Sequência Didática (SD), produto desta pesquisa, utilizamos a Teoria Antropológica do Didático (TAD), proposta apresentada por Chevallard (1999). Segundo Machado (2011, p.31), a TAD “Trata-se de uma teoria oriunda de um programa de investigação denominado Programa Epistemológico, da Educação Matemática, que teve como ponto de partida os trabalhos de Guy Brousseau”<sup>11</sup>.

Conforme Machado (2011), os pesquisadores da área da Educação Matemática, ligados ao Programa Epistemológico, acreditavam que era importante rever como as formações dos professores franceses ocorreriam no interior das instituições formadoras (universidades, secretarias de educação e outros), pois achavam que essas formações não estavam sendo direcionadas de forma que possibilitassem a compreensão dos estudantes sobre como desenvolver o “saber ensinado”.

Conforme a designação de praxeologia, “práxis” e “logos” são inseparáveis e formam uma Organização Praxeológica (OP), que é o fundamento da TAD. Para facilitar a melhor compreensão de praxeologia, Chevallard (1999) traz alguns conceitos importantes, como: Tipo de tarefa (T), tarefa (t), técnica ( $\tau$ ), tecnologia ( $\theta$ ) e a teoria ( $\Theta$ ). Esses conceitos devem ser abordados nas ações didáticas do professor em sala de aula. Diante disso, é importante apresentarmos o conceito de “didático”, que para o referido autor é de extrema importância na teoria:

O didático é tudo aquilo que se refere ao estudo. Falaremos de processos didáticos toda vez que alguém se veja levado a estudar algo – no nosso caso será a matemática – sozinho ou com a ajuda de outra(s) pessoa(s). A aprendizagem é o efeito buscado pelo estudo. O Ensino é um meio para o estudo, mas não o único. (CHEVALLARD, et. al. 2001, p. 58)

Assim, a TAD apresenta um novo conceito sobre “estudo”, que é:

---

<sup>11</sup> Pesquisador francês, que desde a década de 1960 destacou-se no desenvolvimento dos estudos sobre a Didática da Matemática.

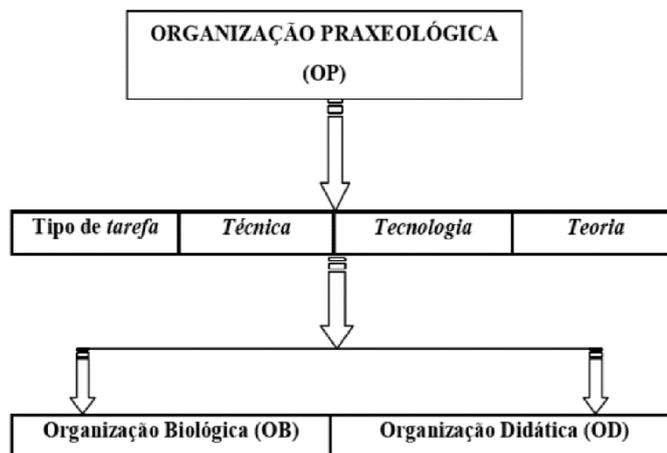
[...] a ideia de fazer alguma coisa que leve a aprender (saber) alguma coisa, ou ainda, aprender a fazer (saber fazer) qualquer coisa. Essa conceituação mostra o Estudo como algo além do conceito escolar, extrapolando para as mais diferentes atividades humanas [...] (MACHADO; WECKERLIN, 2017, p. 362).

Em relação ao conceito de “tarefa (t)”, Chevallard (1999) salienta o sentido antropológico de sua teoria, pois é aplicado especificamente para as ações humanas, sendo as atividades de estudo o foco da TAD. Na OP de Chevallard (1999) o conjunto formado pelo Tipo de tarefa (T) e a técnica ( $\tau$ ) envolvida, forma o bloco da prática, ou da práxis. Com relação ao bloco do saber, ou logos, temos como componentes a tecnologia ( $\theta$ ) e a teoria ( $\Theta$ ). (MACHADO, 2011)

Chevallard (1999) indica que a tecnologia tem como principais objetivos: a) garantir que uma técnica permita realizar tarefas; b) expor os motivos que tornam a técnica correta; c) produzir novas técnicas a partir de tecnologias associadas. O outro componente, a teoria corresponde a um nível superior de justificação, explicação e produção, e pode ser interpretada como que esclarecendo a tecnologia utilizada na resolução das tarefas.

Mediante o exposto, uma OP pode ser melhor compreendida ao observamos a Figura 7:

Figura 7: Organização Praxeológica da TAD



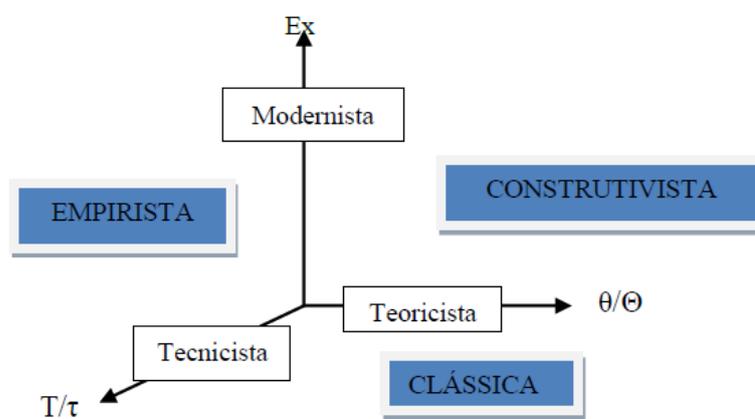
Fonte: MACHADO, 2011

Dessa forma, transpondo o conceito de OP, proposto por Chevallard (1999), para a área de Ciências da Natureza, e especificamente da Biologia, procuramos elaborar uma SD que pudesse contribuir para que o ensino de Hereditariedade Humana, a partir de organizações didáticas e organizações biológicas, para se efetivar com o sucesso esperado de aprendizado

pelo estudante. Além disso, analisamos atividades do LD de Ciências<sup>12</sup>, do 9º ano do ensino fundamental (EF), a partir das organizações praxeológicas propostas nele e concernentes ao mesmo conteúdo.

Esclarecemos que a SD produzida e a análise das atividades do LD de Ciências sobre Hereditariedade Humana, se pautaram em Organizações Didáticas Possíveis (ODP) e Organizações Didáticas Ideais (ODI), conforme pensamento de Gascón (2003) apresentado no Fluxograma (Espaço Tridimensional) da Figura 8:

Figura 8: Fluxograma - Espaço Tridimensional onde cada um dos pontos representa uma OD ideal e possível.



(Fonte: GÁSCON, 2003, p. 20-21)

A *Tarefa/ técnica, tecnologia/teoria e Exploratório* compõem o eixo das Organizações Didáticas Possíveis. A sobreposição das organizações multidimensionais “Tecnicaista, Teoricista e Modernista” com “Clássica, Empirista e Construtivista”, formam o eixo das Organizações Didáticas Ideais. (GASCÓN, 2003).

É preciso explicar que para se desenvolver uma ODI, a qual permita a solução de *Tarefas/atividades* com sucesso, ou seja, que se alcance os propósitos de aprendizagem do estudante, o professor precisa planejá-la e analisá-la muito bem. Nesse sentido, Gascón (2003) observa que uma OD, ou atividade de estudo, quando bem elaborada pelo professor propiciará que ocorra produção de conhecimento(s) pelo estudante.

É com esse intuito que investigamos o currículo presente na BNCC, para nos certificarmos se ele favorece o ensino e a aprendizagem sobre o conteúdo de Hereditariedade Humana, no EF, com a produção de conhecimentos válidos, por meio de resolução de problemas, com o desenvolvimento de autonomia para professor e estudante.

<sup>12</sup> Araribá Mais Ciências – Editora Moderna e Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano – Editora Moderna

## CAPÍTULO 4: PERCURSO DA PESQUISA

### 4.1 - TIPO DE PESQUISA

A proposta desta pesquisa baseia-se na abordagem qualitativa, a partir de estudo descritivo e analítico de documentos curriculares para os anos finais do ensino fundamental (EF): a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017) e duas coleções de livros didáticos (LD) de Ciências (PNLD, 2020): Araribá Mais Ciências – Editora Moderna e Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano – Editora Moderna<sup>13</sup>; e da análise textual discursiva (ATD) das respostas dadas ao questionário estruturado e aberto, obtidas em forma escrita por correspondência eletrônica, pelos participantes da pesquisa (professores/técnicos da SEMED/ Campo Grande-MS). Isto, com o objetivo de “Investigar se o currículo de Ciências da Natureza, presente na BNCC, favorece o ensino e a aprendizagem do conteúdo de Hereditariedade Humana para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental”.

Na discussão sobre pesquisa qualitativa em Educação, Lüdke e André (2014) apresentam, a partir do que propuseram Bogdan e Biklen (1982), cinco critérios que configuram tal tipo de pesquisa: 1- o ambiente natural como fonte de dados e o pesquisador como seu principal instrumento, 2- o predomínio de dados descritivos, 3- a preocupação com o processo, 4- a valorização do ponto de vista dos participantes da pesquisa e 5- o processo de indução na análise de dados (LÜDKE e ANDRÉ, 2014).

O primeiro critério caracteriza-se pelo contato direto do pesquisador com o objeto de pesquisa e considera todo o contexto do entorno deste objeto: social, histórico, político, cultural e outros. No segundo critério, destacam-se as descrições de tudo que se observa em relação ao objeto de estudo a partir de documentos, entrevistas e outras situações pertinentes à pesquisa. O critério três refere-se à preocupação que se tem de como o objeto de estudo interage no cotidiano. O quarto critério faz referência à perspectiva dos participantes da pesquisa, o que pensam, quais as concepções e visões. E por último, explicita-se que a pesquisa qualitativa não se preocupa em criar hipóteses antes de iniciar as pesquisas, os resultados se consolidam no decorrer do processo com as coletas e análise dos dados (LÜDKE e ANDRÉ, 2014).

Lüdke e André (2014), descrevem também algumas vantagens em relação a à análise documental, que consideramos relevante ressaltar: este tipo de coleta de dados identifica fatos

---

<sup>13</sup>Os livros citados referem-se às duas coleções mais votadas pelas escolas da Rede Municipal de Ensino de Campo Grande/MS para o componente ciências. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxjb3BpYWVrbGR8Z3g6MjQ5MmJINGRmN2Y1ZGE5YQ>

relacionados às questões propostas pelo pesquisador, constituem uma fonte estável de informações, podem indicar evidências que fundamentam as proposições do pesquisador (LÜDKE E ANDRÉ, 2014).

E ainda, a partir da classificação proposta por tais autoras, nossa análise documental apresenta dois tipos de documentos: 1) oficiais (BNCC de Ciências da Natureza) e 2) técnicos (LD do EF de Ciências) (LÜDKE E ANDRÉ, 2014). Isto, com o intento de compreender de que maneira a Hereditariedade Humana se apresenta nestes materiais que representam o currículo para os anos finais do EF, na educação formal, e discutirmos o processo de transposição de conhecimentos, ou seja, a Transposição Didática (TD), advindas de fontes primárias (saber científico ou de referência), até os currículos escolares oficiais: nacional, estadual e municipal.

Além disso, analisaremos as visões e concepções de professores de Ciências, que atuam como técnicos pedagógicos da Secretaria Municipal de Educação (SEMED), de Campo Grande, MS, em ensino de Ciências, em relação à temática abordada, por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), conforme Moraes (2003).

Desta forma, entendemos que a pesquisa qualitativa proporciona a análise e interpretação do que foi observado e dos seus significados, respeitando a particularidade de cada participante e de cada documento, e a fidedignidade de seus resultados.

## **4.2 - COLETA DE DADOS**

### **4.2.1 – Pesquisa Documental**

A análise dos documentos curriculares (BNCC de Ciências e LD) foi realizada a partir da Teoria Antropológica do Didático (TAD), proposta por Yves Chevallard (1986, 1999). A TAD foi criada a partir de um Programa de Investigação chamado de Programa Epistemológico da Educação Matemática, que iniciou com os trabalhos de Guy Brousseau (MACHADO, 2011). A TAD “situa a atividade matemática, e conseqüentemente a atividade de matemática num conjunto de atividades humanas e de instituições sociais” (CHEVALLARD, 1999, p. 221).

Bittar (2017), apresenta a definição do conceito de Instituição contida no pensamento de Chevallard, e aponta que cada Instituição descreve seu próprio saber e possui uma série de condições e restrições para que os saberes sejam por ela veiculados, por isso consideramos que os currículos, como a BNCC e os LD, são instituições para estudantes e professores e, assim, podem ser analisados a partir da TAD.

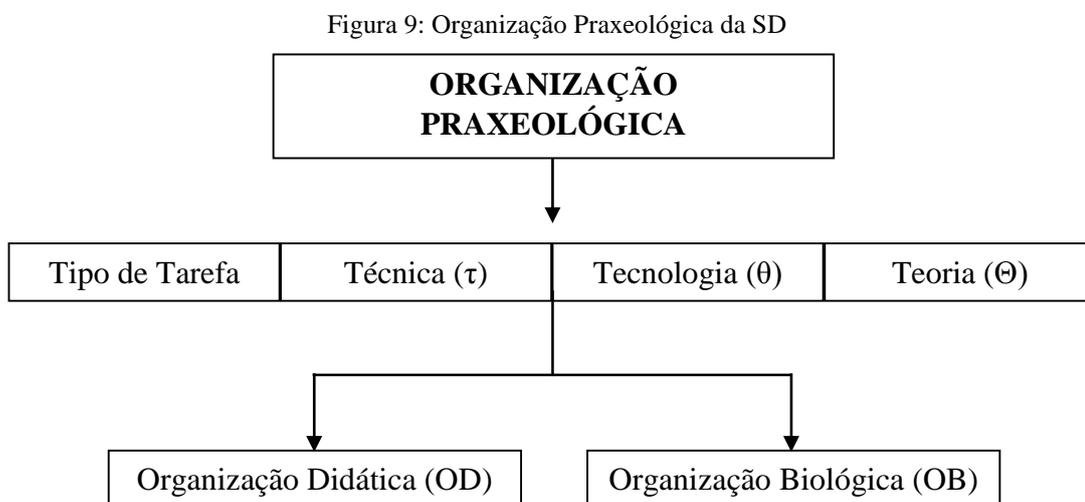
No contexto das Instituições, para Chevallard (1999), as atividades humanas são descritas por tarefas (T) representadas por ações a serem desenvolvidas a partir de diferentes técnicas ( $\tau$ ), justificadas por tecnologias ( $\theta$ ) e teorias ( $\Theta$ ). A essas atividades, ou seja, a essa organização, o autor denomina de Organização Praxeológica (OP), representada por [T,  $\tau$ ,  $\theta$ ,  $\Theta$ ]. O bloco do saber-fazer, teórico-prático, é simbolizado por [T,  $\tau$ ] e o bloco tecnológico-teórico ou bloco do saber representado por [ $\theta$ ,  $\Theta$ ].

Na OP, o bloco do saber-fazer refere-se às ações didáticas; os tipos de tarefa (T) são representados por verbos e representam ações a serem desenvolvidas. Na praxeologia, para todo tipo de tarefa há uma ou diversas formas de realizar tais ações, essas formas de realizar são chamadas de técnicas ( $\tau$ ). O bloco do saber justifica a utilização das técnicas e oferece explicações para a utilização das mesmas, as tecnologias ( $\theta$ ) certificam a viabilidade do que se espera com as técnicas e explicam o motivo de utilizá-las, as teorias ( $\Theta$ ) então complementam as tecnologias e possibilitam explicações e justificações mais elaboradas para as técnicas (CHEVALLARD, 1999).

Nossa OP está estruturada na Organização Didática (OD), que constitui o bloco do saber-fazer [T,  $\tau$ ] e na Organização Biológica (OB), que constitui o bloco do saber [ $\theta$ ,  $\Theta$ ], conforme descrito por Machado (2011):

Para entender o funcionamento do corpo humano, vários elementos estão envolvidos, indicando a necessidade de uma OP, que contenha uma organização condizente com a disciplina de estudo, ou seja uma organização biológica (OB), e, paralelamente a esta, uma organização didática (OD), muito bem delineadas e definidas (p., 78).

As análises são representadas da seguinte forma:



Fonte: Pesquisadoras (2020), adaptação de MACHADO (2011)

#### 4.2.2 – Questionário estruturado e aberto

O questionário utilizado (Anexo I) foi enviado aos participantes da pesquisa por meio de correio eletrônico, para a obtenção das concepções questionadas. Este instrumento é estruturado e aberto, o que possibilitou aos participantes dissertar sobre suas concepções e, assim, analisarmos a linguagem por eles utilizadas: “A linguagem desempenha um papel central na análise textual discursiva. É por ela que o pesquisador pode inserir-se no movimento da compreensão, de construção e reconstrução das realidades” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 118).

A Análise Textual Discursiva (ATD) relaciona-se à leitura de textos que serão analisados, examinados, desestruturados, reorganizados construindo um conjunto de significantes, o qual será atribuído significados diversos pelo pesquisador por meio de seus conhecimentos e teorias adotadas. A comunicação de novos sentidos e significados é o objetivo deste tipo de análise. Estes textos são chamados de *corpus* e podem ser produzidos para a pesquisa (transcrições de entrevistas, registros de observação, depoimentos produzidos por escrito, anotações diversas) ou serem documentos já existentes (relatórios, publicações, resultados de avaliações, atas e outros). Assim, o pesquisador define seu corpus para iniciar o ciclo de análise (MORAES, 2003).

Na presente pesquisa, o *corpus* analisado por meio da ATD são os discursos dos participantes, seguindo as seguintes etapas: 1 - desmontagem dos textos, 2 - estabelecimento de relações e 3 - captando o novo emergente e auto-organização.

A primeira fase, chamada de desmontagem dos textos é a desconstrução e unitarização dos textos caracterizada por destacar elementos constituintes do material analisado, requer atenção nos detalhes e nas partes que compõem o corpus da pesquisa. Nesse sentido, desta primeira etapa surgem as unidades de análise que são definidas em relação aos objetivos da pesquisa (MORAES, 2003).

A fragmentação ocorre a partir de leituras diversas, identificando e codificando tais fragmentos que possuem significados referentes ao que está sendo investigado, por isso, pode ocorrer a descontextualização, assim, ainda nesta etapa ocorre a reescrita das unidades de análise expressando com clareza os sentidos construídos no contexto: “[...] O estabelecimento de novas relações entre os elementos unitários de base possibilita a construção de uma nova ordem, representando uma nova compreensão em relação aos fenômenos investigados” (MORAES, 2003, p. 196).

É importante destacar que as leituras aqui mencionadas não são superficiais, mas sim cuidadosas, aprofundadas e detalhistas, a unitarização é um processo exigente e trabalhoso, por isso possibilita atingir o rigor e a qualidade de uma análise qualitativa: “[...] Unitarizar é dar início ao processo reconstrutivo das compreensões do pesquisador, sempre a partir do mergulho em significados coletivos expressos pelos sujeitos da pesquisa” (MORAES e GALIAZZI, 2006, p. 124).

A próxima fase, estabelecimento de relações é a categorização, definida por Moraes (2003), como agrupamento de elementos semelhantes, além de nomear e definir as categorias por meio de retornos cíclicos aos mesmos elementos, permitindo, dessa forma, a construção de significados para cada categoria, que serão aprofundadas a cada análise feita. As categorias podem ser organizadas em níveis das mais abrangentes às mais específicas e são elas que possibilitam a construção do metatexto composto por descrições, interpretações e novas compreensões a partir das análises.

As categorias da ATD podem ser organizadas antes de ocorrer a análise dos textos, são chamadas de categorias *a priori* ou a partir do contato com as informações do *corpus* da pesquisa, são as categorias emergentes. Em uma análise pode haver os dois tipos de categorias e estas precisam permitir compreensão dos textos iniciais e do que se investiga (MORAES, 2003).

As categorias elaboradas precisam ser coerentes aos objetivos e objetos de análise, para ter validade é importante que as categorias apresentem descrições e interpretações que traduzem os autores do *corpus* da pesquisa. Além disso, as categorias de um mesmo grupo precisam ser semelhantes, homogêneas. Outra característica importante da ATD, é que um mesmo elemento pode estar presente em mais de uma categoria, desde que seja explicitado essa categorização (MORAES, 2003).

[...] o processo de categorização precisa investir na definição e explicitação do núcleo das categorias emergentes, deixando que se estabeleçam entrelaçamentos na superposição das fronteiras, garantindo-se desta forma a constituição de um todo integrado. A superação da fragmentação na análise textual discursiva implica não pretender estabelecer limites precisos entre as categorias (MORAES e GALIAZZI, 2006, p. 125).

Após a organização das categorias, há uma nova fase, que capta o novo emergente ou construção do metatexto, o qual é constituído por descrições e interpretações apresentando a compreensão dos textos analisados. Este texto é produzido a partir das categorizações por meio do entrelaçamento dos novos significados, compondo o objeto da análise. À medida que as

categorias são construídas, há novas conexões, novas significações, e uma nova organização é feita a partir de um texto, o metatexto. Essa fase é a comunicação das novas compreensões elaboradas ao longo da análise (MORAES, 2003).

O metatexto pode ser construído com descrições e apresentação das categorias e subcategorias; à medida que este texto é reorganizado serão apresentados novos significados e sentidos, demonstrando diferentes compreensões e aprofundamento em relação às conexões feitas entre as categorias por meio das várias retomadas feitas ao *corpus* da pesquisa, na perspectiva de encontrar novos sentidos (MORAES, 2003). É importante ressaltar que tais textos são construções feitas a partir de um contato muito próximo do pesquisador com seu objeto de estudo, por meio de construções, desconstruções, reconstruções, reorganizações que apresentam as compreensões da pesquisa.

O tipo de análise descrito constitui um ciclo que se inicia com a desorganização do *corpus* de pesquisa (unitarização), criando condições para emergir novos significados, a reconstrução (categorização), ao tornar explícito esses novos entendimentos há a construção do metatexto, num processo auto organizado (MORAES, 2003).

#### **4.3 - PARTICIPANTES DA PESQUISA**

Participaram da pesquisa duas professoras de Ciências da Rede Municipal de ensino (REME) de Campo Grande-MS, atualmente atuando como técnicas da área de Ciências da Secretaria Municipal de Educação (SEMED) de Campo Grande/MS, que atuaram nas discussões e estudos das versões preliminares e da versão homologada da BNCC de Ciências (2015,2016 e 2017). A participação das professoras foi voluntária e sem ônus para elas, e, responderam ao instrumento de coleta (questionário) (Anexo I), enviado a elas por meio de seus endereços de correio eletrônico, disponibilizados após contato via telefone.

Ressalta-se que as partícipes desta pesquisa contribuíram nas discussões e reflexões sobre currículo e organização escolar, aliados à temática Hereditariedade Humana, a partir do que é proposto pela BNCC de Ciências para o EF.

#### **4.4 - RECOMENDAÇÕES AOS PROFESSORES**

Após a coleta e análise dos dados, foram propostas e desenvolvidas orientações aos professores de Ciências sobre como desenvolver uma Organização Praxeológica (OP) que pode

auxiliar no desenvolvimento de sequências didáticas (SD) para o ensino da temática Hereditariedade Humana.

Para a elaboração dos conteúdos e atividades que compõem as SD utilizamos os referenciais da TD e TAD, de Chevallard (2005), que aponta a existência de uma distância entre os conteúdos apresentados pelos professores em sala de aula aos estudantes e os saberes que são oriundos do resultado das pesquisas científicas, gerados na maior parte nas academias (universidades) e programas de pesquisa.

Todavia, Chevallard (1999) reconhece que se desenvolvem conhecimentos próprios em instâncias com características particulares, uma delas é a escola. Por isso, sugere que o currículo deva ser organizado por meio de uma Organização Praxeológica (OP). A OP é a junção da *práxis* (tarefa/técnica – saber fazer) e do *logos* (tecnologia/teoria – saber), e deve ser estruturado por meio de uma organização biológica (OB) e uma organização didática (OD).

Nesse contexto, a SD foi desenvolvida no interior dos pressupostos da TAD (CHEVALLARD, 1999; CHEVALLARD, *et al.* 2001; GASCÓN, 2003), que podem ser descritos por meio de Momentos de Estudo (ME). Este “Estudo” relaciona-se com mudanças de concepção nas relações entre o ensino e a aprendizagem, e refere-se à ideia de realizar alguma coisa com a intenção de aprender algo (saber) e de aprender a fazer algo (saber-fazer) (CHEVALLARD, 1999).

Com relação aos ME, é possível descrevê-los da seguinte forma: Primeiro ME - o momento do primeiro encontro como a organização didática, ou seja, com o problema (apresentação da Tarefa/atividade); Segundo ME - o momento da exploração do problema, associando-o a uma ou mais técnicas apropriada(s) para sua resolução (saber fazer); Terceiro ME – o momento de constituição do entorno tecnológico-teórico, para justificar a técnica utilizada (relação entre OD e a OB); Quarto ME - o momento do trabalho com a técnica, seu domínio e precisão (saber fazer); Quinto ME – o momento da institucionalização OD/OB (saber fazer/saber) = OP; e o Sexto ME – o momento da avaliação da OP. Os últimos ME (quinto e sexto) se articulam e ambos validam a organização do conhecimento estudado (CHEVALLARD, 1999; CHEVALLARD, *et al.* 2001; GASCÓN, 2003).

É importante elucidar que os ME podem ocorrer fora da ordem sequencial e até mesmo simultaneamente. A concepção de “Momento” para Chevallard não se refere apenas a um sistema temporal:

[...] Um momento, no sentido dado à palavra aqui, é em primeiro lugar uma dimensão em um espaço multidimensional, um fator em um processo multifatorial. Bem

entendido, uma boa gestão de estudo exige que cada um dos momentos didáticos se realize em um bom momento, ou mais exatamente, em bons momentos: pois um momento de estudo se realiza várias vezes, sob a forma de uma multiplicidade de episódios que rompem o tempo. (CHEVALLARD, 1999, p. 239-240).

Com esse sentido, os ME foram utilizados para a produção das recomendações aos professores, exemplificando de que forma as teorias de TD e TAD podem auxiliar na construção de SD e, facilitar o processo de ensino e aprendizagem do tema Hereditariedade Humana para estudantes do Ensino Fundamental.

## CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentamos as análises das habilidades sobre hereditariedade humana proposta pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017), as análises de capítulos dos livros didáticos (LD) de Ciências (PNLD – 2020) Araribá Mais Ciências – Editora Moderna e Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano – Editora Moderna que se referem à hereditariedade humana, as análises do questionário estruturado e aberto, e, por fim recomendações referentes ao tema proposto destinadas aos professores.

### 5.1 –A HEREDITARIEDADE HUMANA NA BNCC

Utilizamos a Praxeologia proposta por Chevallard (1999) para analisar as duas habilidades sobre Hereditariedade Humana, propostas pela BNCC de Ciências da Natureza, para o 9º ano do Ensino Fundamental (EF):

(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. (EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos (BNCC, 2017, p. 351).

Para descrever a Organização Praxeológica (OP) a partir destas habilidades consideramos quatro tarefas (T): T<sub>1</sub> associar os gametas à transmissão das características hereditárias; T<sub>2</sub> estabelecer relações entre ancestrais e descendentes; T<sub>3</sub> discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade; T<sub>4</sub> resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.

As tarefas descritas juntamente com suas técnicas formam o bloco da Organização Didática (OD) e as tecnologias e teorias que justificam as técnicas formam o bloco da Organização Biológica (OB). Os quadros 2, 3, 4 e 5 apresentam as técnicas ( $\tau$ ) e tecnologias ( $\theta$ ) referentes às tarefas que foram consideradas.

Quadro 4: Descrição das técnicas e dos elementos tecnológicos do Tipo de tarefa (T1)

Técnicas ( $\tau$ )	Elementos tecnológicos ( $\theta$ )
Caracterizar os processos de divisão celular;	- Informações sobre divisão celular;
Relacionar a formação dos gametas à meiose;	- Informações sobre a formação dos gametas;
Caracterizar cromossomos;	_ Informações sobre fertilização;

Caracterizar DNA;	- Informações sobre a transmissão das características hereditárias;
Caracterizar genes;	- Informações sobre cromossomos;
Relacionar cromossomos ao DNA e aos genes;	- Informações sobre DNA;
Relacionar a transmissão de características hereditárias aos gametas;	- Informações sobre genes.
Caracterizar o processo de fertilização;	
Relacionar a transmissão de características hereditárias ao processo de fertilização.	

Fonte: pesquisadoras (2020).

Quadro 5: Descrição das técnicas e dos elementos tecnológicos do Tipo de tarefa (T2)

Técnicas ( $\tau$ )	Elementos tecnológicos ( $\theta$ )
Caracterizar o processo de fertilização;	- Informações sobre a transmissão das características hereditárias;
Relacionar a transmissão de características hereditárias ao processo de fertilização;	- Informações sobre fertilização;
Caracterizar cromossomos;	- Informações sobre cromossomos;
Caracterizar DNA;	- Informações sobre DNA;
Caracterizar genes;	- Informações sobre genes;
Relacionar os genes às características herdadas;	- Informações sobre ancestralidade;
Identificar características evolutivas da nossa espécie	- Informações sobre o processo de evolução da espécie humana.
Relacionar a transmissão de características hereditárias aos ancestrais	

Fonte: pesquisadoras (2020).

Quadro 6: Descrição das técnicas e dos elementos tecnológicos do Tipo de tarefa (T3)

Técnicas ( $\tau$ )	Elementos tecnológicos ( $\theta$ )
Identificar o interesse de Mendel por plantas;	- Informações sobre a vida de Mendel
Identificar as características da planta utilizada por Mendel em seus experimentos;	- Informações sobre os experimentos de Mendel;
Caracterizar o processo de fertilização realizado por Mendel em seus experimentos;	- Informações sobre os resultados obtidos por Mendel em seus experimentos;
Relacionar o processo de fertilização à transmissão de características das plantas estudadas por Mendel;	- Informações sobre homozigotos;
Conhecer alelos;	- Informações sobre heterozigotos
Identificar homozigotos;	
Identificar heterozigotos;	
Relacionar alelos dominantes e recessivos às características herdadas;	

Fonte: pesquisadoras (2020).

Quadro 7: Descrição das técnicas e dos elementos tecnológicos do Tipo de tarefa (T4)

Técnicas ( $\tau$ )	Elementos tecnológicos ( $\theta$ )
Caracterizar a primeira Lei de Mendel;	- Informações sobre a primeira Lei de Mendel;
Identificar diferentes formas de aplicação das Leis de Mendel;	- Informações sobre aplicações da primeira Lei de Mendel;
Identificar características hereditárias em diferentes espécies;	- Informações sobre homozigotos;
Caracterizar homozigotos;	- Informações sobre heterozigotos
Caracterizar heterozigotos;	
Relacionar características hereditárias aos homozigotos e heterozigotos.	

Fonte: pesquisadoras (2020).

Em relação à teoria que embasa os elementos tecnológicos descritos nos quadros acima e que justificam as técnicas utilizadas, entendemos que se refere ao conteúdo de Genética, que a partir da BNCC de Ciências da Natureza, é indicado para o 9º ano do Ensino Fundamental (EF) e assim, também, é apresentado pelos autores dos LD Araribá Mais Ciências – Editora Moderna e Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano – Editora Moderna.

Como sabemos, a BNCC é um documento normativo e constitui o que Sacristán (2017) define como currículo prescrito, pois apresenta os conteúdos mínimos a serem trabalhados na Educação Básica (EB) e influenciam diretamente a elaboração de materiais didáticos como os LD. As prescrições como a BNCC, são também o saber a ensinar, que conforme descrito por Chevallard (1999), são propostos pela *noosfera* que selecionam os conhecimentos mínimos que formarão os conteúdos escolares.

Neste processo realizado pela *noosfera*, os conteúdos chamados de saber acadêmico (ou de referência) passam pela despersonalização, descontextualização e desincretização, conforme observamos na maneira de como os conhecimentos de Hereditariedade Humana foram apresentados pela BNCC, reduzidos a duas habilidades que indicam associações, discussões e resolução de problemas mas, conforme expomos na análise praxeológica, que necessitam de diversas técnicas e elementos tecnológicos para favorecer o aprendizado do tema em pauta. Nesse segmento, confirmamos o que diversos autores como Neto, Miguel e Girdali (2015), Rauber, Silva e Oliveira (2016) e Goldbach *et.al.* (2018), discorrem sobre a complexidade do tema e a forma simplista como é abordado nos materiais didáticos.

Nesse sentido, com relação ao ensino de Hereditariedade Humana, emerge um problema relevante no que diz respeito à dificuldade de transposição do tema para o EF, pois os conteúdos estão fragmentados e sem uma sequência relacional ao longo de todo o EF, como pudemos

verificar, dificultando a transposição didática (TD) desses conhecimentos até mesmo no 9º ano, onde o estudante vai ter contato direto com o tema. Por isso, o tema torna-se complexo para o estudante e a TD Interna (TDi), desses conteúdos, também se torna difícil para o professor realizar.

Conforme Gondin (2014, p.67) descreve:

Ao ensinar Ciências, devemos ter clareza também sobre o processo de construção de determinados conhecimentos, pois a Ciência também passa por sucessivas modificações no decorrer dos anos. O que muitas vezes pode comprometer a compreensão desse conhecimento e sua construção por parte do aluno.

Diante do exposto, verificamos que o conteúdo de Hereditariedade Humana na BNCC de Ciências da Natureza, necessitaria ser melhor explorado e receber um tratamento mais elaborado no que diz respeito aos conceitos desenvolvidos ao longo do EF, pois da forma como se apresenta, dificulta o aprendizado do tema pelo estudante, diante da quantidade de técnicas a serem mobilizadas por ele. Dessa forma, é preciso que o professor questione o modo como o currículo se mostra e se impõe, se realmente esta é a melhor maneira de se ensinar e de aprender sobre Hereditariedade Humana, o que se tenta ocultar, o que se tenta simplificar e o porquê disso.

É necessário enfatizar que, para o estudante poder alcançar as habilidades propostas pela BNCC de Ciências da Natureza, para o aprendizado de Hereditariedade Humana, há que se ter a Organização Didática (OD) e a Organização Biológica (OB) muito bem estruturadas pelo professor, o que requer deste profissional uma formação adequada para compreender a melhor forma de elaborar e organizar o meio didático para esse fim. Afinal, uma Organização Praxeológica (OP) sempre surge como uma resposta a uma questão ou a um conjunto de questões (MACHADO 2011, p.75), e deve-se criar formas de respondê-las com sucesso (CHEVALLARD et al, 2001).

## **5.2 A HEREDITARIEDADE HUMANA PROPOSTA PELOS LD**

As análises dos livros didáticos (LD) foram produzidas a partir da Praxeologia proposta por Chevallard (1999). Os LD escolhidos são do PNLD de 2020: Araribá Mais Ciências – Editora Moderna (LD – 1) e Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano – Editora Moderna (LD – 2). Para a produção e organização das análises dividimos os temas sobre genética dos LD em duas partes: 1 – apresentação do conteúdo e 2 – atividades.

No LD -1, Araribá Mais Ciências, a temática Genética se apresenta na Unidade 6, e está dividida em sete subtemas: 1 – O núcleo celular, 2 – O material genético, 3 – Os cromossomos eucariontes, 4 – A divisão celular, 5 – As contribuições de Mendel para a Genética, 6 – Hereditariedade humana, 7 – Aplicações atuais do conhecimento genético. Além disso há seis blocos de atividades denominados da seguinte forma: 1. Atividades (a), 2. Atividade (b), 3. Pensar ciência, 4. Explore, 5. Atitudes para a vida e 6. Compreender um texto. Assim, para organizar a análise denominamos de “apresentação do conteúdo” os sete subtemas e de “atividades” os blocos do LD que apresentam os exercícios sobre a temática analisada.

A análise da parte de “apresentação do conteúdo” nos permite identificar alguns tipos de tarefa que parecem importantes para esta *instituição*<sup>14</sup>. Deste modo, observamos que nos diversos subtemas há definições, imagens, tabelas, esquemas, questionamentos, indicações de sites para pesquisa, pequenos textos chamados de “saiba mais”. Além de alguns termos negritos que chamam a atenção para possíveis conceitos presentes no LD. A partir desta organização destacamos os seguintes Tipos de tarefas e tarefas encontradas (T) (Quadro 8).

Quadro 8: Descrição dos Tipos de tarefa (T) encontrados na parte “apresentação do conteúdo” (LD 1)

Tipos de tarefas (T)	tarefas(t)
Relacionar (T <sub>1</sub> )	t <sub>1</sub> – Qual é a relação entre o número das células eucariontes e as características hereditárias dos seres vivos?
	t <sub>2</sub> - Você sabe como as características genéticas são transmitidas de uma geração a outra?
Diferenciar (T <sub>2</sub> )	t <sub>1</sub> – Aponte as principais diferenças entre as moléculas de DNA e RNA.
	t <sub>2</sub> – Qual a diferença entre homocigoto e heterocigoto?
Explicar (T <sub>3</sub> )	t <sub>1</sub> – As comunidades remanescentes de quilombos, por serem relativamente pequenas e isoladas facilitam os estudos genéticos. Por que você acha que isso acontece?
	t <sub>2</sub> – Como células com o mesmo material genético são diferentes entre si?
	t <sub>3</sub> – Como células com o mesmo material genético são diferentes entre si? – Explique, geneticamente, o que possibilita uma célula muscular ter função diferente de uma célula nervosa.
	t <sub>4</sub> – Como células com o mesmo material genético são diferentes entre si? – O que aconteceria se o filho de um casal fosse o resultado da fecundação de um gameta feminino alterado, com dois cromossomos X, por um gameta masculino com um cromossomo Y?
	t <sub>5</sub> – Justifique qual gameta define o sexo biológico do bebê.

<sup>14</sup> A instituição para Chevallard é um conjunto de condições e restrições impostas por um dispositivo social para veicular o conhecimento. Neste caso, a referida *instituição* é o livro didático.

	t <sub>6</sub> – Justifique qual o processo de divisão celular está relacionado com a regeneração de partes perdidas do corpo, que ocorre com alguns seres vivos.
	t <sub>7</sub> – Explique como os gametas estão relacionados à transmissão das características hereditárias entre as gerações.
	t <sub>8</sub> – Como técnicas de manipulação do material genético podem ser úteis para a agricultura?
	t <sub>9</sub> – Como técnicas de manipulação do material genético podem ser úteis para a medicina?
	t <sub>10</sub> – Discuta os aspectos éticos da manipulação do material genético humano.
Observar <sup>15</sup> (T <sub>4</sub> )	t <sub>1</sub> – Observe o esquema da página anterior e reflita.
Identificar (T <sub>5</sub> )	t <sub>1</sub> – Mencione algumas características genéticas que podem ser transmitidas dos pais para os filhos.
	t <sub>2</sub> – No caso do ser humano, qual gameta define o sexo biológico do bebê?
	t <sub>3</sub> – Quantos cromossomos há no cariótipo de uma pessoa com síndrome de Turner?
	t <sub>4</sub> – Alguns seres vivos podem regenerar partes perdidas do corpo. Que tipo de divisão celular está envolvida nesse processo?
	t <sub>5</sub> – Indique os alelos das plantas-mães, “pura” de semente lisa e de semente rugosa.
	t <sub>6</sub> - Indique os alelos dos descendentes do cruzamento entre as plantas-mães, “pura” de semente lisa e de semente rugosa.
	t <sub>7</sub> – Mostre os gametas que podem ser formados pelas as plantas-mães, “pura” de semente lisa e de semente rugosa.
	t <sub>8</sub> – Identifique o fenótipo de seu colega para o lóbulo da orelha.
	t <sub>9</sub> – Quais são os possíveis genótipos para os fenótipos relacionados aos lóbulos das orelhas?
	t <sub>10</sub> - Qual o tipo sanguíneo do sistema ABO que pode receber transfusões de todos os outros tipos sanguíneos?
Esquematar (T <sub>6</sub> )	t <sub>1</sub> - Elabore um esquema representando o cruzamento entre uma planta “pura” de semente lisa e uma planta de semente rugosa.
Pesquisar <sup>16</sup> (T <sub>7</sub> )	t <sub>1</sub> - Escolha um(a) geneticista brasileiro(a) atual de destaque e pesquise informações sobre o trabalho realizado por ele(a).
Expor (T <sub>8</sub> )	t <sub>1</sub> – Apresente aos colegas as informações obtidas com sua pesquisa.

Fonte: pesquisadoras (2020).

<sup>15</sup> O termo “observar” foi utilizado a partir do que está proposto nos LD analisados, não relacionado ao sentido científico do termo que se refere à coleta de dados ou informações específicas para uma investigação.

<sup>16</sup> Consideramos o termo “pesquisar” a partir do que os autores dos LD nos propõe e refere-se a levantamento de dados ou informações que se afasta da concepção de pesquisa científica que requer investigação a partir de uma problemática definida.

No Quadro 8 destacamos 29 tarefas (t), agrupadas em oito Tipos de tarefa: relacionar, diferenciar, explicar, observar, identificar, esquematizar, pesquisar e expor. Entre os Tipos de tarefas encontrados, há dois que apresentam o maior número de tarefas: identificar e explicar. O primeiro Tipo de tarefa em destaque relaciona-se com apresentação de conceitos, ideias, características, nomes de diversos termos que se referem ao tema Genética. Já as tarefas do tipo “explicar” relacionam-se com descrições de fatos, explicações e detalhamento de processos, defesa de ideias e opiniões sobre o tema de análise.

Na parte de “atividades” analisamos os 25 exercícios, classificados pelos autores, como: 1. Organizar o conhecimento, 2. Analisar, 3. Pensar ciência, 4. Explore e 5. Atitudes para a vida. Em tais exercícios há imagens, textos que possibilitam discussões sobre ética relacionada a aplicações da Genética, tabelas, heredograma. Ressaltamos que o que aqui definimos como tarefa (t) refere-se ao termo que designa “ações” a serem realizadas, e é proveniente da Organização Praxeológica (OP) conforme proposta por Chevallard (1999). Então destacamos 62 tarefas classificadas em 15 Tipos de tarefas: identificar, caracterizar, associar, analisar, comparar, relacionar, explicar, observar, argumentar, listar, completar, esquematizar, resumir, pesquisar e expor.

A análise dessas tarefas nos possibilitou destacar os Tipos de tarefa: identificar e pesquisar. As tarefas do tipo “identificar” são semelhantes àquelas que encontramos na parte de “apresentação do conteúdo” e as atividades do tipo “pesquisar” se relacionam com o levantamento de informações, exemplificações, legislações, aspectos favoráveis, desfavoráveis, positivos e negativos de aplicação da genética como: organismos geneticamente modificados e fertilização *in vitro*. (Quadro 9).

Quadro 9: Descrição dos Tipos de tarefa (T) encontrados na parte “atividades” (LD 1)

Tipos de tarefas (T)	tarefas(t)
	t <sub>1</sub> – Indique a que estrutura corresponde cada número da imagem.
	t <sub>2</sub> – Indique as funções das estruturas da imagem.
	t <sub>3</sub> – Identifique quais moléculas estão representadas pelas letras A e B.
	t <sub>4</sub> – Considere uma célula diploide que possui dez moléculas de DNA em seu núcleo. Quantos cromossomos, tem essa célula?
	t <sub>5</sub> - Considere uma célula diploide que possui dez moléculas de DNA em seu núcleo. Se essa célula passar por mitose, quantas moléculas de DNA terão as células-filhas originadas?
	t <sub>6</sub> - Considere uma célula diploide que possui dez moléculas de DNA em seu núcleo. Se essa célula passar por meiose, quantas moléculas de DNA terão as células-filhas originadas?
	t <sub>7</sub> – Identificar o sexo da pessoa a partir da imagem.

Identificar (T <sub>1</sub> )	t <sub>8</sub> – Identificar se a pessoa apresenta alteração cromossômica a partir da imagem.
	t <sub>9</sub> – Quais seriam as consequências para a descendência se os gametas humanos fossem produzidos por mitose?
	t <sub>10</sub> – Qual a importância da utilização de seres humanos em experimentos científicos?
	t <sub>11</sub> – Qual o dilema da utilização de seres humanos em experimentos científicos?
	t <sub>12</sub> – Determine os genótipos possíveis para um indivíduo com pigmentação na pele.
	t <sub>13</sub> – Determine os genótipos possíveis para um indivíduo albino.
	t <sub>14</sub> – Qual o possível fenótipo dos pais de uma criança com tipo de sangue AB.
	t <sub>15</sub> – Quantos homens há no heredograma?
	t <sub>16</sub> – Quantas mulheres há no heredograma?
	t <sub>17</sub> – Identifique, no heredograma, os avós maternos do indivíduo estudado.
	t <sub>18</sub> – Identifique, no heredograma, os avós paternos do indivíduo estudado.
	t <sub>19</sub> – Identifique, no heredograma, os pais do indivíduo estudado.
	t <sub>20</sub> – Identifique, no heredograma, os tios do indivíduo estudado.
	t <sub>21</sub> – Identifique, no heredograma, o irmão do indivíduo estudado.
	t <sub>22</sub> – Identifique, no heredograma, as pessoas com certa doença de caráter hereditário.
t <sub>23</sub> – Identificar o alelo que se refere a doença apresentada no heredograma.	
t <sub>24</sub> – Que motivos levam os casais, como do texto “Família fez fertilização <i>in vitro</i> para que filha pudesse salvar a irmã”, a planejar a gestação de outro filho?	
Caracterizar (T <sub>2</sub> )	t <sub>1</sub> – Caracterize as moléculas indicadas pelas letras A e B
Associar (T <sub>3</sub> )	t <sub>1</sub> – Associe as colunas ligando os termos às definições.
	t <sub>2</sub> – Relacione os conceitos da coluna da esquerda com suas definições na coluna da direita.
Analisar (T <sub>4</sub> )	t <sub>1</sub> – Analise a imagem que representa os cariótipos dos machos e fêmeas da mosca-das-frutas.
Comparar (T <sub>5</sub> )	t <sub>1</sub> – Compare o cariótipo da mosca-das-frutas com o cariótipo do ser humano.
Relacionar (T <sub>6</sub> )	t <sub>1</sub> – Relacione o cariótipo da mosca-das-frutas com o cariótipo do ser humano quanto à quantidade de cromossomos.
	t <sub>2</sub> – Relacione o cariótipo da mosca-das-frutas com o cariótipo do ser humano quanto ao tipo de cromossomo sexual.
Explicar (T <sub>7</sub> )	t <sub>1</sub> – Justifique o sexo da pessoa a partir da imagem.
	t <sub>2</sub> – Explique se há ou não alteração cromossômica.
	t <sub>3</sub> – Explique a diferença entre a clonagem reprodutiva e a clonagem terapêutica.
	t <sub>4</sub> – Como você explicaria ao criador de peixes ornamentais o fato de o cruzamento de peixes vermelhos “puros” com peixes azuis “puros” gerarem apenas descendentes vermelhos.

Observar (T <sub>8</sub> )	t <sub>1</sub> - Observe a imagem do cariótipo humano.
	t <sub>2</sub> - Observe o heredograma.
Argumentar (T <sub>9</sub> )	t <sub>1</sub> - Em grupo, discuta sobre a oferta ou não de recompensa para pessoas que participam de pesquisas científicas no Brasil, Estados Unidos e Reino Unido.
	t <sub>2</sub> - Dar opiniões sobre a oferta ou não de recompensa para pessoas que participam de pesquisas científicas no Brasil, Estados Unidos e Reino Unido.
	t <sub>3</sub> - Em grupo, discuta sobre o uso de animais em experimentos científicos
	t <sub>4</sub> - Que indicação você daria para o criador de peixes para que ele obtenha peixes azuis?
	t <sub>5</sub> - Qual é a opinião de vocês sobre a possibilidade de seleção de embriões com relação a características como cor dos olhos ou tipo de cabelo?
Listar (T <sub>10</sub> )	t <sub>1</sub> - Em grupo, elabore uma lista de procedimentos que vocês consideram importantes para a realização de experimentos com animais.
Completar (T <sub>11</sub> )	t <sub>1</sub> - Complete a tabela indicando o genótipo dos tipos sanguíneos do sistema Rh.
	t <sub>2</sub> - Complete a tabela indicando o tipo de sangue que pode ser recebido pelos tipos sanguíneos do sistema Rh.
	t <sub>3</sub> - Complete a tabela indicando o tipo de sangue que pode ser doado pelos tipos sanguíneos do sistema Rh.
Esquematar (T <sub>12</sub> )	t <sub>1</sub> - Faça esquema mostrando como ocorre a clonagem reprodutiva.
	t <sub>2</sub> - Faça esquema mostrando como ocorre a clonagem terapêutica.
	t <sub>3</sub> - Construa um esquema demonstrando o genótipo dos descendentes de um casal: homem albino e mulher com pigmentação na pele, mas heterozigota para o albinismo.
Resumir (T <sub>13</sub> )	t <sub>1</sub> - Resuma os experimentos de Mendel
	t <sub>2</sub> - Resuma as conclusões de Mendel
Pesquisar (T <sub>14</sub> )	t <sub>1</sub> - Em grupos, façam uma pesquisa sobre organismos geneticamente modificados
	t <sub>2</sub> - Pesquisar exemplos de organismos geneticamente modificados.
	t <sub>3</sub> - Pesquisar razões que levaram à modificação dos organismos geneticamente modificados.
	t <sub>4</sub> - Pesquisar argumentos favoráveis à técnica de modificação genética de organismos.
	t <sub>5</sub> - Pesquisar argumentos contrários à técnica de modificação genética de organismos.
	t <sub>6</sub> - Pesquisar aspectos positivos sobre planejar a gestação de um filho para o tratamento de outro que esteja doente.
	t <sub>7</sub> - Pesquisar aspectos legais sobre planejar a gestação de um filho para o tratamento de outro que esteja doente.
	t <sub>8</sub> - Pesquisar aspectos ilegais sobre planejar a gestação de um filho para o tratamento de outro que esteja doente.
	t <sub>9</sub> - Pesquisar aspectos negativos sobre planejar a gestação de um filho para o tratamento de outro que esteja doente.
Expor	t <sub>1</sub> - Faça uma exposição oral dos dados coletados.

(T <sub>15</sub> )	t <sub>2</sub> – Em debate, apresente sua opinião sobre planejar a gestação de um filho para o tratamento de outro que esteja doente.
--------------------	---

Fonte: pesquisadoras (2020).

Com a organização dos Tipos de tarefas destacamos técnicas ( $\tau$ ) que permitem a realização das atividades classificadas como: identificar, explicar e pesquisar, pois são as que aparecem em maior quantidade no LD analisado. (Quadro 10)

Quadro 10: Descrição das técnicas ( $\tau$ ) para as atividades dos Tipos de tarefas (T) identificar, explicar e pesquisar (LD 1)

Tipos de tarefas (T)	técnicas ( $\tau$ )
Identificar	Conhecer o processo de transmissão de características hereditárias.
	Identificar cromossomos.
	Relacionar os gametas à definição do sexo biológico.
	Definir cariótipo.
	Conhecer o cariótipo de diferentes síndromes.
	Definir mitose
	Definir meiose
	Conhecer o processo de divisão celular de diversos seres vivos.
	Definir genótipo.
	Definir fenótipo.
	Diferenciar genótipo de fenótipo.
	Exemplificar fenótipos da espécie humana.
	Definir alelos.
	Identificar os tipos sanguíneos.
	Conhecer um heredograma
	Identificar os símbolos do heredograma
	Diferenciar os símbolos que representam indivíduos com herança hereditária estudada no heredograma.
	Conhecer aplicações da genética
	Definir fertilização <i>in vitro</i> .
Identificar motivos para a busca pela fertilização <i>in vitro</i> .	
Explicar	Relacionar comunidades pequenas a estudos genéticos.
	Descrever o processo de diferenciação celular.
	Identificar alelos que se relacionam com diferentes síndromes.
	Relacionar o processo de divisão celular a regeneração de tecidos.
	Relacionar gametas ao processo de transmissão de características hereditárias.
	Descrever processos de manipulação genética.
	Relacionar os processos de manipulação genética à agricultura.
	Relacionar os processos de manipulação genética à medicina.
	Identificar aspectos éticos relacionados à manipulação genética.
	Opinar sobre aspectos éticos relacionados à manipulação genética.
	Definir organismos geneticamente modificados.
	Identificar exemplos de organismos geneticamente modificados.

Pesquisar	Conhecer aspectos favoráveis para gerar organismos geneticamente modificados.
	Conhecer aspectos contrários para gerar organismos geneticamente modificados.
	Relacionar aspectos favoráveis e contrários para gerar organismos geneticamente modificados.
	Definir fertilização <i>in vitro</i> .
	Conhecer aspectos positivos da fertilização <i>in vitro</i> .
	Conhecer aspectos negativos da fertilização <i>in vitro</i> .
	Conhecer aspectos legais da fertilização <i>in vitro</i> .
	Conhecer aspectos ilegais da fertilização <i>in vitro</i> .
	Identificar diferentes situações para que ocorra a fertilização <i>in vitro</i> .
	Relacionar aspectos positivos, negativos, legais e ilegais da fertilização <i>in vitro</i> .

Fonte: pesquisadoras (2020).

Em relação aos elementos tecnológicos ( $\theta^{17}$ ) e à teoria ( $\Theta^{18}$ ) que justificam as técnicas elencadas para a realização das tarefas descritas nos quadros 8 e 9, compreendemos que referem-se aos conhecimentos sobre o tema Genética, mas acrescentamos que a Unidade do LD -1, analisado, favorece às tarefas do tipo “identificar”, pois estão relacionadas com nomeação de estruturas, quantificação de cromossomos, definições simples, caracterizações. As tarefas classificadas nos tipos mais complexos como as de “explicar” e “pesquisar” necessitam de maior aprofundamento nos temas relacionados a Genética, para que os estudantes possam ter argumentos suficientes para realizarem-nas.

No LD -2 a temática Genética se apresenta na Unidade D, concentrada no Capítulo 10. O capítulo está dividido nas seguintes seções: 1. Motivação, 2. Desenvolvimento do tema, 3. Organização de ideias: 4. Mapa conceitual, 5. Use o que aprendeu, 6. Explore diferentes linguagens e 7. Seu aprendizado não termina aqui. Organizamos a parte de “apresentação do conteúdo” com as seções 1 e 2 e a parte de “atividades” com as demais seções.

Observamos que a parte denominada de “apresentação do conteúdo” é constituída de imagens, proposta de experimento, conceitos, definições, quadros e, as seções: amplie seu vocabulário, saiba de onde vem as palavras, para fazer no seu caderno, em destaque, tema para pesquisa e para discussão em grupo. Constatamos, por todo o texto, termos negritados, e estes aparecem também em uma proposta de ampliar o vocabulário, mas por aparecerem em destaque

<sup>17</sup> Do alfabeto grego - Teta minúsculo. Simbologia utilizada em matemática.

<sup>18</sup> Do alfabeto grego - Teta maiúsculo. Simbologia utilizada em matemática.

no texto principal podem gerar indução conceitual para o trecho onde o termo aparece. Na parte de “atividades” encontra-se o mapa conceitual, lista de exercícios (com 21 atividades) e imagens.

A partir da descrição das observações feitas, destacamos os Tipos tarefas e tarefas encontradas no capítulo analisado. (Quadros 11 e 12)

Quadro 11: Descrição dos Tipos de tarefa (T) encontrados na parte “apresentação do conteúdo” (LD 2)

Tipos de Tarefas (T)	tarefas (t)
Explicar (T <sub>1</sub> )	t <sub>1</sub> – A hereditariedade deve-se à transferência de genes dos pais para os filhos. Como ocorre essa transferência?
	t <sub>2</sub> – A hereditariedade deve-se à transferência de genes dos pais para os filhos. Por que nem todos os genes são transferidos?
	t <sub>3</sub> – Qual seria a explicação para o reaparecimento do fenótipo ligado ao alelo recessivo após o cruzamento Aa x Aa?
	t <sub>4</sub> – Entre os filhos de um mesmo casal, embora alguns possam ser muito parecidos, não há dois indivíduos idênticos (a não ser em certos casos de gêmeos). Por quê?
Definir (T <sub>2</sub> )	t <sub>1</sub> – Cromossomos
	t <sub>2</sub> – DNA
	t <sub>3</sub> – Gene
	t <sub>4</sub> – Cromossomos homólogos
	t <sub>5</sub> – Célula haploide
	t <sub>6</sub> – Número haploide (n)
	t <sub>7</sub> – Célula diploide
	t <sub>8</sub> – Número diploide (2n)
	t <sub>9</sub> – O que é genética?
	t <sub>10</sub> – Alelos
	t <sub>11</sub> – Genótipo
	t <sub>12</sub> – Indivíduo homozigótico
	t <sub>13</sub> – Indivíduo heterozigótico
	t <sub>14</sub> – Fenótipo
	t <sub>15</sub> – Alelo dominante
	t <sub>16</sub> – Alelo recessivo
	t <sub>17</sub> – Sistema Rh
	t <sub>18</sub> – Sistema ABO
	t <sub>19</sub> – Gêmeos dizigóticos
	t <sub>20</sub> – Gêmeos monozigóticos
	t <sub>21</sub> – Cromossomos sexuais
	t <sub>22</sub> – Doenças hereditárias
	t <sub>23</sub> – Biotecnologia
	t <sub>24</sub> – Engenharia genética
	t <sub>25</sub> – Organismos transgênicos
Comparar (T <sub>3</sub> )	t <sub>1</sub> – Compare o cruzamento Aa x Aa com a atividade dos feijões feita no início do capítulo.

Opinar (T <sub>4</sub> )	t <sub>1</sub> – Imagine que se descubra um método que permita separar, em laboratório, espermatozoides portadores do cromossomo X de espermatozoides portadores do cromossomo Y. Seria ético usar essa técnica para escolher o sexo dos filhos?
Identificar (T <sub>5</sub> )	t <sub>1</sub> – Identificar o fenótipo de uma planta de ervilha que tenha o genótipo que condiciona “planta alta”.
	t <sub>2</sub> – Se uma mulher e um homem, ambos sem sardas (ss), tiverem filhos, os filhos poderão ter sardas?
	t <sub>3</sub> – Imagine um homem com sardas, heterozigótico (Ss), que tenha filhos com uma mulher sem sardas, ss. Os descendentes poderão ter sardas?

Fonte: pesquisadoras (2020).

Quadro 12: Descrição dos Tipos de tarefa encontrados na parte “atividades” (LD 2)

Tipos de tarefas (T)	tarefas (t)
Diferenciar (T <sub>1</sub> )	t <sub>1</sub> - Cite uma importante diferença entre uma célula haploide humana e uma célula diploide humana.
	t <sub>2</sub> – Diferencie alelos de cromossomos homólogos.
	t <sub>3</sub> – Qual é a diferença entre o modo como se formam gêmeos monozigóticos e gêmeos dizigóticos?
Identificar (T <sub>2</sub> )	t <sub>1</sub> - Quais são as células haploides humanas?
	t <sub>2</sub> – Quais são as células humanas diploides?
	t <sub>3</sub> – Quais desses dois tipos de células, haploide ou diploide, tem participação direta no processo de fertilização?
	t <sub>4</sub> – Nas células diploides do seu corpo há 46 cromossomos. Quantos deles são de herança do seu pai?
	t <sub>5</sub> – Nas células diploides do seu corpo há 46 cromossomos. Quantos deles são de herança da sua mãe?
	t <sub>6</sub> – O número diploide na espécie dos cavalos ( <i>Equus caballus</i> ) é 64 e, na espécie dos jumentos ( <i>Equus asinus</i> ) é 62. Quantos cromossomos há num espermatozoide de jumento?
	t <sub>7</sub> – O número diploide na espécie dos cavalos ( <i>Equus caballus</i> ) é 64 e, na espécie dos jumentos ( <i>Equus asinus</i> ) é 62. Quantos cromossomos há num óvulo de égua (fêmea do cavalo)?
	t <sub>9</sub> – Quantos cromossomos são encontrados, ao examinar, com o equipamento de microscopia adequado, o núcleo de uma célula do corpo de uma mula?
	t <sub>10</sub> – O número diploide da ervilha é 14. Quantos cromossomos há em um gameta de planta de ervilha?
	t <sub>11</sub> – O número diploide da ervilha é 14. Quantos cromossomos há em uma célula de folha da planta de ervilha?
	t <sub>12</sub> – Identifique o tipo sanguíneo do sistema ABO considerado “receptor universal”
	t <sub>13</sub> – Identifique o tipo sanguíneo do sistema ABO considerado “doador universal”
	t <sub>14</sub> – Em uma transfusão de sangue em um paciente A <sup>-</sup> , qual o tipo sanguíneo deverá receber?

	t15- Identifique o possível genótipo de um homem e uma mulher, ambos com sardas que tiveram um filho sem sardas.
Identificar (T <sub>3</sub> )	t16- Considerando os aspectos genéticos de ambos os sexos, que cromossomos sexuais estão presentes nos gametas produzidos por uma mulher?
	t16- Considerando os aspectos genéticos de ambos os sexos, que cromossomos sexuais estão presentes nos gametas produzidos por um homem?
Classificar (T <sub>4</sub> )	t1- Um zigoto é uma célula diploide ou haploide?
	t2- Classifique os indivíduos (homozigóticos ou heterozigóticos) de um cruzamento de plantas vermelhas em que os descendentes são vermelhos e brancos.
	t3- Na sua fala do último quadrinho, o rapaz se refere a uma mola por meio de um atributo exclusivo das pessoas do sexo feminino. Ele se refere a alelos quaisquer, cromossomos sexuais, alelos recessivos, cromossomos quaisquer ou alelos dominantes?
Explicar (T <sub>5</sub> )	t1- Explique o tipo de célula que é o zigoto, haploide ou diploide.
	t2- Explique como é possível que as células diploides do seu corpo possuam cópias desses cromossomos que você herdou de seus pais se, nos gametas deles que participaram da fecundação, havia cromossomos suficientes apenas para a formação do zigoto.
	t3- Explique o que significa a expressão alelos
	t4- Explique o que significa a expressão cromossomos homólogos
	t5- Justifique se dois gêmeos monozigóticos podem ser de sexos diferentes.
	t6- Justifique se dois gêmeos dizigóticos podem ser de sexos diferentes.
	t7- Explique se gêmeos monozigóticos com fenótipos diferentes possuem genótipos diferentes.
	t8- Considerando os princípios da genética, diga se há fundamento em atribuir à mulher, ou mesmo ao homem, a responsabilidade na determinação do sexo do bebê.
	t9- Explique a classificação genotípica (homozigotos ou heterozigotos) de indivíduos de um cruzamento de plantas vermelhas em que os descendentes são vermelhos e brancos.
	t10- Explique se um homem e uma mulher, ambos com lóbulo de orelha presa, podem gerar filhos com lóbulo de orelha preso.
	t11- Explique se um homem e uma mulher, ambos com lóbulo de orelha presa, podem gerar filhos com lóbulo de orelha solto
	t12- Um homem e uma mulher, ambos com sardas, tiveram um filho sem sardas. Explique se é possível que estes pais gerem outra criança e com sardas.
	t13- Explique a classificação dada ao termo “duplo X”.
Opinar (T <sub>6</sub> )	t1- Seria correto usar a mesma tecnologia que detecta doenças hereditárias para introduzir material genético em pessoas saudáveis a fim de salientar determinada característica desejada, como inteligência, beleza ou capacidade atlética?
	t2- temos o direito de escolher a cor dos olhos ou o sexo de nossos descendentes?

	t <sub>3</sub> – Se uma pessoa descobre que há chance de ela vir a gerar filhos com sérias doenças genéticas, seria correto impedi-la de ter filhos?
	t <sub>4</sub> – Quem deve ter o poder de decisão em casos como este?

Fonte: pesquisadoras (2020).

No Quadro 11, destacamos 33 tarefas (t), que foram organizadas em cinco tipos: explicar, definir, comparar, opinar e identificar. Já no quadro 12 há 39 tarefas divididas em cinco tipos: diferenciar, identificar, classificar, explicar e opinar. Entre estes tipos de tarefas, três apresentaram maior número de tarefas: explicar (Quadro 11 e 12), definir (Quadro 11) e identificar (Quadro 12).

Diante do exposto, como no LD – 1, as tarefas do tipo “identificar” estão relacionadas com apresentação de conceitos, ideias, características, nomes de diversos termos, que se referem ao tema Genética. As tarefas do tipo “explicar” relacionam-se com descrições de fatos, explicações e detalhamento de processos, defesa de ideias e opiniões sobre o tema em análise. Já as tarefas do tipo “definir”, exigem apenas os significados dos termos. Para estes tipos apresentamos as possíveis técnicas (τ) para a realização das tarefas. (Quadro 13)

Quadro 13: Descrição das técnicas (τ) para as atividades do tipo identificar, explicar e definir (LD 2)

Tipos de tarefas (T)	técnicas (τ)
Identificar	Definir células haploides.
	Definir células diploides.
	Conhecer o processo de fertilização.
	Descrever o processo de fertilização
	Relacionar o processo de fertilização aos tipos de células (haploides ou diploides).
	Definir cromossomos
	Identificar o número cromossômico de diferentes espécies.
	Relacionar o número de cromossomos às diferenças entre as espécies
	Identificar os tipos sanguíneos.
	Caracterizar o sistema ABO.
	Caracterizar o sistema Rh.
	Conhecer o processo de transfusão de sangue.
	Relacionar a transfusão de sangue aos tipos sanguíneos.
	Definir genótipo
	Definir fenótipo
Explicar	Conhecer o processo de transmissão de características hereditárias.
	Descrever o processo de transmissão de características hereditárias
	Conhecer a formação cromossômica do zigoto.

	Conhecer como ocorre a formação genotípica de gêmeos monozigóticos.
	Conhecer como ocorre a formação genotípica de gêmeos dizigóticos
	Diferenciar o genótipo dos gêmeos monozigóticos e gêmeos dizigóticos.
Explicar	Definir alelos.
	Definir cromossomos homólogos.
	Definir genótipos
	Definir fenótipos
	Relacionar genótipos a fenótipos
	Definir homozigotos
	Definir heterozigotos
	Relacionar homozigotos aos diferentes fenótipos.
	Relacionar heterozigotos aos diferentes fenótipos.
Definir	Conhecer cromossomos
	Conhecer DNA
	Conhecer gene
	Conhecer cromossomos homólogos
	Conhecer célula haploide
	Conhecer célula diploide
	Caracterizar genética
	Conceituar alelos
	Conceituar homozigotos
	Conceituar heterozigotos
	Caracterizar genótipo
	Caracterizar fenótipo
	Caracterizar sistema Rh
	Caracterizar sistema ABO
	Caracterizar gêmeos dizigóticos
	Caracterizar gêmeos monozigóticos
	Identificar cromossomos sexuais
	Conhecer doenças hereditárias
	Identificar doenças hereditárias
	Conceituar biotecnologia
Conceituar engenharia genética	
Conceituar organismos transgênicos.	

Fonte: pesquisadoras (2020).

Ao analisarmos as técnicas ( $\tau$ ) elencadas no LD - 2, constatamos que, assim como a análise anterior, do LD -1, os elementos tecnológicos ( $\theta$ ) e a teoria ( $\Theta$ ) que justificam tais técnicas referem-se ao tema Genética e exigem conhecimentos sobre cromossomos, genes, DNA, cariótipo, fertilização, divisão celular, alelos, homozigotos, heterozigotos, transmissão de características hereditárias, fenótipo, genótipo, alterações cromossômicas, tipos sanguíneos,

organismos transgênicos, biotecnologia, engenharia genética, aplicações da genética, heredograma, Leis de Mendel.

De acordo com os Tipos de tarefas apresentadas nas análises realizadas nos LD 1 e 2, e com base no “Fluxograma de OP ideias e possíveis” (Figura 8), podemos interpretar as características das atividades propostas das OP (OD e OB) a partir das técnicas elencadas. (Quadro 11 e 13).

As técnicas “definir”, “identificar”, “conhecer”, “conceituar” e “exemplificar” relacionam-se com citar definições, lembrar fatos, indicar nomes, dar exemplos, datas e outras informações simples. Dessa forma, estas técnicas condizem com as OD *Clássicas*, pois exigem dos estudantes apenas informações retiradas do LD, que muitas vezes apresentam os termos em destaque e indicam os trechos a serem copiados, que em língua portuguesa, nos procedimentos de leitura correspondem ao Descritor 1– localizar informações explícitas em um texto. Esse descritor não oferece desafios para os alunos do 9º ano, sendo mais apropriado para os alunos do 5º e 6º anos. Assim, conforme aponta Machado (2011, p. 84) “[...] torna o processo de ensino e de aprendizagem mais mecânico, e mais bem controlado pelo professor [...]”.

As técnicas “relacionar”, “diferenciar”, “descrever” e “opinar” referem-se a explicações mais elaboradas, com mais detalhes, comparações de termos e conceitos, descrições detalhadas de sistemas com análises e opiniões, possuem características mais complexas. Assim sendo, tais técnicas enquadram-se como OD *Construtivista* em razão de exigirem dos estudantes a reelaboração do conhecimento, interpretação do cotidiano, justificativas aprofundadas, relação do conteúdo com experiências de vida (MACHADO, 2011).

Considerando a Transposição Didática Externa (TDe) (CHEVALLARD, 2005), que ocorreu para haver a produção desses materiais, observamos que há um número grande de informações científicas nos LD 1 e 2, mas que são abordadas de forma simplista, onde os diversos temas são apresentados em pequenos textos com inúmeros conceitos a serem desenvolvidos, de forma fragmentada, sem relação sequencial e sem contextualização social. Nessa perspectiva, Fonseca e Tartarotti (2016) pontuam que o caráter científico de Genética está presente nos LD, de forma oposta às discussões das novas tendências educacionais, que enfatizam a importância da contextualização dos temas na Educação Básica (EB) para possibilitar conexões dos conhecimentos escolares com a realidade dos estudantes.

Ademais, os LD são o “currículo apresentado aos professores” que, por diversos motivos relacionados às exigências do sistema escolar, ao processo de formação dos professores e às imposições do “currículo prescrito” (SACRSITÁN, 2017), geram dependência na

utilização e facilitam acesso aos temas impostos pelas prescrições e diversas propostas de exercícios, atividades experimentais, pesquisas e discussões que podem ser apresentados aos estudantes. (SACRSITÁN, 2017).

Estes aspectos dificultam o processo de Transposição Didática Interna (TDi) (CHEVALLARD, 2005), que será realizado pelos professores ao proporem diversas metodologias para o desenvolvimento dos temas em sala de aula e exigem elementos tecnológicos bem trabalhados para propiciar o aprendizado do conteúdo pelo aluno.

Diante do exposto, verificamos que o conteúdo de Hereditariedade Humana nos LD 1 e 2, escolhidos para a análise, necessitariam de uma abordagem didática mais elaborada, para possibilitar o desenvolvimento dos conceitos propostos neles, pois a quantidade de técnicas que devem ser mobilizadas pelos estudantes da forma como se apresenta, dificultam o processo de aprendizado do tema. Para que os estudantes tenham maior proximidade com o tema, e assim alcançar os objetivos de aprendizagem propostos por estes materiais, é necessário estruturar boas Organizações Didáticas (OD) e Organizações Biológicas (OB).

### **5.3 CONTRIBUIÇÕES DAS PARTICIPANTES DA PESQUISA**

As verificações deste item foram produzidas a partir da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes (2003) e Moraes; Galiazzi (2006). Os textos analisados são contribuições das técnicas da área de Ciências da Secretaria Municipal de Educação de Campo Grande/MS (SEMED), denominados de P1 e P2 (Professor 1 e Professor 2). Tais contribuições foram feitas por meio de um questionário aberto estruturado (Anexo I) disponibilizado por correio eletrônico.

A ATD é uma forma de análise no campo das pesquisas qualitativas e auxilia na produção de novos significados a partir do objeto de pesquisa (Moraes e Galiazzi, 2006). O *corpus* analisado por meio da ATD são os discursos das participantes, seguindo as seguintes etapas: 1 - desmontagem dos textos, 2 - estabelecimento de relações e 3 - captando o novo emergente e auto-organização.

Por meio dos questionamentos feitos às participantes que se referiam: 1 - à concepção de currículo; 2 - às comparações entre as três versões da BNCC; 3 - à abordagem do conteúdo hereditariedade humana para o Ensino Fundamental (EF) e; 4 - à abordagem do conteúdo nos livros didáticos (LD), realizamos nossa investigação.

Na primeira etapa organizamos tabelas (Anexo II) com os textos das participantes da pesquisa e destacamos fragmentos que possibilitaram a formação das unidades de sentido para cada texto analisado. Esta etapa é o início do processo de reconstrução de sentidos do pesquisador a partir dos significados expressos pelos participantes da pesquisa (MORAES e GALIAZZI, 2006).

Após a etapa de unitarização construímos as primeiras categorias, denominadas de categorias iniciais. As sessenta e duas (62) categorias iniciais (Anexo III) criadas foram propostas com base no estudo das informações do *corpus* da pesquisa, por isso são chamadas de categorias emergentes (MORAES, 2003). O aprofundamento na análise nos permitiu reorganizar as categorias iniciais e formar as categorias finais (Quadros 14, 15, 16 e 17) que foram utilizadas na construção dos textos de análise (metatexto). À medida que as categorias são construídas, há novas conexões, novas significações, e, uma nova organização é feita a partir destes textos. Essa fase é a comunicação das novas compreensões elaboradas ao longo da análise (MORAES, 2003). Nesse sentido, a discussão das categorias finais encontradas por meio da ATD apresenta os resultados da investigação realizada.

### 5.3.1 A concepção de currículo para os participantes da pesquisa

Neste item, de acordo com as categorias finais apresentadas no Quadro 14, as participantes tem o entendimento de que **“o currículo direciona as Políticas Pedagógicas no ambiente escolar, possui diversas concepções e considera o indivíduo no seu contexto.**

Quadro 14: Categorias finais referentes à “concepção de currículo”

<b>Categorias Finais</b>	<b>Título da Categoria</b>	<b>Categorias Iniciais</b>
A	O currículo direciona as Políticas Pedagógicas no ambiente escolar	1, 2 e 4
B	O currículo possui diversas concepções	3, 5 e 8
C	O currículo considera o indivíduo no seu contexto	6, 7 e 9

Fonte: Pesquisadoras (2020)

A **Categoria A** relaciona-se com a concepção de currículo como lista de conteúdo a serem desenvolvidos em sala de aula e como ações didáticas desenvolvidas no ambiente escolar. Alguns aspectos evidenciam isso:

*O currículo são conteúdos considerados necessários ao aprendizado dos alunos que acontecem de forma dinâmica e articulada... (P1)*

*Tem inúmeras interpretações, mas uma delas, a qual acreditava no início de minha carreira, que considero bem forte na minha interpretação limitada da época, pelo menos enquanto estive em sala de aula, era que o currículo era um instrumento que direcionava as ações na escola e mais nada. (P 2)*

Sacristán (2017) pondera que o currículo é a experiência vivida pelos estudantes no ambiente escolar, define conteúdo e valores, são atividades sistematicamente organizadas e orientadas por metodologias específicas, é o que se trabalha ao longo de um ciclo determinado, são resultados de aprendizagem, são habilidades a serem desenvolvidas.

Ao pensamento de Sacristán (2017) acrescenta-se que, tais concepções devam ser analisadas a partir da função social dos currículos, dos planos educativos, das expressões materiais e formais destes planos, das interações entre teoria e prática com a realidade.

Nessa perspectiva, o currículo possui concepções amplas, é o que está oculto aos documentos normativos e tem vários significados (**Categoria B**):

*O Currículo é muito mais que um mero documento, vai além do que está estabelecido. Aquilo que está nas entrelinhas e não é discutido, não é visto...o currículo tem significados. É um lugar, espaço, território. É relação de poder, trajetória, viagem, percurso, autobiografia (P2).*

Nesse contexto, recordamos ao que Sacristán (2017) nos propõe: o currículo é a representação da função social da escola, é essencial à prática pedagógica e correlaciona-se com a formação do professor. No currículo encontram-se diretrizes pedagógicas, políticas, administrativas e outras que limitam o sistema escolar, mas também, ele se relaciona com os aspectos do processo de ensino-aprendizagem constituídos pela estrutura da escola e da sala de aula, pela sistematização, acesso e normas de uso de materiais didáticos aos estudantes, pelo vínculo interpessoal (formação de turmas, relação professor-estudante e outros) e pela função exercida e aprendizagem.

Portanto, o currículo considera o indivíduo no seu contexto (**Categoria C**) seus aspectos sociais, históricos e a formação humana, conforme destacamos os seguintes trechos:

*...diferentes concepções de mundo, de sociedade e as relações sociais estabelecidas dentro do ambiente escolar. (P1)*

*Pode-se dizer ainda que são práticas produzidas na escola, que desenvolvem aspectos sociais, políticas pedagógicas, dentre outros que constituem a formação do indivíduo e que podem proporcionar a autonomia de pensamento. Diante disso, tratar o currículo como se fosse um mero documento, é negar todas relações que estão presentes nesta construção, social, histórica e humana. (P2).*

Ademais, o currículo é mais do que um conjunto de técnicas, procedimentos e conteúdos, é a representação da cultura e das relações sociais, políticas e históricas de uma sociedade “o currículo transmite visões sociais particulares e interessadas, o currículo produz identidades individuais e sociais particulares” (MOREIRA e TADEU, 2011, p. 14). Assim, o currículo é uma construção que implica a formação do indivíduo na sociedade, mas não somente a formação do pensamento crítico individual no meio social, e, sim, todas as relações que envolvem tal formação.

### 5.3.2 Percepções a respeito das três versões da BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas ao longo das etapas de Educação Infantil (EI), Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM). As categorias (**D, E, F**) presentes no Quadro 15 referem-se à percepção das participantes em relação à proposição deste documento, a partir de 2015 até 2017, quando a versão final da EI e EF foi instituída. Dessa forma, segundo a percepção das participantes, **“a organização das diferentes versões da BNCC sofre influência sócio-política, há impactos resultantes destas mudanças e abordagens de conteúdo e metodológicas diferentes quanto ao tema hereditariedade humana proposto nas diferentes versões.”**

Quadro 15: Categorias finais: “as versões da BNCC”

<b>Categorias Finais</b>	<b>Título da Categoria</b>	<b>Categorias Iniciais</b>
D	A influência sócio-política na organização das diferentes versões da BNCC	10, 11 e 17
E	Os impactos resultantes das mudanças ocorridas nas diferentes versões da BNCC	12, 16, 18 e 19
F	Diferenças entre a abordagem dos conteúdos de Ciências e propostas metodológicas nas diferentes versões da BNCC	13, 14 e 15

Fonte: Pesquisadoras (2020)

A **Categoria D** relaciona-se com a influência sócio-política na organização das diferentes versões da BNCC, devido à participação de profissionais da educação na proposição das primeiras versões, em virtude das consultas públicas que ocorreram em 2015 e 2016, as quais possibilitaram a participação da sociedade nas decisões sobre a organização dos documentos, e também, por consequência das grandes mudanças percebidas na última versão (2017), quando proposta após o impeachment da Dilma Rousseff, naquele ano, presidenta da República repercutindo em mudanças no Ministério da Educação (MEC):

*A BNCC nas versões 2015 e 2016 foram elaboradas com a participação dos profissionais da educação por meio de chamadas públicas, entretanto a versão homologada em 2017 foi totalmente diferente das versões anteriores, impactando de forma negativa a visão de quem havia participado das chamadas públicas. (P1)*

*No ano de 2015 houve a primeira uma consulta pública no Brasil, para que todos os cidadãos opinassem sobre o novo documento que nortearia os currículos do Brasil... Após o impeachment da presidente Dilma Rousseff, todo o grupo foi desfeito, incluindo o secretário da Educação Básica do MEC. Assim, o documento que se acreditava que seria respeitado, permaneceria. Todavia, foi constituído novo grupo e novo documento, o qual era apresentado como se fosse produto da consulta pública. (P2)*

Esses aspectos, destacados pelas participantes, estão de acordo com as ideias de Moreira e Tadeu (2011) e Sacristán (2017) que apontam a interferência das relações culturais, sociais, econômicas e políticas em documentos curriculares. Os currículos refletem conflitos de interesses de uma sociedade e valores dominantes que conduzem as ações educativas, por essa razão não se estabelecem na neutralidade.

Além disso, todas essas interferências resultaram em diversas mudanças (**Categoria E**) entre as versões, o que ocasionaram impactos negativos na educação. Entre as mudanças estão a abordagem superficial de temas que se relacionam à Educação Ambiental, à ausência de perspectiva de sustentabilidade socioambiental, à mudança do conteúdo Botânica dos anos finais do EF para os anos iniciais, com abordagem simplista, à omissão de temas de saúde, às alterações nas concepções educacionais e permanência do processo investigativo com etapas fixas:

*...totalmente diferente das versões anteriores, impactando de forma negativa a visão de quem havia participado das chamadas públicas. (P1)*

*As duas versões são completamente diferentes em relação às concepções educacionais... Foi percebido ainda, na terceira versão, ausência de uma perspectiva da sustentabilidade socioambiental, do letramento científico e da saúde... Outro ponto que se pode verificar, que a Botânica foi suprimida dos anos finais do ensino fundamental desde a primeira versão, aparecendo na terceira versão, nos anos iniciais, segundo e terceiros anos... (P2)*

Dessa forma, como houve mudanças por todas as etapas do EF na área de Ciências da Natureza, as propostas metodológicas também apresentam diferenças entre as versões (**Categoria F**). As diferenças ocorreram em relação ao conhecimento conceitual, à contextualização histórica, social e cultural, ao desenvolvimento histórico da Ciência e da Tecnologia, aos processos e práticas de investigação, ao conhecimento e à linguagem científica:

*...Esta versão destacava eixos estruturantes do currículo de Ciências da Natureza: 1. Conhecimento conceitual das Ciências da Natureza – neste eixo são enfatizados os conteúdos conceituais; 2. Contextualização histórica, social e cultural das Ciências da Natureza, neste eixo são tratadas as relações entre conteúdos conceituais das Ciências da Natureza e o desenvolvimento histórico da ciência e da tecnologia; 3. Processos e práticas de investigação em Ciências da Natureza, neste eixo é enfatizada a dimensão do saber fazer, proporcionando-se aos/às estudantes, uma aproximação com os modos de produção do conhecimento científico; 4. Linguagens da Ciência, neste eixo ressalta a importância do domínio das linguagens específicas das ciências da natureza, e das múltiplas linguagens envolvidas na comunicação e divulgação do conhecimento científico. Porém todo este campo foi excluído na terceira versão. (P2)*

Percebemos na fala de P2, que todas as mudanças indicadas ocorreram no período pós impeachment da Presidenta da República, que refletiu em mudanças na equipe do MEC e, conseqüentemente, no documento final. Toda a seleção de conteúdos foi realizada por esta nova equipe que determinou o que seria trabalhado ao longo das etapas de EI e EF.

Nesta perspectiva, compreendemos que a BNCC é um exemplo de currículo prescrito, conforme descrito por Sacristán (2017), pois expressa as diretrizes curriculares e os conteúdos mínimos para o nosso sistema educativo, definidos pelo grupo que tem o poder de propor o currículo.

### **5.3.3 Percepções sobre o conteúdo Hereditariedade Humana para os Anos finais do EF**

No que diz respeito ao conteúdo Hereditariedade Humana presente na BNCC, construímos as seguintes categorias a partir das contribuições das participantes: “**mudanças em relação a disposição do tema ao longo da EB, diversos conteúdos articulados a diferentes conhecimentos, a complexidade do conteúdo relacionada ao processo de aprendizado e a importância das ações didáticas propostas pelo professor**”. (Quadro 16)

Quadro 16: Categorias finais referente à “a temática hereditariedade humana para o EF”

<b>Categorias Finais</b>	<b>Título da Categoria</b>	<b>Categorias Iniciais</b>
G	Mudanças em relação à disposição do tema ao longo da EB	23, 27, 33, 34, 35, 36, 37, 41, 42 e 43.
H	Diversos conteúdos articulados a diferentes conhecimentos	20, 21, 24, 26, 38, 39 e 40
I	A complexidade do conteúdo relacionada ao processo de aprendizado	28, 29 e 30
J	A importância das ações didáticas propostas pelo professor	22, 25 31 e 32

Fonte: Pesquisadoras (2020)

Entre as versões da BNCC há grande diferença na proposição e disposição do tema ao longo dos anos da EB (**Categoria G**). Na primeira versão, constatamos a presença no EF nos anos iniciais e no EM. Na segunda versão, houve mudança para os 8º e 9º anos do EF, continuando da mesma forma no EM. Já na terceira versão (2017), está disposto apenas no 9º ano do EF, atrelado ao tema Evolução. Além dessas mudanças, na disposição do conteúdo ao longo dos anos, houve mudança em aspectos metodológicos: em 2015 os conteúdos estavam dispostos em unidades de conhecimento, em 2016 em objetivo de aprendizagem e desenvolvimento, e, em 2017 em unidades temáticas e objetos de conhecimento. Por fim, é importante ressaltar que as questões de sexualidade e gênero estão suprimidas da última versão. Destacamos algumas contribuições concernentes a tal descrição:

*BNCC- 2015, no 5º ano do Ensino Fundamental na Unidade de conhecimento – vida, constituição e reprodução. No Ensino Médio na Unidade de conhecimento – hereditariedade, padrões e processos de transmissão de informação nos eixos: Conhecimento conceitual, Contextualização histórica, social e cultural, Processos e práticas de investigação e Linguagens...Na versão 2016, a temática estava constituída nos Objetivos de aprendizagem e desenvolvimento de Ciências nos anos finais do ensino fundamental - Vida: constituição e evolução... Já na mesma versão, apresenta Hereditariedade na*

*Unidade Curricular 4: Hereditariedade: padrões e processos de armazenamento, transmissão e expressão de informação, propostas para o Ensino Médio para a Biologia... Disposição na BNCC -2017  
Unidade temática: Vida e evolução Objeto do Conhecimento: Hereditariedade, Ideias evolucionistas. Habilidades: São propostas 4 habilidades, as quais atribuo o nome de competências para explorar o tema. (P2)*

As mudanças na disposição do tema geraram alterações na proposta de articulação com diferentes conhecimentos (**Categoria H**), o tema em questão precisa ser desenvolvido com a pluralidade de outros temas, que eram trabalhados de forma fragmentada e em anos diferentes, é importante, ainda, considerar processos fisiológicos do corpo humano além de contextualizações para facilitar o entendimento:

*Acredito que esse conteúdo deva ser trabalhado de forma contextualizada com a realidade para que os alunos entendam de onde vêm as características individuais de cada ser humano e como ocorre a transmissão dos genes. (P1)*

*...Para isso, é importante tratar, de modo integrado, os processos de divisão celular, gametogênese e desenvolvimento embrionário e os conceitos de DNA, cromossomos e alelos; introduzir o conceito de herança epigenética na abordagem das interações entre herdabilidade e fatores ambientais na constituição fenotípica; e abordar as inovações relativas a terapias gênicas e doenças genéticas. Nas questões relacionadas à determinação genética do sexo é importante ponderar a diversidade presente em todos os domínios de seres vivo...Na BNCC instituída, apresenta o tema hereditariedade no nono ano do Ensino Fundamental. Destaco que foi a única mudança que acreditei ser coerente, pois o estudante, abordava evolução no sexto ano. O tema hereditariedade era visto no oitavo ano. A BNCC, traz no nono, toda evolução e hereditariedade, acredito que os estudantes possam compreender melhor neste ano escolar. (P2)*

O resultado das análises nos permitiram destacar a complexidade do conteúdo relacionada ao processo de aprendizado (**Categoria I**), pois a forma como se apresentava gerava pouca assimilação, os conceitos eram fragmentados, com a organização da última versão o tema Hereditariedade Humana passou a ser desenvolvido juntamente com o tema Evolução, dessa forma consideramos coerente a proposição, mas há excesso de conceitos para serem trabalhados no EF e tal proposição, nos parece não ter considerado o nível do desenvolvimento cognitivo e a faixa etária dos estudantes:

*Na BNCC instituída, apresenta o tema hereditariedade no nono ano do Ensino Fundamental. Destaco que foi a única mudança que acreditei ser coerente, pois o estudante, abordava evolução no sexto ano, e assimilava bem pouco, pois diversos conceitos estudaria anos posteriores, não tinha maturidade. Ressalto ainda, que mesmo aceitando que esteja no nono ano, não quer dizer que vejo a modificação de maneira adequada. O que se percebe é que houve uma sobrecarga para o Ensino Fundamental, sem que se levasse em consideração a faixa etária dos estudantes, tampouco o nível cognitivo... Outro ponto que saliento, é a flexibilidade dada ao estudante do ensino médio, acabou por excluindo conteúdos que estavam consagrados a esta etapa de ensino, e acabaram realocados no anos finais do ensino fundamental, como se fosse mera questão de troca, e a temática pesquisa, hereditariedade é uma delas. (P2)*

A organização de todas as versões da BNCC de Ciências da Natureza até a versão final (2017), configuram o processo de Transposição Didática Externa (TDe), proposta por Chevallard (2005), realizada por profissionais do MEC, responsáveis pela institucionalização dos saberes sujeitos a serem ensinados na escola (*Noosfera*). Ressaltamos que as modificações destacadas reduziram o tema Hereditariedade Humana a duas habilidades a serem desenvolvidas no 9ºano do EF, que num primeiro contato aparenta ter caráter simplista, mas que, quando analisado percebemos a complexidade do mesmo. Todavia, serão as ações didáticas propostas pelo professor (**Categoria J**) que possibilitarão o aprendizado do tema:

*O papel do professor é fundamental para fazer a transposição do conteúdo... (P1)*

*Diante disso, cabe ao professor, pois este possui autonomia em como desenvolver suas aulas, ele conhece sua turma e pode desenvolver ações didáticas que permitam ir além do que se propõe a base, desde que isto esteja em seu PPP, não vejo empecilhos para o professor... Como disse anteriormente, o professor necessita entender que ele é o regente, cabendo a ele, analisar a melhor forma de proporcionar ações que possibilitam aprendizado aos estudantes. (P2)*

Nessa perspectiva, enfatizamos a importância da Transposição Didática Interna (TDi) (Chevallard, 2005), realizada pelos professores para explorar melhor o tema no processo de ensino e aprendizagem, ao tempo que possibilita o desenvolvimento conceitual adequado para a aprendizagem dos estudantes.

### 5.3.4 Percepções sobre o conteúdo Hereditariedade Humana presente no LD

Os Livros Didáticos (LD) são os materiais mais utilizados pelos professores em sala de aula, denominados por Chevallard (2005) de *Instituição* de ensino, pois determinam conhecimentos de forma a atender às necessidades da *Noosfera*, grupo que os definiram. Além disso, os LD constituem o que Sacristán (2017) define como *Currículo apresentado aos professores* e apresentam abordagens de todo o currículo prescrito. Dessa forma, a partir das indicações feitas pelas participantes, organizamos as categorias finais: 1) **a hereditariedade humana presente nos LD em comparação com a BNCC**, 2) **a transposição didática do conteúdo realizada pelo professor** e 3) **aspectos que dificultam o ensino e a transposição didática do conteúdo**. (Quadro 17)

Quadro 17: Categorias finais referentes à “abordagem da temática hereditariedade humana nos LD em comparação com a BNCC instituída”

<b>Categorias Finais</b>	<b>Título da Categoria</b>	<b>Categorias Iniciais</b>
K	A hereditariedade humana presente nos LD em comparação com a BNCC	44, 45, 46 48, 50, 60 e 61
L	A transposição didática do conteúdo realizada pelo professor	47, 59 e 62
M	Aspectos que dificultam o ensino e a transposição didática do conteúdo	49, 51, 52, 53, 54, 55, 57 e 58

Fonte: Pesquisadoras (2020)

Os LD analisados pelas participantes são de Ciências do PNLD – 2020, cujo o nome é Araribá Mais Ciências – Editora Moderna (LD1) e Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano – Editora Moderna (LD2). Em comparação com a BNCC (**Categoria K**), fizeram algumas constatações, os dois LD apresentam a temática Hereditariedade Humana bem explorada, e está disposta no 9ºano do EF. No entanto, o LD1 possui conteúdo denso, com excesso de conceitos e definições, muito semelhante ao que era proposto para o EM. Já o LD2, explora a temática de forma menos aprofundada, de entendimento mais fácil:

*Os dois volumes analisados trabalham o tema em questão, destacam as habilidades da BNCC...O livro Araribá Mais, explora a temática muito bem, inicia com a evolução, vai realizando a construção, até chegar na genética. O que ressaltado deste livro, é que apresenta um conteúdo bem denso, com muitos conceitos e definições... Contém todo conteúdo de Evolução e genética, muito semelhante ao que se propunha para o Ensino Médio durante décadas...O livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano, apresenta o conteúdo mais ameno, isso*

*não quer dizer que não explora a temática, mas está menos carregado...As duas coleções, abordam a temática, com um aprofundamento maior do que comumente era apresentado por anos... (P2)*

Desse modo, observamos que a forma como o tema é tratado em cada uma das obras depende do que o autor julga essencial, o processo de escolha dos temas e o aprofundamento destes são característicos da TDe (Chevallard, 2005), que neste caso é feita por especialistas de editoras (*Noosfera*). Ademais, o professor realizará a TDi do conteúdo (**Categoria L**) se tiver um bom desenvolvimento do tema, variedade de recursos didáticos com diferentes metodologias para possibilitar a aprendizagem do tema:

*Não tive acesso a esse livro didático, mas é importante que os professores saibam que podemos usar outros elementos como artigos, vídeos não se basear somente neste material.(P1)*

*...explicações que requerem do professor um bom desenvolvimento do tema em suas aulas...O que possibilita ao professor, explorar a temática usando outros recursos, pois como o material não é tão carregado, o faz perceber que pode explorar outros meios...porém destaque, o que possibilitará de fato a transposição didática do tema, será a atuação do professor, a maneira como media sua aula, como propõe seu trabalho, além dos recursos que explora durante o processo. (P2)*

Por fim, destacamos que o processo de TDi pode ser dificultado por diversos aspectos (**Categoria M**), como a dependência dos professores com o LD, a priorização do trabalho com habilidades que direcionam o trabalho do professor, a complexidade de tais habilidades, um EF com maior responsabilidade em relação aos temas antes trabalhados pelo EM, a TDe inadequada em relação aos conceitos a serem trabalhados e o ano proposto e outros, representados pelos fragmentos:

*Em relação ao conteúdo e livro didáticos podemos dizer que é uma base para os professores, mas por vezes presenciamos alguns erros conceituais. (P1)*

*... Diante disso, é evidente que ser um ano acima, o nono, a temática pode ser apresentada com maior aprofundamento. Ressalto que acredito que este aprofundamento deve-se ao fato do Ensino Médio apresentar outra proposta de trabalho, cujos alunos poderão optar pelo seus estudos, e podendo a Biologia não ser estudada, que optou-se em aumentar um pouco mais o Ensino Fundamental...Ao meu ver,*

*não houve um estudo adequado sobre os conteúdos da BNCC. Pautaram-se em desenvolvimentos de habilidades, porém são as habilidades que delimitam o conteúdo e como são bem complexas na Unidade temática, Vida e Evolução, demonstra-se falta de estudo sobre processo de aprendizagem, bem como da própria Biologia. (P2)*

Sendo o LD o Currículo apresentado aos professores (Sacristán, 2017), constatamos que para facilitar o processo de ensino e aprendizado do tema Hereditariedade Humana, é preciso buscar metodologias variadas, utilizar recursos diversificados e o estudo de teorias didáticas que propiciem o ensino desse conteúdo e, conseqüentemente, seu aprendizado. Nesta pesquisa, referenciamos a Transposição Didática e a Teoria Antropológica do Didático (TAD) (CHEVALLARD, 1999; 2005) com seus elementos praxeológicos, que se bem trabalhados pelo professor podem auxiliar nesse processo.

#### **5.4 RECOMENDAÇÕES DESTINADAS AOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

*“Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática.”*

*(Chevallard, 1991, p.39)*

Professor(a),

Diante das análises até aqui realizadas, consideramos importante apresentar uma Sequência Didática (SD), utilizando os Momentos de Estudo (ME) proveniente da Teoria Antropológica do Didático (TAD) (CHEVALLARD, 1999; CHEVALLARD, *et al.* 2001; GASCÓN, 2003), que possa contribuir com o ensino de Hereditariedade Humana para você, professor de Ciências, junto aos seus estudantes.

Utilizando as terminologias da TAD consideramos a *tarefa* (t<sub>1</sub>) “Explicar como os gametas estão relacionados à transmissão das características hereditárias humanas entre as gerações.”, pertinente ao tema “Genética”, presente na coleção de livro didático (LD) de Ciências do 9º ano do EF, indicado pelo PNLD – 2020, e a primeira escolha da Rede Municipal de Ensino de Campo Grande – MS, analisado anteriormente. Para tanto, empregaremos os Momentos de Estudo (ME) da referida teoria.

OS ME são: Primeiro ME - o momento do primeiro encontro como a organização didática; Segundo ME - o momento da exploração do problema, associando-o a uma ou mais técnicas apropriada(s) para sua resolução; Terceiro ME – o momento de constituição do entorno tecnológico-teórico, para justificar a técnica utilizada; Quarto ME - o momento do trabalho com a técnica, seu domínio e precisão; Quinto ME – o momento da institucionalização OD/OB; e o Sexto ME – o momento da avaliação da OP (CHEVALLARD, 1999; CHEVALLARD, *et al.* 2001; GASCÓN, 2003).

O primeiro ME é caracterizado pelo contato inicial dos estudantes com a  $t_1$ , o professor como mediador da *tarefa* poderá orientar o estudante a procurar explicações já estabelecidas no LD utilizado ou em outros livros, em textos extraídos da internet ou produzidos pelo próprio professor, para se criar uma relação entre o estudante e a *tarefa* proposta.

A partir desse ponto, inicia-se o segundo ME, a exploração do problema, que é a elaboração de *técnicas* relativas ao Tipo de tarefa que envolve todas as tarefas/atividades que abordam a relação dos gametas à transmissão de características hereditárias humanas, e que permitem aos estudantes elaborarem respostas a questionamentos que vão surgir ao longo do processo de aprendizado. Em segmento a este momento, encontra-se o 3º ME, o momento de constituição do entorno *tecnológico-teórico*, para justificar a *técnica* utilizada, ou seja, é o momento que relaciona a Organização Didática (OD) com a Organização Biológica (OB) deste processo. Aqui existe uma relação direta com os momentos anteriores, conforme Quadro 18.

Quadro 18: Descrição das técnicas e dos Elementos tecnológicos da tarefa  $t_1$

<b><i>técnicas</i></b>	<b>Elementos <i>tecnológico-teóricos</i></b>
Identificar o tipo de divisão celular responsável por gerar os gametas.	Esquemas que representem os processos de divisão celular presentes no LD ou extraídos da internet
Descrever as etapas da meiose.	Imagens que exemplifiquem as etapas da meiose.
Identificar o número de cromossomos presentes em um gameta masculino e feminino.	Conhecimento sobre os tipos de divisão celular
Definir cromossomos.	Conhecimento sobre meiose
Descrever o processo de fecundação.	Conhecimento sobre formação dos gametas.
Relacionar a meiose à formação do zigoto.	Conhecimento sobre cromossomos.
Identificar o número de cromossomos presentes no zigoto.	Conhecimento sobre o processo de fecundação
Definir características hereditárias	Conhecimento sobre a formação do zigoto

Relacionar o número de cromossomos dos gametas ao número de cromossomos do zigoto.	Conhecimento sobre herança genética
Relacionar o zigoto às características hereditárias	Conhecimento sobre herança genética

Fonte: Pesquisadoras (2020)

Os Elementos *tecnológicos* e *teóricos* que envolvem o tema em questão estão diretamente ligados ao desenvolvimento das *técnicas* estabelecidas: identificar, descrever, definir e relacionar. As técnicas formuladas poderão ser desenvolvidas por meio de atividades colaborativas, construções de modelos, trocas de informações e outros.

Após organizarmos as *técnicas* e elementos *tecnológicos-teóricos* temos o 4º ME, o momento de *trabalho com a técnica*, é a etapa que testa as técnicas que surgiram na Organização Praxeológica (OP) para torná-las válidas. Nesse sentido, é preciso reelaborar as técnicas ou criar novas (CHEVALLARD, 1999). Validar as *técnicas* criadas relaciona-se com a possibilidade de elas serem aplicadas em tarefas/atividades semelhantes a que foi proposta, como por exemplo, tarefa  $t_2$  “Explicar como os gametas estão relacionados à determinação da tipagem sanguínea de um indivíduo.” Ao observarmos as *técnicas*, podemos dizer que são suficientes para resolver a  $t_2$ ? No exemplo dado será preciso novos Elementos *tecnológicos-teóricos*, pois se trata de uma característica específica da espécie humana.

O 5º ME é o momento da *Institucionalização* do desenvolvimento da resolução da *tarefa*, que determina com precisão as OD e OB propostas, aqui verificamos os elementos que permanecem e os que serão eliminados (CHEVALLARD, 1999). No pensamento de Chevallard (1999), o momento de institucionalização “revitaliza” o Estudo e proporciona elencar as diversas possibilidades das organizações.

Articulado ao momento da *Institucionalização* está o 6º ME, que é o momento de avaliação, este momento é de reflexão sobre o que foi proposto na OD/OB, o que foi aprendido pelo estudante (CHEVALLARD, 1999). Neste momento, o professor poderá criar estratégias de verificar se houve aprendizado referente ao tema, se teve reconstrução de conceitos e/ou apreensão de novos conhecimentos.

Dessa forma, o exemplo considerado na *tarefa*  $t_1$  “Explicar como os gametas estão relacionados à transmissão das características hereditárias entre as gerações.”, possibilitou a OD a partir da OB e pode propiciar a construção do conhecimento sobre a Hereditariedade Humana.

Diante do exposto, apresentamos a seguir a estrutura da Sequência Didática (Quadro 19), que leva em consideração Organizações Didáticas (OD) e Organizações Biológicas (OB) conforme referencial teórico explicitado:

Quadro 19: Estrutura de uma SD com base nos ME – Hereditariedade Humana

TEMA	Hereditariedade Humana
JUSTIFICATIVA	A hereditariedade é um fenômeno que ocorre com todos os seres vivos, incluindo os humanos, responsável por transmitir as características de um organismo aos seus descendentes. Essas características estão contidas no genoma das espécies, conservando as particularidades de cada uma e promovendo a biodiversidade entre os indivíduos. Estudar este tema possibilita entender como tais características são transmitidas e a relação com a evolução das espécies.
OBJETIVO	Associar os gametas às transmissões de características hereditárias humanas entre as gerações
1º ME Primeiro encontro ou reencontro	O primeiro momento se caracteriza pelo contato dos estudantes com a tarefa a ser realizada como o exemplo citado anteriormente: “Explicar como os gametas estão relacionados à transmissão das características hereditárias humanas entre as gerações.” 1 - Neste momento pode-se solicitar aos estudantes que exponham suas ideias dizendo o que sabem a respeito. 2 – Em seguida pode-se mediar a busca por respostas no livro Didática de Ciências.
2º ME Exploração do problema	Este momento caracteriza-se pelo trabalho com as técnicas: explorar o problema. 1 – Neste momento preparam-se as técnicas mobilizadas para resolver a tarefa ( $t_1$ ), é importante que os estudantes façam suas contribuições, indicando possíveis <i>técnicas</i> . 2 – O professor pode mediar para que as <i>técnicas</i> abaixo também sejam indicadas, além de outras que surgirão e que os estudantes julgam pertinente. Identificar o tipo de divisão celular responsável por gerar os gametas. Descrever as etapas da meiose. Identificar o número de cromossomos presentes em um gameta masculino e feminino. Definir cromossomos. Descrever o processo de fecundação. Relacionar a meiose à formação do zigoto. Identificar o número de cromossomos presentes no zigoto. Definir características hereditárias. Relacionar o número de cromossomos dos gametas ao número de cromossomos do zigoto. Relacionar o zigoto às características hereditárias.

<p>3º ME Constituição do entorno <i>tecnológico-teórico</i></p>	<p>Este momento se relaciona diretamente com o anterior, pois os elementos <i>tecnológicos e teóricos</i> justificam as <i>técnicas</i> indicadas.</p> <p>1 – Ao trabalhar cada <i>técnica</i> citada, os estudantes mobilizarão os elementos <i>tecnológicos e teóricos</i>.</p> <p>2 - Pode-se organizar atividades em grupos, busca de informações na internet, troca de informações, construção de modelos e outros.</p> <p>3 – Neste momento os estudantes desenvolvem cada <i>técnica</i> a partir dos conhecimentos (elementos tecnológicos e teóricos)</p>
<p>4º ME Trabalho com a técnica</p>	<p>Este momento tem relação com a validação das <i>técnicas</i>, o professor pode criar novas tarefas para que os estudantes possam utilizar as <i>técnicas</i> criadas. Ou seja, pode-se propor que os estudantes “Expliquem como os gametas estão relacionados à determinação da tipagem sanguínea de um indivíduo.” (t<sub>2</sub>), que é uma tarefa do mesmo tipo.</p>
<p>5º ME – Institucionalização</p>	<p>Este momento configura-se na realização da tarefa proposta.</p> <p>1 - O professor irá mediar para que os estudantes retomem a problemática inicial para resolverem a tarefa.</p>
<p>6º ME Avaliação</p>	<p>Este momento está diretamente ligado ao 5º ME é de reflexão sobre o que foi proposto na OD/OB, o que foi aprendido pelo estudante.</p> <p>1 – Neste momento, o professor cria estratégias de verificar se houve aprendizado. Tais estratégias podem ser textos coletivos, individuais, exposição das respostas. Assim, o professor poderá perceber se a Organização Praxeológica estruturada permitiu o aprendizado do tema.</p>

Fonte: Pesquisadoras (2020)

Ressaltamos aqui, que o professor tem autonomia para desenvolver suas OD e OB, com seus próprios modelos de SD, da forma que achar pertinente. Nós nos baseamos nos ME da TAD, a partir de Organizações Praxeológicas (OP), porque julgamos que eles (os ME) possibilitam ao professor visualizar o ensino (mediação), ou seja, a partir de organização de situações de ensino que propiciem o aprendizado do estudante.

Nossa intenção com esta proposta de Sequência Didática foi o de contribuir com você, professor de Ciências, no ensino do tema Hereditariedade Humana, com o exemplo proposto nesta pesquisa. E, também, para que você possa pensar de forma autônoma sobre como desenvolver a TDi do currículo de Ciências da Natureza contido na BNCC e nos LD.

Lembre-se que: quanto mais você se prepara, mais sorte você tem!

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

*“Toda ciência deve assumir como sua condição primeira, de se querer ciência de um objeto, de um objeto real, existindo de uma experiência independente do olhar que o transformará em objeto de conhecimento”.*

*(Chevallard, 1991, p.12)*

A investigação realizada nos proporcionou fazer algumas reflexões sobre a nossa pesquisa que partiu do questionamento: “O currículo de Ciências da Natureza, presente na BNCC, favorece o ensino e a aprendizagem do conteúdo de Hereditariedade Humana para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental?”

Conforme constatado na revisão bibliográfica a partir dos trabalhos de Neto, Miguel e Giraldi (2015) e também Rauber, Silva e Oliveira (2016), o tema em questão é desafiador e complexo para professores e estudantes, devido à necessidade de abstrações para o entendimento, pelo avanço rápido de informações e pela falta de contextualização histórica. Em conformidade com tal constatação, ao realizarmos a análise referente às duas habilidades da BNCC de Ciências da Natureza, relativa ao 9º ano do EF, pertinente à Hereditariedade Humana, pudemos inferir que, didaticamente e biologicamente, o conteúdo proposto se apresenta muito complexo diante da quantidade de *técnicas* e *tecnologias* que precisam ser mobilizadas pelo estudante para o aprendizado do tema, por isso precisará ser melhor planejado, trabalhado e explorado pelo professor de Ciências para uma melhor compreensão pelo estudante.

A complexidade presente na BNCC também foi elucidada pelas professoras ao destacarem a redução a duas habilidades referentes ao tema. Isto posto, esclarecemos que é imprescindível que o professor de Ciências elabore muito bem suas Organizações Didáticas (OD) e Organizações Biológicas (OB) no que diz respeito à Hereditariedade Humana, para possibilitar que o ensino deste tema ocorra de forma a desenvolver as habilidades que constam na BNCC e, dessa forma, o aprendizado deste conteúdo pelo estudante. Mas para isso, é importante ressaltar que o professor precisa questionar a forma como a BNCC se apresenta em relação à Hereditariedade Humana e o que está além das habilidades propostas.

Na continuidade da pesquisa, como forma de apoio à Análise Praxeológica das habilidades contidas na BNCC de Ciências da Natureza, analisamos também o tema Hereditariedade Humana em dois LD de Ciências, pertencentes a duas coleções aprovadas pelo

PNLD 2020, e já afinadas com o currículo nacional. Constatamos que os LD apresentam Organizações Didáticas Ideais (ODI), classificação pertinente à Teoria Antropológica do Didático (TAD), e que em tese permitiria o alcance de aprendizagem do estudante.

A partir de então, compreendemos que a maioria das *técnicas* elencadas e as *tarefas* contidas nos LD, condizem com as ODI *Clássicas*, o que exige dos estudantes informações retiradas dos próprios LD, e com as OD *Construtivistas*, que exigem dos estudantes a reelaboração do conhecimento, interpretação do cotidiano, justificativas aprofundadas, relação do conteúdo com experiências de vida. Portanto, os estudantes precisam desenvolver habilidades que propiciem alcançar o que consta nas ODI elencadas anteriormente, justamente as mesmas elencadas pela BNCC. Ao se deparar com essas ODI, principalmente as *Construtivistas*, o professor precisará planejar muito bem suas ações didáticas para que ocorra o aprendizado esperado, como também, a produção do conhecimento científico.

Sendo assim, e considerando a Transposição Didática Externa (TDe), constatamos que os LD analisados apresentam grande número de informações científicas, mas com abordagens simplistas, sem aprofundamentos científicos, conforme demonstramos a partir das pesquisas de Goldbach, *et al.* (2015) e Fonseca e Tartarotti (2016) que acrescentam ainda a falta de contextualização do tema. Ademais, as afirmações referentes aos LD também se assemelham as às nossas, pois as participantes destacaram o caráter científico dado ao tema e a importância do professor no processo de TDi para possibilitar a aprendizagem dos estudantes.

Por serem os LD o material mais utilizado pelos professores, que facilitam acesso aos temas impostos pelas prescrições e diversas propostas de exercícios, atividades experimentais, pesquisas e discussões que podem ser apresentados aos estudantes, consideramos que os aspectos discutidos dificultam o processo de TDi e necessitam de OD e OB bem estruturadas, para propiciar o desenvolvimento das habilidades propostas e o aprendizado do conteúdo pelo estudante. Relacionado a isso destacamos as contribuições de Ferreira, *et al.* (2015); Moul e Silva (2015); Murollo, *et al.* (2015); Barbosa, *et al.* (2016); Barros e Silva (2016); Leal, *et al.* (2017) e Barboza e Silva (2019) que discorrem sobre a importância da diversidade de metodologias para possibilitar o entendimento do tema.

Com relação às análises realizadas a partir das contribuições das partícipes da pesquisa, as técnicas de Ciências da SEMED-Campo Grande/MS, nos permitiram inferir que o currículo é muito mais do que a lista de conteúdos, pois representam as relações de ensino e aprendizagem e as relações sociais, políticas e históricas de uma sociedade.

Em decorrência, as asserções sobre as três versões da BNCC de Ciências da Natureza, principalmente no que se refere a BNCC instituída, nos permitiu perceber as relações descritas, anteriormente, quando destacamos as mudanças ocorridas neste documento no período pós impeachment, quando houve mudança no MEC e, conseqüentemente, no grupo que o propunha. As mudanças se caracterizaram por deslocamento de conteúdos, abordagem em habilidades e competências dentre outras, de acordo com o interesse do novo grupo. As declarações das participantes possibilitaram a reflexão sobre o processo de TDe realizado para a organização do conteúdo Hereditariedade Humana, interligado ao tema Evolução, o que consideramos a mudança pertinente.

A partir das considerações sobre a análise desta prática pedagógica, a qual acredito ser de relevante importância, além de inovadora e com indicativos emancipatórios com base nos parâmetros estabelecidos para tal, diversas reflexões puderam ser construídas para refletir sobre ela como elemento instigador de novas práticas.

Em virtude disso, preparamos um material de sugestão aos professores de Ciências, no capítulo 5, item 5.4, para auxiliar na proposição de Sequência Didática utilizando os Momentos de Estudo (ME), também pertinentes a TAD, e dessa forma contribuir no processo de TDi realizada pelo professor e possibilitar o aprendizado e a produção de conhecimento sobre Hereditariedade Humana.

## BIBLIOGRAFIA

ALENCAR, L. A.; FERREIRA, L. B. M. Filosofia para crianças como modelo para ensinar conceitos básicos de biologia celular e genética para alunos dos 7º. ano/8ª. série do ensino fundamental. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, Niterói - RJ, v. 9, p. 3025 - 3036, dezembro 2016. Disponível em: <[https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista\\_sbenbio\\_n9.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista_sbenbio_n9.pdf)>. Acesso em: 25 abril 2020.

ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na Educação Básica Brasileira. **10 ENFOPE e 11 FOPIE**. Universidade de Tiradentes, Aracaju – SE, 15 – 19 maio 2017.

BARBOSA, M. A. F. et al. Educação em genética: uma proposta para o ensino da expressão gênica a partir de diferentes estratégias didáticas. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, Niterói - RJ, v. 9, p. 452 - 464, dezembro 2016. Disponível em: <[https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista\\_sbenbio\\_n9.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista_sbenbio_n9.pdf)>. Acesso em: 25 abril 2020.

BARBOZA, D. P.; SILVA, A. F. G. D. Utilização de métodos lúdicos em práticas pedagógicas fundamentadas na educação crítica. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**, Natal - RN, 25 - 28 junho 2019.

BARROS, G. D.; SILVA, D. M. S. D. O uso de um recurso didático como subsídio para o ensino de genética. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, Niterói - RJ, v. 9, p. 4250 - 4261, dezembro 2016. Disponível em: <[https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista\\_sbenbio\\_n9.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista_sbenbio_n9.pdf)>. Acesso em: 23 abril 2020.

BITTAR, M. A Teoria Antropológica do Didático como ferramenta metodológica para análise de livros didáticos. **Zetetiké**. Campinas – SP, v. 25, n. 3, setembro – dezembro, 2017, p. 364-387.

BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C. C da; REIS, A. R. H. As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das Leis de Mendel enfrentados por alunos do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. Cuiabá- MT, v.12, n. 6, p. 61 – 75, Agosto, 2017.

BRASIL. **Lei nº.9394, de 20 de dezembro de 1996**.Estabelece as Diretrizes e Bases daEducação Nacional. Diário Oficial da União,Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. – Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Lei nº 13.005 de 25 de Junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação(PNE). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jun. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional ComumCurricular**. Brasília, DF, 2017.

CANTO, E. L. do; CANTO, L. C. **Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano: manual do professor**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2018.

CARNEVALLE, M. R. (Ed.). **Araribá mais: ciências: manual do professor**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2018.

CHEVALLARD, Yves. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. Vol. 19, nº 2, 1999, p. 221 – 266.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica**. Tradução de Claudia Gilman. 3. ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005

CHEVALLARD, Y.; BOSCH, M.; GASCÓN, J. **Estudar matemáticas: O elo perdido entre o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2001

COSTA, C. P. F. Ensino de Genética e Evolução para entendimento da diversidade. **Dissertação de Mestrado**. Belo Horizonte – MG: UFMG, 2019.

ELEUTÉRIO, J. M. P. et al. Construção de recursos didáticos como estratégia metodológica para o ensino de genética em um escola de ensino público no município de Santarém - PA. **Anais [recurso eletrônico] / VII Encontro Nacional de Biologia / I Encontro Regional de Ensino de Biologia - Norte**, Belém - PA, 3 - 6 setembro 2018. 573 - 579. Disponível em: <[https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/anais/anais\\_vii\\_enebio\\_norte\\_completo\\_2018.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/anais/anais_vii_enebio_norte_completo_2018.pdf)>. Acesso em: 26 Abril 2020.

FERREIRA, K. E. et al. Ensino e aprendizagem de genética: estudo em uma escola da rede pública na região metropolitana de Belo Horizonte – MG. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindóia - SP, 24 - 27 novembro 2015.

FONSECA, A. L. D. C.; TARTAROTTI, E. Análise Praxeológica de Atividades sobre Polialelia e Grupos Sanguíneos no Livro Didático de Biologia. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**, Florianópolis - SC, 3 - 6 julho 2017.

GASCÓN, J. A necessidade de utilizar modelos didáticos das matemáticas. **XI JAEM - Jornada de aprendizagem e ensino das Matemáticas**, Tenerife e Gran Canárias, jul. 2003.

GOLDBACH, T. et al. Desafios relativos à construção de abordagens integradoras e atualizadoras para a genética escolar. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - X ENPEC**, Águas de Lindóia - SP, 24 - 27 novembro 2015.

GOLDBACH, T. et al. Limites e potencialidades do jogo "influxo": trabalhando com o tema "fluxo da informação genética". **Anais [recurso eletrônico] / VII Encontro Nacional de Biologia / I Encontro Regional de Ensino de Biologia -**, Belém - PA, 3 - 6 setembro 2018. 5617 - 5625. Disponível em: <[https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/anais/anais\\_vii\\_enebio\\_norte\\_completo\\_2018.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/anais/anais_vii_enebio_norte_completo_2018.pdf)>. Acesso em: 15 julho 2019.

GONDIN, C. M. M. A Formação de professores de ciências: reflexões a partir da construção de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos. **Dissertação de Mestrado**. Campo Grande – MS: UFMS, 2014.

GOODSON, I. F. **As políticas de currículo e de escolarização: abordagens históricas /** tradução de Vera Joscelyne. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

GRIFFITHS, A. J. F.; *et. al.* **Introdução à genética**. Tradução de Sylvia Werdmuller von Elgg Roberto. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. Versão on-line.

KRASILCHIK, M. **Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências**. São Paulo : São Paulo em Perspectiva , 2000.

LEAL, C. A. et al. Concepções discentes: por que os filhos se parecem com os pais? **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**, Florianópolis - SC, 3 - 6 julho 2017.

LOPES, A. C. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Unijuí, 2007.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: EPU, 2014.

MACHADO, Vera de Mattos. Prática de estudo de ciências: formação inicial docente na unidade pedagógica sobre a digestão humana. **Tese de Doutorado**. Campo Grande- MS: UFMS, 2011.

MACHADO, V. D. M. Inserção das Ciências Naturais no Currículo escolar brasileiro: contexto da História da Ciência e da educação. In: CARNEIRO, M. C., et al. **História e Filosofia das Ciências e o Ensino de Ciências II**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014. Cap. 2, p. 37-57.

MACHADO, V. de M.; WECKERLIN, E. R. O ensino de ciências biológicas a partir de uma organização didática, segundo a Teoria Antropológica do Didático. **X Congresso Internacional sobre Investigación em Didáctica de Las Ciencias**. Sevilla. 5 – 8 set., 2017.

MELO, J. R. D.; FERREIRA, L. B. M. O monge que plantava ervilhas: um recurso didático sobre genética e humanização das ciências. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, Niterói - RJ, v. 9, p. 4854 - 4864, dezembro 2016. Disponível em: <[https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista\\_sbenbio\\_n9.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista_sbenbio_n9.pdf)>. Acesso em: 23 abril 2020.

MENEZES, M. O. de; OLIVEIRA, G. V. de A. Currículo de Ciências: uma reflexão histórica e cultural. **VI Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”**. São Cristóvão - SE/Brasil. 20 – 22 set., 2012.

MICELI, B. S.; ROCHA, M. B. Análise da Natureza da Ciência em textos de divulgação científica inseridos no livro didático de Biologia. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**, Natal - RN, 25 - 28 junho 2019.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise discursiva textual: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, abril de 2006

MOREIRA, A. F.; TADEU, (. **Currículo, cultura e sociedade**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MOUL, R. A. T. D. M.; SILVA, F. C. L. D. O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva inovadora. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindóia - SP, 24 - 27 novembro 2015.

MUROLLO, B. D. et al. PIBID: atividade de genética como ferramenta no ensino de biologia. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindóia - SP, 24 - 27 novembro 2015.

NASCIMENTO, F. D.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. D. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 10, n. 39, p. 225 - 249, ago 2012.

NASCIMENTO, J. M. L. et al. Tópicos em genética no Ensino Fundamental: concepções à luz de referenciais teóricos para aprendizagem. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindóia - SP, 24 - 27 Novembro 2015.

NETO, A. L. M.; MIGUEL, K.; GIRALDI, P. M. Paradigmas, hipóteses e descobertas: O Ensino de Biologia e as Leis de Mendel. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindóia - SP, 24-27 novembro 2015.

NEVES, M. A.; NEVES, M. L. R. D. C. A Biologia Forense no jogo didático: uma ferramenta motivacional para o ensino de genética em uma abordagem investigativa. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, Niterói - RJ, v. 9, p. 3704 - 3715, dezembro 2016. Disponível em: <[https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista\\_sbenbio\\_n9.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista_sbenbio_n9.pdf)>. Acesso em: 24 Abril 2020.

PACHECO, J. A. Para a noção de transformação curricular. **Cadernos de pesquisa**. v. 64, n. 159, p. 64-77, jan./mar., 2016.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática**: uma análise da influência francesa. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

PROCHASKA, L. D. S.; FRANZOLIN, F. Genética Humana: Uma análise em três livros didáticos brasileiros. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindóia - SP , 24-27 novembro 2015.

RAUBER, R. G.; SILVA, C. F. M. D.; OLIVEIRA, J. M. P. D. O sistema ABO em um jogo com cartas: uma proposta para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, Niterói -

RJ, v. 9, p. 2198 - 2209, dezembro 2016. Disponível em: <[https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista\\_sbenbio\\_n9.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista_sbenbio_n9.pdf)>. Acesso em: 22 abril 2020.

RIOS, K. B. O. et al. Investigação de princípios de design para sequência didática sobre os mecanismos de transmissão de características hereditárias monogênicas autossômicas. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindóia - SP, 24 -27 novembro 2015.

SACRISTÁN, J. G. **O Currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3ª. ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

SANTOS, E. P. D. O uso de textos de divulgação científica em aulas de genética na educação básica. **Anais [recurso eletrônico] / VII Encontro Nacional de Biologia / I Encontro Regional de Ensino de Biologia - Norte**, Belém - PA, 3 - 6 setembro 2018. 1571 - 1581. Disponível em: <[https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/anais/anais\\_vii\\_enebio\\_norte\\_completo\\_2018.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/anais/anais_vii_enebio_norte_completo_2018.pdf)>. Acesso em: 24 Abril 2020.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos da Genética**. Revisado por Cláudia Vitória de Moura Gallo. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. Versão on-line.

SOUTO, Ú. R.; SANTOS, J. R. D.; BORGES, A. A. Proposta de Modelo da dupla hélice do DNA em um contexto histórico. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, Niterói - RJ, v. 9, p. 1482 - 1491, dezembro 2016. Disponível em: <[https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista\\_sbenbio\\_n9.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista_sbenbio_n9.pdf)>. Acesso em: 22 abril 2020.

TEMP, D. S. Facilitando a aprendizagem de genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de biologia. **Dissertação de Mestrado**. Santa Maria, RS. UFSM, 2011.

## **ANEXOS**

## ANEXO I



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



INSTITUTO DE FÍSICA  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Projeto: “**A HEREDITARIEDADE HUMANA PRESCRITA PELA BNCC NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E A TRANSPOSIÇÃO PARA O CURRÍCULO DOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**”

### QUESTIONÁRIO

Tal roteiro está organizado da seguinte forma: tópicos iniciais (possibilitarão às pesquisadoras conhecer o percurso de formação do participante), tópicos principais (temas de discussão relevantes para a pesquisa), possibilitarão o alcance dos objetivos propostos pela entrevista.

#### **Tópicos iniciais**

Nome do participante  
Profissão  
Tempo de profissão  
Local de trabalho  
Formação (graduação e pós-graduação)

#### **Tópicos principais**

- Concepção de currículo.
- Relação entre a BNCC versões preliminares (2015 e 2016) e versão homologada (2017).
- Percepção sobre a BNCC instituída, em relação ao conteúdo hereditariedade humana.
- Percepção em relação a proposta de ensino e aprendizado do tema para o 9º ano
- Relação entre as versões da BNCC (2015, 2016 e 2017) relativas a transposição do conteúdo hereditariedade humana: proposições e mudanças.
- Relação entre as duas coleções de livros didáticos de Ciências mais escolhidas no PNLD-2020 (Araribá Mais – Ciências e Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano) pelas escolas municipais de Campo Grande, com a BNCC.
- Relação do conteúdo hereditariedade humana apresentado pela BNCC com o apresentado por estes livros.
- Relação entre os livros didáticos, especificamente com o conteúdo hereditariedade humana transposição e proposição.

**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPGPROFENSCIENCIAS/INFI/UFMS**  
Av. Costa e Silva, s/n – 79070-900 - Campo Grande – MS  
(67) 3345 7752 - [www.infi.ufms.br/mestradoec](http://www.infi.ufms.br/mestradoec)

## ANEXO II – Unitarização

Tabela 1

<b>Textos de resposta à pergunta sobre “a concepção de currículo” com marcação de unidades de sentido</b>	<b>Unidades de sentido</b>
<p>(P1) Currículo são <u>conteúdos</u> considerados <u>necessários</u> ao <u>aprendizado dos alunos</u> que acontecem de <u>forma dinâmica</u> e <u>articulada</u>, de forma que os temas educacionais envolvem diferentes <u>concepções de mundo</u>, de <u>sociedade</u> e as <u>relações sociais</u> estabelecidas dentro do <u>ambiente escolar</u>.</p>	<p>Conteúdos necessários Aprendizado dos alunos Forma dinâmica e articulada Concepções de mundo Concepções de Sociedade Relações sociais Ambiente escolar</p>
<p>(P2) O pode tem <u>inúmeras interpretações</u>, mas uma delas, a qual acreditava no início de minha carreira, que considero bem forte na minha interpretação limitada da época, pelo menos enquanto estive em sala de aula, era que o currículo era um instrumento que <u>direcionava as ações na escola</u> e mais nada. Com passar dos anos, com leituras e estudos pela secretaria e participando de pós-graduação, puder compreender que o Currículo é muito <u>mais que um mero documento</u>, vai além do que está estabelecido. <u>Aquilo que está nas entrelinhas</u> e não é discutido, não é visto, mas tem muito <u>significado no ambiente escolar</u>. Pode-se dizer ainda que <u>são práticas produzidas na escola</u>, que desenvolvem <u>aspectos sociais, políticas pedagógicas</u>, dentre outros que constituem a formação <u>do indivíduo</u> e que podem <u>proporcionar a autonomia de pensamento</u>. Por isso, creio que definir currículo, trata-se de uma <u>questão bem ampla</u>, que procuro enfatizar muitas vezes com as palavras de Silva (2010) que enfatiza que o currículo <u>tem significados</u>. É um <u>lugar, espaço, território</u>. É <u>relação de poder, trajetória, viagem, percurso, autobiografia</u>, curriculum vitae, e nele se <u>constitui nossa identidade</u>. É texto, discurso, documento de identidade. Diante disso, tratar o currículo como se fosse um mero documento, é negar todas relações que estão presentes nesta <u>construção, social, histórica e humana</u>.</p>	<p>Tem Inúmeras interpretações Direcionava as ações na escola É mais que um mero documento Aquilo que está nas entrelinhas Significado no ambiente escolar Práticas produzidas na escola Aspectos sociais Políticas pedagógicas Formação do individuo Proporcionar autonomia de pensamento É uma questão ampla Currículo tem significados É Lugar É Espaço É Território É Relação de poder É trajetória É Viagem É Percurso É Autobiografia É nossa identidade É Construção social É Construção Histórica É Construção Humana</p>

Tabela 2

<b>Textos de resposta à pergunta sobre “a relação entre as versões da BNCC” com marcação de unidades de sentido</b>	<b>Unidades de sentido</b>

<p>(P1) A BNCC nas versões 2015 e 2016 foram elaboradas com a <u>participação dos profissionais da educação</u> por meio de <u>chamadas públicas</u>, entretanto a <u>versão homologada</u> em 2017 foi totalmente diferente das versões anteriores, <u>impactando de forma negativa</u> a visão de quem havia participado das chamadas públicas.</p>	<p>Participação de profissionais da educação Chamadas públicas Versão homologada Impactos negativos</p>
<p>(P2) No ano de <u>2015</u> houve a <u>primeira uma consulta pública no Brasil</u>, para que todos os <u>cidadãos opinassem</u> sobre o novo <u>documento que nortearia os currículos do Brasil</u>. Nesta versão, além de todo ensino Fundamental, o Ensino Médio fazia parte do documento, se fazia presente. Com isso, tinha-se a visão do todo.</p> <p>Esta versão destacava <u>eixos estruturantes</u> do currículo de Ciências da Natureza:</p> <p>1. <u>Conhecimento conceitual</u> das Ciências da Natureza – neste eixo são enfatizados os conteúdos conceituais;</p> <p>2. <u>Contextualização histórica, social e cultural</u> das Ciências da Natureza, neste eixo são tratadas as relações entre conteúdos conceituais das Ciências da Natureza e o <u>desenvolvimento histórico da ciência e da tecnologia</u>;</p> <p>3. <u>Processos e práticas de investigação</u> em Ciências da Natureza, neste eixo é enfatizada a dimensão do <u>saber fazer</u>, proporcionando-se aos/às estudantes, uma aproximação com os modos de produção do <u>conhecimento científico</u>;</p> <p>4. <u>Linguagens da Ciência</u>, neste eixo ressalta a importância do domínio das linguagens específicas das ciências da natureza, e das múltiplas linguagens envolvidas na <u>comunicação e divulgação do conhecimento científico</u>. Porém todo este campo foi <u>excluído na terceira versão</u>. Pois, se estas orientações se mantivessem poderiam dar margem ao professor, promover discussões sociais, políticas, econômicas, dentre outras que levariam ao estudante do ensino fundamental e médio, <u>tecerem críticas sobre os diversos aspectos da sociedade contemporânea</u>. Estes eixos estruturantes foram excluídos da versão final.</p> <p>Apresentava objetivos gerais da área, hoje, chamados de competências específicas de Ciências da Natureza, sendo, as da terceira versão um pouco mais complexas.</p> <p>Modelo da versão 2016 – ainda ocorreram consultas públicas neste ano. Destaco ainda que nos 2015 e 2016 pudemos opinar sobre as versões. Após o <u>impeachment da presidenta</u> Dilma Rousseff, todo o <u>grupo foi desfeito, incluindo o secretário da Educação Básica do MEC</u>.</p>	<p>Consulta pública em 2015 Opinião dos cidadãos Documento que nortearia os currículos do Brasil Eixos estruturantes Ciências da Natureza Conhecimento conceitual Contextualização histórica, social e cultural Desenvolvimento histórico, da ciência e da tecnologia Processos e Práticas de investigação Saber fazer Conhecimento científico Linguagem científica Comunicação e divulgação do conhecimento científico Exclusão na terceira versão do conhecimento científico, Críticas sobre aspectos da sociedade contemporânea, Impeachment do presidente da República Mudanças no MEC Constituição de nova equipe Constituição de novo documento Concepção cognitivista Versões totalmente diferentes Diferentes concepções educacionais Redatores do currículo Enquadrar normas Não havia abertura para mudanças e alterações Presença da Educação Ambiental na 2ª versão Ausência do tema Educação Ambiental na versão final Abordagem superficial da Educação Ambiental País com grande biodiversidade</p>

<p>Assim, o documento que acreditava-se que seria respeitado, permaneceria. Todavia, foi <u>constituído novo grupo e novo documento</u>, o qual era apresentado como se fosse produto da consulta pública.</p> <p>A última versão, apresenta <u>concepção cognitivista pautadas na taxonomia de Bloom</u>. As <u>duas versões são completamente diferentes em relação as concepções na educacionais</u>. Ao grupo de <u>redatores dos currículos dos estados</u>, coube a missão de se <u>enquadrar dentro das normas</u>, pois <u>não havia abertura para mudanças e alterações</u>, somente a execução.</p> <p>Ainda, a <u>2ª versão</u>, trazia a <u>Educação Ambiental</u> como Tema integrador, foi <u>retirada totalmente na última versão</u>. Ademais, pode-se dizer que em todo documento, está <u>abordada de maneira superficial</u>, haja visto que o <u>Brasil é um país de uma grande biodiversidade</u>, tal temática não poderia ser abordada desta maneira.</p> <p>Foi percebido ainda, na terceira versão, <u>ausência de uma perspectiva da sustentabilidade socioambiental, do letramento científico e da saúde</u>. O que nos fazia entender que as questões desta natureza, não fariam parte do documento, pois vivemos num país capitalista, cuja <u>bancada ruralista do Congresso Nacional detém o poder sobre as ações do governo</u>, ficaria inviável que um currículo escolar abordasse tais aspectos.</p> <p>Outro ponto que pode-se verificar, que a <u>Botânica, foi suprimida dos não finais do ensino fundamental desde a primeira versão, aparecendo na terceira versão, nos anos iniciais, segundo e terceiros anos</u>, ponto este que nos faz refletir, pois <u>nos anos finais, os alunos teriam maior poder de reflexão e argumentação perante a temática</u>.</p> <p>Na primeira versão, no 8º ano, UC3 - <u>Bem-estar e saúde, destaca como habilidades, "reconhecer os principais parasitas do corpo, os vetores e os hospedeiros de microrganismos causadores de doenças. Entender as condições necessárias para a proliferação de microrganismos causadores de patologias"</u>. <u>Esta unidade do conhecimento foi suprimida nas versões 2 e 3</u>, sendo que o Brasil tem <u>altos índices de doenças causadas por proliferação de mosquitos</u> entre outras doenças e pode-se perceber que o foco neste novo documento <u>era abordar a vacinação</u>, haja visto que o Governo Federal anunciava a importância destas ações, que sempre ocorreram na Unidade Básica da Saúde, ocorressem nas escolas, isto mais tarde foi assegurado pelo governo por portaria interministerial (Ministérios da</p>	<p>Ausência de perspectiva da sustentabilidade socioambiental</p> <p>Ausência do letramento científico</p> <p>Ausência da saúde</p> <p>Bancada ruralista detém o poder sobre as ações do Governo</p> <p>Botânica suprimida no EF anos finais</p> <p>Alunos teriam maior poder de reflexão e argumentação</p> <p>Botânica presente no EF anos iniciais</p> <p>Bem-estar e saúde suprimidos</p> <p>Altos índices de doenças causadas por proliferação de mosquitos</p> <p>Abordar a vacinação</p> <p>Programa saúde na escola</p> <p>Presença de processo investigativo em forma de receita</p>
---	---

<p>Saúde e Educação) como uma das <u>ações do Programa Saúde nas Escolas (PSE).</u>  <u>A parte relacionada ao processo investigativo, permanece, em forma de receita,</u> manteve-se nas segunda e terceira versões.</p>	
---	--

Tabela 3

<b>Textos de resposta à pergunta sobre “a percepção do conteúdo hereditariedade humana em relação a BNCC instituída” com marcação de unidades de sentido</b>	<b>Unidades de sentido</b>
<p>(P1) (EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.  (EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.  <u>Acredito que esse conteúdo deva ser trabalhado de forma contextualizada com a realidade para que os alunos entendam de onde vêm as características individuais de cada ser humano e como ocorre a transmissão dos genes. O papel do professor é fundamental para fazer a transposição do conteúdo e neste conteúdo acredito a base atende esse quesito.</u></p>	<p>Conteúdo contextualizado com a realidade  Entendimento sobre as características individuais  Entendimento sobre a transmissão de genes  Professor é fundamental  Transposição de conteúdo  A BNCC atende ao quesito.</p>
<p>(P2) O tema hereditariedade era <u>visto no oitavo ano. A BNCC, traz no nono, toda evolução e hereditariedade,</u> acredito que os estudantes possam <u>compreender melhor</u> neste ano escolar.  Diante disso, cabe ao <u>professor, pois este possui autonomia</u> em como <u>desenvolver suas aulas,</u> ele conhece sua turma e pode <u>desenvolver ações didáticas que permitam ir além do que se propõe a base,</u> desde que isto esteja em seu PPP, não vejo empecilhos para o professor.</p>	<p>Tema visto no oitavo ano  Pela BNCC está no nono ano  Hereditariedade juntamente com evolução  Melhor compreensão.  Professor com autonomia  Desenvolvimento de aulas  Desenvolvimento de ações didáticas  Ir além do que se propõe a base</p>

Tabela 4

<b>Textos de resposta à pergunta sobre “a percepção do conteúdo em relação ao ensino e aprendizado do tema para o 9º ano” com marcação de unidades de sentido</b>	<b>Unidades de sentido</b>
<p>(P1) Esse tema poderia ser <u>trabalhado juntamente com o corpo humano no 7º ano, pois estaria entrelaçado aos sistemas,</u> dessa forma a <u>transposição didática seria facilitada</u> enquanto que no 9º ano os <u>conteúdos são mais voltados a química e física.</u></p>	<p>Trabalhado juntamente com o corpo humano  Entrelaçado aos sistemas  Transposição facilitada  Conteúdos de química e física.</p>

<p>(P2) Na BNCC <u>instituída, apresenta o tema hereditariedade no nono ano do Ensino Fundamental. Destaco que foi a única <u>mudança que acreditei ser coerente</u>, pois o estudante, <u>abordava evolução no sexto ano</u>, e <u>assimilava bem pouco</u>, pois diversos <u>conceitos estudaria anos posteriores, não tinha maturidade</u>. Ressalto ainda, que mesmo aceitando que esteja no nono ano, não quer dizer que vejo a <u>modificação de maneira adequada</u>. O que se percebe é que houve uma <u>sobrecarga para o Ensino Fundamental</u>, sem que se levasse em <u>consideração a faixa etária dos estudantes, tampouco o nível cognitivo</u>.</u></p> <p>Como disse anteriormente, <u>o professor necessita entender que ele é o regente</u>, cabendo a ele, <u>analisar a melhor forma de proporcionar ações que possibilitam aprendizado aos estudantes</u>.</p> <p>Outro ponto que saliento, é a <u>flexibilidade dada ao estudante do ensino médio</u>, acabou por <u>excluindo conteúdos que estavam consagrados a esta etapa de ensino</u>, e <u>acabaram realocados no anos finais do ensino fundamental</u>, como se fosse <u>mera questão de troca</u>, e a <u>temática pesquisa, hereditariedade é uma delas</u>.</p>	<p>Tema no 9º ano do EF Mudança coerente Evolução era abordada no 6º ano Pouca assimilação Conceitos posteriores Alunos sem maturidade Modificação adequada Sobrecarga para o EF Sem considerar a faixa etária Sem considerar o nível cognitivo Professor regente Melhor forma de proporcionar ações Proporcionar aprendizado aos estudantes Flexibilidade aos estudantes do EM Conteúdos excluídos no EM Conteúdos realocados no EF</p>
---	--

Tabela 5

<p><b>Textos de resposta à pergunta sobre “a relação entre as versões da BNCC e a transposição do tema hereditariedade” com marcação de unidades de sentido</b></p>	<p><b>Unidades de sentido</b></p>																					
<p>(P1) Na 1ª versão: aparece no conteúdo do 9º ano Na 2ª versão o tema aparece no ensino médio</p>	<p>-</p>																					
<p>(P2) BNCC – 2015 <u>5º ano do Ensino Fundamental</u></p> <table border="1" data-bbox="279 1523 750 1646"> <thead> <tr> <th colspan="3">UNIDADE DE CONHECIMENTO US – VIDA, CONSTITUIÇÃO E REPRODUÇÃO</th> </tr> <tr> <th>EXOS ESTRUTURADORES</th> <th>OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM</th> <th>EXEMPLOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E2 - Contextualização histórica, social e cultural</td> <td>CNCNSFOA007 Entender a possibilidade de criação de novas espécies vias por meio da manipulação genética.</td> <td>Comparação de processos genéticos para obtenção de novas espécies e compreensão da produção de híbridos.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Proposta para o <u>Ensino Médio - 1º ano</u></p> <table border="1" data-bbox="279 1780 750 1971"> <thead> <tr> <th colspan="3">UNIDADE DE CONHECIMENTO – 1ª SÉRIE</th> </tr> <tr> <th colspan="3">UNIDADE DE CONHECIMENTO – UCS Hereditariedade: padrões e processos de transmissão de informação</th> </tr> <tr> <th>EXOS ESTRUTURADORES</th> <th>Objetivos de Aprendizagem</th> <th>Exemplos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E1 - Conhecimento Conceitual</td> <td>CNB11MCA015 Reconhecer que a informação genética é a mesma em todas as células somáticas de um mesmo organismo, independente da função que essas células desempenham nos diferentes tecidos.</td> <td>Por exemplo, a informação genética pode ser reconhecida, por meio da comparação do cariótipo de células de dois tecidos diferentes e da compreensão dos processos de mitose que garantem a conservação do número cromossômico e a distribuição de cópias exatas do material genético.</td> </tr> </tbody> </table> <p>No 2º ano é proposta no <u>mesmo eixo</u>.</p>	UNIDADE DE CONHECIMENTO US – VIDA, CONSTITUIÇÃO E REPRODUÇÃO			EXOS ESTRUTURADORES	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	EXEMPLOS	E2 - Contextualização histórica, social e cultural	CNCNSFOA007 Entender a possibilidade de criação de novas espécies vias por meio da manipulação genética.	Comparação de processos genéticos para obtenção de novas espécies e compreensão da produção de híbridos.	UNIDADE DE CONHECIMENTO – 1ª SÉRIE			UNIDADE DE CONHECIMENTO – UCS Hereditariedade: padrões e processos de transmissão de informação			EXOS ESTRUTURADORES	Objetivos de Aprendizagem	Exemplos	E1 - Conhecimento Conceitual	CNB11MCA015 Reconhecer que a informação genética é a mesma em todas as células somáticas de um mesmo organismo, independente da função que essas células desempenham nos diferentes tecidos.	Por exemplo, a informação genética pode ser reconhecida, por meio da comparação do cariótipo de células de dois tecidos diferentes e da compreensão dos processos de mitose que garantem a conservação do número cromossômico e a distribuição de cópias exatas do material genético.	<p>Em 2015 no EF e EM Unidade de conhecimento – vida, constituição e reprodução Unidade de conhecimento – hereditariedade, padrões e processos de transmissão de informação Conhecimento conceitual Contextualização histórica, social e cultural Processos e práticas de investigação Linguagens Em 2016 – EF anos finais e EM Objetivo de aprendizagem e desenvolvimento Vida: constituição e evolução</p>
UNIDADE DE CONHECIMENTO US – VIDA, CONSTITUIÇÃO E REPRODUÇÃO																						
EXOS ESTRUTURADORES	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	EXEMPLOS																				
E2 - Contextualização histórica, social e cultural	CNCNSFOA007 Entender a possibilidade de criação de novas espécies vias por meio da manipulação genética.	Comparação de processos genéticos para obtenção de novas espécies e compreensão da produção de híbridos.																				
UNIDADE DE CONHECIMENTO – 1ª SÉRIE																						
UNIDADE DE CONHECIMENTO – UCS Hereditariedade: padrões e processos de transmissão de informação																						
EXOS ESTRUTURADORES	Objetivos de Aprendizagem	Exemplos																				
E1 - Conhecimento Conceitual	CNB11MCA015 Reconhecer que a informação genética é a mesma em todas as células somáticas de um mesmo organismo, independente da função que essas células desempenham nos diferentes tecidos.	Por exemplo, a informação genética pode ser reconhecida, por meio da comparação do cariótipo de células de dois tecidos diferentes e da compreensão dos processos de mitose que garantem a conservação do número cromossômico e a distribuição de cópias exatas do material genético.																				



<p><u>sexo é importante ponderar a diversidade presente em todos os domínios de seres vivos. Porém, é importante também o destaque para a espécie humana, mostrando que as ideias sobre sexo e gênero também são construção sociais e que a normalidade é um conceito relativo (BRASIL, 2016)</u></p> <p>Disposição na BNCC -2017</p> <p>Unidade temática: Vida e evolução</p> <p><u>Objeto do Conhecimento: Hereditariedade, Ideias evolucionistas</u></p> <p>Habilidades: São propostas 4 habilidades, as quais atribuo o nome de <u>competências para explorar o tema.</u></p> <p>(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.</p> <p>(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.</p> <p>(EF09CI10) Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.</p> <p>(EF09CI11) Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo</p>	
---	--

Tabela 6

<p><b>Textos de resposta à pergunta sobre “a relação entre os LD e a BNCC” com marcação de unidades de sentido</b></p>	<p><b>Unidades de sentido</b></p>
<p>(P1) Não tenho acesso a esses livros, portanto não posso responder.</p>	<p>-</p>
<p>(P2) Os <u>dois volumes analisados trabalham o tema em questão, destacam as habilidades da BNCC. O livro Araribá Mais, <u>explora a temática muito bem, inicia com a evolução, vai realizando a construção, até chegar na genética.</u> O que ressalto deste livro, é que apresenta um <u>conteúdo bem denso, com muitos conceitos e definições, explicações que requerem do professor um bom desenvolvimento do tema</u> em suas aulas. Contém todo <u>conteúdo</u> de Evolução e genética, muito <u>semelhante ao que se propunha para o Ensino Médio durante décadas.</u></u></p> <p>O livro Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano, apresenta o <u>conteúdo mais ameno, isso não</u></p>	<p>Tema trabalhado pelos dois LD            Temática bem explorada            De evolução à genética            Conteúdo denso            Muitos conceitos            Muitas definições            Requerem do professor bom desenvolvimento do tema            Semelhança com o EM            Conteúdo ameno            Temática menos carregada            Professor pode usar outros recursos</p>

quer dizer que não explora a <u>temática</u> , mas está <u>menos carregado</u> . O <u>que possibilita ao professor, explorar a temática usando outros recursos</u> , pois como o material não é tão carregado, o faz perceber que pode <u>explorar outros meios</u> .	Explorar melhor a temática.
---	-----------------------------

Tabela 7

<b>Textos de resposta à pergunta sobre “a relação do conteúdo hereditariedade presente nos LD e a BNCC” com marcação de unidades de sentido</b>	<b>Unidades de sentido</b>
(P1) – Não respondeu	-
(P2) A BNCC traz como <u>prioridade, as habilidades</u> , por meio destas, <u>o professor trabalhará em sala, conforme a dimensão estabelecida pela habilidade</u> . As duas coleções, abordam a temática, <u>com um aprofundamento maior do que comumente era apresentado por anos</u> . Historicamente <u>evolução</u> era ministrada no <u>sexto ano</u> do ensino fundamental <u>sem aprofundamento</u> , pois os alunos não tinham maturidade para compreender a complexidade do tema. A parte de <u>genética</u> , era ministrada <u>no oitavo</u> do ensino fundamental, nunca no nono ano. <u>Diante disso, é evidente que ser uma ano acima, o nono, a temática pode ser apresentada com maior aprofundamento</u> . Ressalto que acredito que este aprofundamento se deve ao fato de o <u>Ensino Médio apresentar outra proposta de trabalho, cujos alunos poderão optar pelo seus estudos</u> , e podendo a <u>Biologia não ser estudada, que optou-se em aumentar um pouco mais o Ensino Fundamental</u> . <u>Ao meu ver, não houve um estudo adequado sobre os conteúdos da BNCC. Pautaram-se em desenvolvimentos de habilidades, porém são as habilidades que delimitam o conteúdo e como são bem complexas na Unidade temática, Vida e Evolução, demonstra-se falta de estudo sobre processo de aprendizagem, bem como da própria Biologia.</u>	Prioriza habilidades Direciona o trabalho dos professores Temática com maior aprofundamento Evolução sem aprofundamento no sexto ano Genética no oitavo ano Temas aparecem no nono ano EM com escolha de disciplina Biologia não escolhida EF com maior responsabilidade. Estudo inadequado de conceitos Desenvolvimento de habilidades Habilidades delimitam o conteúdo Habilidades complexas Falta de estudo sobre processo de aprendizagem Falta de estudo sobre a Biologia.

Tabela 8

<b>Textos de resposta à pergunta sobre “a relação do conteúdo hereditariedade presente nos LD – transposição e proposição” com marcação de unidades de sentido</b>	<b>Unidades de sentido</b>
(P1) Em relação ao conteúdo e livro didáticos podemos dizer que é uma <u>base para os professores</u> , mas por vezes <u>presenciamos alguns erros conceituais</u> que levam o <u>docente a criar suas próprias estratégias e buscar em suas pesquisas a melhor forma de trabalhar</u>	Base para professores Presença de erros conceituais Docente cria estratégias próprias Pesquisas para melhorar o trabalho com os alunos

<p><u>com os alunos. No entanto, sabemos também que muitos professores, só se baseiam nos livros didáticos, deixando de lado a contextualização e a criticidade na hora de ministrar um conteúdo como a hereditariedade. Poderiam recorrer a exemplos reais, vídeos que conotassem maior realidade aos fatos. Não tive acesso a esse livro didático, mas é importante que os professores saibam que podemos usar outros elementos como artigos, vídeos não se basear somente neste material.</u></p>	<p>Se baseiam apenas nos LD          Conteúdos sem contextualização          Conteúdos sem criticidade          Recorrer a exemplos reais          Usar elementos variados</p>
<p><u>(P2) Conforme destacado anteriormente, as duas coleções apresentam temática, uma delas faz uma construção desde a Evolução, bem detalhada e aprofundada, conforme se aborda no ensino Médio, até a primeira Lei de Mendel. O segundo livro, realiza sem sobrecarregar o tema.</u>  <u>Não quero dizer com isso, que um livro é melhor ou pior do que o outro. Mas, ao se pensar na sala de aula, muitos professores, são filiados ao livro didático (LD), utilizarão somente o LD, sem preocupar-se com outros recursos que poderiam utilizar para contribuir com a transposição deste assunto.</u>  <u>Ambos os livros possibilitam a aprendizagem sobre hereditariedade de maneira compreensível, porém destaque, o que possibilitará de fato a transposição didática do tema, será a atuação do professor, a maneira como media sua aula, como propõe seu trabalho, além dos recursos que explora durante o processo. O Araribá Mais, por apresentar o tema mais complexo, necessita que o professor utilize diferentes ferramentas para fazer com que o aluno possa compreender a temática com propriedade no ensino fundamental.</u></p>	<p>Construção do tema desde a evolução          Rico em detalhes          Com aprofundamento          Abordagem do EM          Até a 1ª Lei de Mendel          Livro sem sobrecarga do tema          Professores filiados ao LD          Utilizam somente o LD          Não há preocupação com outros recursos          Dificulta a transposição do assunto          Possibilitam a aprendizagem do tema          Tema compreensível          Professor possibilita a transposição pela mediação          Com recursos variados          Temas mais complexos          Diferentes ferramentas utilizadas pelo professor          Melhor compreensão da temática no EF.</p>

### ANEXO III – Categorização

Tabela 1 – Categorias iniciais referente aos textos de resposta à pergunta sobre “a concepção de currículo”

<b>Unidades de sentido</b>	<b>Categorias Iniciais</b>
Conteúdos necessários (1) Aprendizado dos alunos (2) Forma dinâmica e articulada (3) Concepções de mundo (3) Concepções de Sociedade (6) Relações sociais (6) Ambiente escolar (4)	1. Conteúdo 2. Política Pedagógica 3. Concepção ampla 4. Ambiente escolar 5. Oculto
Tem Inúmeras interpretações (3) Direcionava as ações na escola (2) É mais que um mero documento (5) Aquilo que está nas entrelinhas (5) Significado no ambiente escolar (4) Práticas produzidas na escola (2) Aspectos sociais (6) Políticas pedagógicas (2) Formação do indivíduo (7) Autonomia de pensamento (7) É uma questão ampla (3) Currículo tem significados (8) É Lugar (8) É Espaço (8) É Território (8) É Relação de poder (8) É trajetória (8) É Viagem (8) É Percurso (8) É Autobiografia (8) É nossa identidade (8) É Construção social (6) É Construção Histórica (9) É Construção Humana (7)	6. Aspecto social 7. Formação humana 8. Vários significados 9. Aspecto histórico

Tabela 2 – Categorias iniciais referente aos textos de resposta à pergunta sobre “a relação entre as versões da BNCC”

<b>Unidades de sentido</b>	<b>Categorias Iniciais</b>
Participação de profissionais da educação (10) Chamadas públicas (10) Versão homologada (11) Impactos negativos (12)	10. Participação social 11. Versões da BNCC 12. Impactos Negativos

<p>Consulta pública em 2015 (10)  Opinião dos cidadãos (10)  Documento que nortearia os currículos do Brasil (11)  Eixos estruturantes (14)  Ciências da Natureza (13)  Conhecimento conceitual (14)  Contextualização histórica, social e cultural (14)  Desenvolvimento histórico da ciência e da tecnológica (14)  Processos e Práticas de investigação (15)  Saber fazer (15)  Conhecimento científico, (14)  Linguagem científica (15)  Comunicação e divulgação do conhecimento científico (15)  Exclusão na terceira versão do conhecimento científico (11)  Críticas sobre aspectos da sociedade contemporânea (16)  Impeachment do presidente da República (17)  Mudanças no MEC (17)  Constituição de nova equipe (17)  Constituição de novo documento (11)  Concepção cognitivista (18)  Versões totalmente diferentes, (16)  Diferentes concepções educacionais (18)  Redatores do currículo (17)  Enquadrar normas, (17)  Não havia abertura para mudanças e alterações (16)  Presença da Educação Ambiental na 2ª versão (16)  Ausência do tema Educação Ambiental na versão final (16)  Abordagem superficial da Educação Ambiental (16)  País com grande biodiversidade (16)  Ausência de perspectiva da sustentabilidade socioambiental (16)  Ausência do letramento científico (16)  Ausência da saúde (16)  Bancada ruralista detém o poder sobre as ações do Governo (17)  Botânica suprimida no EF anos finais (16)  Alunos teriam maior poder de reflexão e argumentação (19)  Botânica presente no EF anos iniciais (16)  Bem-estar e saúde suprimidos (16)  Altos índices de doenças causadas por proliferação de mosquitos (16)  Abordar a vacinação (16)  Programa saúde na escola (16)</p>	<p>13. Área de conhecimento  14. Conteúdos  15. Metodologias  16. Críticas as versões da BNCC  17. Influências políticas  18. Concepções educacionais  19. Participação do estudante</p>
---	--

Presença de processo investigativo em forma de receita (16)	
---	--

Tabela 3 – Categorias iniciais referente aos textos de resposta à pergunta sobre “a percepção do conteúdo hereditariedade humana em relação a BNCC instituída”

<b>Unidades de sentido</b>	<b>Categorias Iniciais</b>
Conteúdo contextualizado com a realidade (20)	20. Contextualização
Entendimento sobre as características individuais (21)	21. Diferentes conhecimentos
Entendimento sobre a transmissão de genes (21)	22. Professor é fundamental
Professor é fundamental (22)	23. Características da BNCC
Transposição de conteúdo (22)	24. Conteúdos articulados
A BNCC atende ao quesito. (23)	25. Diversidade de ações didático-pedagógicas
Tema visto no oitavo ano (23)	
Pela BNCC está no nono ano (23)	
Hereditariedade juntamente com evolução (24)	
Melhor compreensão. (20)	
Professor com autonomia (22)	
Desenvolvimento de aulas (25)	
Desenvolvimento de ações didáticas (25)	
Ir além do que se propõe a base (25)	

Tabela 4 – Categorias iniciais referente aos textos de resposta à pergunta sobre “a percepção do conteúdo em relação ao ensino e aprendizado do tema para o 9º ano”

<b>Unidades de sentido</b>	<b>Categorias Iniciais</b>
Trabalhado juntamente com o corpo humano (26)	26. Conteúdos articulados
Entrelaçado aos sistemas (26)	27. Mudança de conteúdo
Transposição facilitada (27)	28. Dificuldade de aprendizado
Conteúdos de química e física presente no 9º ano (27)	29. Conceitos fragmentados
Tema no 9º ano do EF (27)	30. EF com grande complexidade de conteúdo
Mudança coerente (27)	31. Professor regente
Evolução era abordada no 6º ano (27)	32. Ações didáticas
Pouca assimilação (28)	33. EM flexível
Conceitos posteriores (29)	
Alunos sem maturidade (28)	
Modificação adequada (27)	
Sobrecarga para o EF (30)	
Sem considerar a faixa etária (30)	
Sem considerar o nível cognitivo (30)	
Professor regente (31)	
Melhor forma de proporcionar ações (32)	
Proporcionar aprendizado aos estudantes (32)	
Flexibilidade aos estudantes do EM (33)	
Conteúdos excluídos no EM (27)	
Conteúdos realocados no EF (27)	

Tabela 5 – Categorias iniciais referente aos textos de resposta à pergunta sobre “a relação entre as versões da BNCC e a transposição do tema hereditariedade”

<b>Unidades de sentido</b>	<b>Categorias Iniciais</b>
-	34. Presença do EF e EM
Em 2015 no EF e EM (34)	35. Organizada em unidades de conhecimento
Unidade de conhecimento – vida, constituição e reprodução (35)	36. Organizada em objetivo de aprendizagem
Unidade de conhecimento – hereditariedade, padrões e processos de transmissão de informação (35)	37. Unidade curricular
Conhecimento conceitual (35)	38. Diversidade de temas
Contextualização histórica, social e cultural (35)	39. Respostas à questionamentos
Processos e práticas de investigação (35)	40. Integração de temas
Linguagens (35)	41. Aspectos sociais
Em 2016 – EF anos finais e EM (34)	42. Presença do EF apenas
Objetivo de aprendizagem e desenvolvimento Vida: constituição e evolução (36)	43. Organizada em unidades temáticas
Unidade curricular hereditariedade (37)	
Transmissão de informação genética (38)	
Expressão nos organismos (38)	
Alterações gênicas (38)	
Responder questões (39)	
Temas integrados (40)	
Divisão celular (40)	
Gametogênese (40)	
Desenvolvimento embrionário (40)	
DNA (40)	
Cromossomos (40)	
Alelos (40)	
Herança epigenética (40)	
Terapias gênicas (40)	
Doenças genéticas (40)	
Determinação genética do sexo (40)	
Diversidade de seres vivos (40)	
Espécie humana (40)	
Sexo e gênero são construção social (41)	
A normalidade é relativa (41)	
Em 2017 – no 9º Ano EF (42)	
Unidade temática: Vida e evolução (43)	
Objeto do Conhecimento: Hereditariedade, Ideias evolucionistas (43)	
Quatro habilidades (43)	
Competências para explorar o tema (43)	

Tabela 6 – Categorias iniciais referente aos textos de resposta à pergunta sobre “a relação entre os LD e a BNCC”

<b>Unidades de sentido</b>	<b>Categorias Iniciais</b>
----------------------------	----------------------------

-	44. Presente no LD
Tema trabalhado pelos dois LD (44)	45. Temática bem explorada
Temática bem explorada (45)	46. Abordagem complexa
De evolução à genética (46)	47. Diversidade de metodologias
Conteúdo denso (46)	48. Abordagem simples
Muitos conceitos (46)	
Muitas definições (46)	
Requerem do professor bom desenvolvimento do tema (47)	
Semelhança com o EM (46)	
Conteúdo ameno (48)	
Temática menos carregada (48)	
Professor pode usar outros recursos (47)	
Explorar melhor a temática. (47)	

Tabela 7 – Categorias iniciais referente aos textos de resposta à pergunta sobre “a relação do conteúdo hereditariedade presente nos LD e a BNCC”

Unidades de sentido	Categorias Iniciais
Não respondeu	49. Habilidades como prioridade
Prioriza habilidades (49)	50. Temática aprofundada
Direciona o trabalho dos professores (49)	51. Fragmentação de conteúdo
Temática com maior aprofundamento (50)	52. Mudanças no EM
Evolução sem aprofundamento no sexto ano (51)	53. Pouco estudo para promover as mudanças
Genética no oitavo ano (51)	
Temas aparecem no nono ano (50)	
EM com escolha de disciplina (52)	
Biologia não escolhida (52)	
EF com maior responsabilidade (52)	
Estudo inadequado de conceitos (52)	
Desenvolvimento de habilidades (49)	
Habilidades delimitam o conteúdo (49)	
Habilidades complexas (49)	
Falta de estudo sobre processo de aprendizagem (53)	
Falta de estudo sobre a Biologia (53)	

Tabela 8 – Categorias iniciais referente aos textos de resposta à pergunta sobre “a relação do conteúdo hereditariedade presente nos LD – transposição e proposição”

Unidades de sentido	Categorias Iniciais
Base para professores (54)	54. Professores dependentes do LD
Presença de erros conceituais (55)	55. LD com erros conceituais
Docente cria estratégias próprias (56)	56. Diversidade de ações didáticas
Pesquisas para melhorar o trabalho com os alunos (56)	
Baseiam apenas nos LD (54)	
Conteúdos sem contextualização (57)	
Conteúdos sem criticidade (58)	

Recorrer a exemplos reais (59) Usar elementos variados (56)	57. Conteúdos sem contextualização
Construção do tema desde a evolução (60) Rico em detalhes (60) Com aprofundamento (60) Abordagem do EM (60) Até a 1ª Lei de Mendel (60) Livro sem sobrecarga do tema (61) Professores filiados ao LD (54) Utilizam somente o LD (54) Não há preocupação com outros recursos (54) Dificulta a transposição do assunto (54) Possibilitam a aprendizagem do tema (62) Tema compreensível (61) Professor possibilita a transposição pela mediação (62) Com recursos variados (56) Temas mais complexos (60) Diferentes ferramentas utilizadas pelo professor (56) Melhor compreensão da temática no EF. (56)	58. Falta de criticidade 59. Necessidade de contextualização 60. Complexidade do tema 61. Tema simplificado 62. Transposição mediada pelo professor