



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

CAMPUS DIADEMA

CURSO DE CIÊNCIAS - LICENCIATURA

HUGO CARDOSO FRANCISCO ASSUNÇÃO LIMA

**A TEORIA DA EVOLUÇÃO DAS ESPÉCIES NO CURRÍCULO
PAULISTA DO ENSINO MÉDIO**

DIADEMA

2022

HUGO CARDOSO FRANCISCO ASSUNÇÃO LIMA

**A TEORIA DA EVOLUÇÃO DAS ESPÉCIES NO CURRÍCULO
PAULISTA DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do título de Licenciatura em Ciências – Biologia no Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema, realizado sob a orientação da Profª. Dra. Eliane de Souza Cruz e coorientação do Prof. Dr. João Miguel de Barros Alexandrino.

DIADEMA

2022

Dados Internacionais da Catalogação na Publicação (CIP)

Lima, Hugo

A Teoria da Evolução das Espécies no Currículo Paulista do Ensino Médio / Hugo Lima. -- Diadema, 2022.

72 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências) - Universidade Federal de São Paulo - Campus Diadema, 2022.

Orientador: Eliane de Souza Cruz

Coorientador: João Miguel de Barros Alexandrino

1. Educação. 2. Ensino de Evolução. 3. Currículo Paulista etapa Ensino Médio. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Campus Diadema da Universidade Federal de São Paulo, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

RESUMO

Os objetivos deste trabalho são: compreender as abordagens do ensino de evolução biológica, ressaltando as dificuldades no ensino do tema e analisar a abordagem dos conteúdos evolucionistas no Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio. Realizou-se uma pesquisa documental descritiva de natureza mista (qualitativa e quantitativa) sobre este tema no Currículo, no material de apoio pedagógico do Aprofundamento Curricular em Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias e numa obra recomendada pelo Plano Nacional do Livro Didático de 2021. Entendemos que a abordagem da evolução biológica com o público do Ensino Médio tem uma importância fundamental. Ela deve se encarregar de explicar semelhanças e diferenças dos seres vivos, explicar como novas formas surgiram e continuam a surgir. Os dados foram analisados através da correspondência dos conteúdos dos currículos com as categorias definidas, segundo Ceschim; Dutra; Caldeira (2021). Os resultados revelaram que o conteúdo da evolução biológica permanece separado dos outros conteúdos biológicos, como a diversidade da vida, o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos. Inclusive, identificamos que os redatores do Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio usaram a mesma redação do documento antecessor na descrição de algumas das habilidades a serem desenvolvidas, de modo a fazer com que os objetos de conhecimento ligados à evolução, permaneçam sendo tratados dispersamente e sem os devidos aspectos norteadores da prática docente. Devido a esses fatores, a Teoria da Evolução das Espécies seguiu como o tema do fim do programa, ocupando as discussões dos últimos bimestres do último ano do curso, quando este conteúdo acaba sendo deixado de lado pela falta de tempo para trabalhá-lo.

Palavras-chave: Educação; Ensino de Evolução; Currículo Paulista etapa Ensino Médio.

ABSTRACT

The objectives of this work are: to understand the approaches to teaching biological evolution, highlighting the difficulties in teaching the subject and to analyze the approach to evolutionary content in the Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio. A descriptive documentary research of a mixed nature (qualitative and quantitative) was carried out on this topic in the Program, in the pedagogical support material of Aprofundamento Curricular em Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias and in a work recommended by the Plano Nacional do Livro Didático de 2021. We understand that the approach of biological evolution with the high school public is of fundamental importance. It must be in charge of explaining similarities and differences of living beings, explaining how new forms have arisen and continue to arise and how this happens. Data analysis was carried out through the analysis of content correspondence of the program defined by Ceschim; Dutra; Caldeira (2021). The results revealed that the content of biological evolution remains separate from other biological content, such as the diversity of life, the study of the identity and classification of living beings. We even identified that the writers of the Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio used the same wording as the predecessor document in the description of some of the skills to be developed, in order to ensure that the objects of knowledge linked to evolution continue to be treated dispersely and without the proper guiding aspects of teaching practice. Due to these factors, the Theory of Evolution of Species continued as the theme of the end of the program, occupying the discussions of the last two months of the last year of the course, when this content ends up being left aside due to lack of time to work on it.

Keywords: Education; Evolution 's Teaching; Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio.

Sumário

| | |
|--|----|
| 1. Introdução..... | 9 |
| 2. Fundamentação histórica e metodológica | 10 |
| 2.1 Breve contexto histórico | 11 |
| 2.2 A abordagem da Evolução Biológica no Currículo do Estado de São Paulo - 2011 ... | 12 |
| 2.3 O Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio | 21 |
| 2.4 Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias..... | 30 |
| 2.5 Panorama do ensino da evolução biológica através de estudos de materiais didáticos no Brasil | 32 |
| 2.6 Da Síntese Moderna à Síntese Estendida da Evolução - uma nova perspectiva para o ensino..... | 39 |
| 3. Metodologia | 43 |
| 3.1 Corpus..... | 43 |
| 3.2 Método de coleta e análise de dados | 44 |
| 4. Resultados e discussão | 46 |
| 4.1 Síntese Moderna e Síntese Estendida no Currículo Paulista etapa Ensino Médio | 46 |
| 4.2 Material de Apoio ao Planejamento e Práticas do Aprofundamento - Unidade Curricular: “Meu papel no desenvolvimento sustentável” - Itinerário de aprofundamento curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias | 58 |
| | 61 |
| 4.3 Abordagem da evolução biológica na obra Multiversos - Ciências da Natureza..... | 61 |
| 4.4 Dificuldades devido ao antropocentrismo no ensino da evolução biológica . | 62 |
| 6. Limitações..... | 66 |
| 7. Implicações e sugestão de estudo futuro | 66 |
| 8. Referências..... | 70 |
| ANEXO I..... | 74 |

SIGLAS

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação

NEM - Novo Ensino Médio

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

TCT - Tema Contemporâneo e Transversal

Lista de ilustrações

| | |
|--|----|
| Figura 1: Gráfico da avaliação sobre a pertinência do documento curricular | 25 |
| Figura 2: Gráfico da avaliação sobre a relevância do documento curricular | 25 |
| Figura 3: Mudanças ocorridas na teoria evolutiva desde Darwin | 37 |
| Figura 4: Representação esquemática de conceitos-chave do Darwinismo (área central), da Síntese Moderna (área intermediária), e da Síntese Estendida (área externa). | 37 |

Quadros

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Temas de estudo da disciplina Biologia no Ensino Médio em 2011 | 15 |
| Quadro 2: Os princípios do Novo Ensino Médio | 27 |
| Quadro 3: Dimensões do conceito de Evolução | 38 |
| Quadro 4: Tabela comparativa das duas Teorias vigentes | 42 |
| Quadro 5- Método de coleta e de análise de dados com respectivo objetivo específico | 44 |
| Quadro 9: Habilidades essenciais do componente curricular Biologia para o Ensino Médio - 2021 .. | 54 |

1. Introdução

Este trabalho de conclusão de curso (TCC) tem como tema a abordagem da *Evolução Biológica* no Currículo Paulista do Ensino Médio de São Paulo.

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) do Brasil (BRASIL, 1996), o Ensino Médio foi concebido para a formação da plena cidadania. Assim precisa desenvolver o saber científico e tecnológico como condição para o seu exercício, não como prerrogativa de formação de especialistas (BRASIL, 1996). Logo, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1998), que foram substituídos pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), asseguraram o caráter multidisciplinar de mobilização dos conteúdos, respeitando a disciplinaridade das ciências. Vale ressaltar que com a vigência da reforma as diretrizes do Ensino médio foram alteradas, como na Resolução do Conselho Nacional de Educação/Conselho de Educação Básica nº 2, de 30 de janeiro de 2012, atualizada pela RESOLUÇÃO Nº 3, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2018), onde se alteram os objetivos dessa fase da vida escolar que eram: (i) o envolvimento de cada área do conhecimento, (ii) o desenvolvimento de contextualizações que correspondam às necessidades da vida e (iii) a compreensão de conhecimentos mais amplos e abstratos, que respondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo.

Para tanto, a evolução biológica abordada com o público do Ensino Médio tem uma importância fundamental. Ela se encarrega de explicar semelhanças e diferenças dos seres vivos, explicar como novas formas surgiram e continuam a surgir. A partir de 1859 no período denominado como “Darwinismo”, Darwin e Wallace estabeleceram a seleção natural como o principal mecanismo de surgimento das inovações evolutivas. No período neodarwinista, a herança de caracteres adquiridos como proposto por Lamarck foi rejeitada via estudos de diferentes autores, como August Weismann e posteriormente a genética foi ganhando força, de modo que chegamos aos atuais mecanismos efetivamente estabelecidos como responsáveis pela mudança na frequência de genótipos e fenótipos ao longo das gerações.

Devido à sua importância na história intelectual da humanidade, a evolução biológica deveria ser abordada desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, porém o cenário encontrado nas escolas brasileiras é bem diferente. Os princípios evolutivos frequentemente são ponto de divergência devido às fragmentações no contexto da universalidade dos atributos ligados à vida e a influência de setores interessados na restrição do tema na Educação Básica. Há fragilidades conceituais na transposição didática e abordagem do assunto, assim como,

existem barreiras encontradas na utilização da evolução como eixo integrador da Biologia, sendo esse uso ainda incipiente ou mesmo inexistente. Por isso, a evolução biológica tem sido apresentada como apenas mais um conteúdo dos últimos momentos do Ensino Médio, a fim de que seja abordada superficialmente (ARAÚJO; PAESI, 2017).

Relativamente ao tema evolução biológica nas políticas curriculares, todas as redes do ensino do estado seguem o currículo do Novo Ensino Médio paulista elaborado pela equipe da Secretaria Estadual da Educação do Estado de São Paulo. Sabemos que:

[...] a Evolução Biológica não recebe a devida atenção nos currículos do ensino médio em todo o Brasil. Ao contrário, vem sendo trabalhada no final do terceiro ano do ensino médio, de forma descontextualizada e sem a devida integração com os demais conteúdos de Biologia (TIDON; LEWONTIN, 2004; ARAÚJO; PAESI, 2017).

A Biologia Evolutiva é um tema que muitas vezes é pouco explorado na educação básica, seja devido a crenças religiosas, seja em função da simplificação da teoria. Diante disso, a busca de estratégias didático-pedagógicas que contribuam para a compreensão da Evolução Biológica deve ser incentivada”

(ALEIXO; LEITE, p. 432, 2021).

O objetivo da pesquisa é compreender a abordagem da evolução biológica no Currículo Paulista do Ensino Médio desde 2011 até o presente no contexto de implantação da Reforma do Ensino Médio nas redes de ensino de São Paulo.

Objetivos específicos: (i) comparar o conteúdo dos dois currículos sobre a evolução biológica à luz da síntese moderna e/ou a síntese estendida da evolução, (ii) discutir se eventuais alterações desse conteúdo se justificam face aos objetivos gerais do Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio e (iii) discutir a dificuldade inerente ao ensino da Teoria da Evolução das Espécies por Seleção Natural.

A relevância do nosso Trabalho de Conclusão de Curso centra-se no importante debate sobre as dificuldades encontradas no ensino da temática abordada e na comparação entre os documentos desde 2011.

A finalidade deste TCC é desenvolver o conhecimento científico sobre a transposição didática da evolução biológica no novo currículo paulista do Ensino Médio.

2. Fundamentação histórica e metodológica

Neste capítulo, inicialmente na seção 2.1 faremos um breve contexto histórico. Na seção 2.2 centraremos na abordagem da Evolução Biológica no Currículo do Estado de São

Paulo de 2011, analisamos a abordagem da Evolução Biológica no último Currículo Paulista para o Ensino Médio (SÃO PAULO, 2011). Pretende-se traçar a história da abordagem regulamentada deste tema desde os Parâmetros Curriculares Nacionais até a elaboração do Novo Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2020), delimitando posteriormente as possíveis mudanças. Para tanto, procuramos estabelecer as contraposições como reflexão dos fatos em estudo. Depois, na seção 2.3 O Novo Currículo Paulista do Ensino Médio, apresentaremos o novo currículo dentro do contexto geral das reformas ocorridas nas diretrizes educacionais. Por fim, na seção 2.4 Panorama do ensino da Evolução Biológica através de estudos de materiais didáticos no Brasil, mostramos o cenário mais amplo desenhado por estudos do ensino da evolução a partir de materiais didáticos.

2.1 Breve contexto histórico

Até os anos de 1920, segundo Saviani (2005) a escola trabalhou na transmissão de princípios morais e culturais que eram julgados necessários para a convivência nas grandes cidades que surgiam. Com o movimento escolanovista, o autor reforça que os esforços de intelectuais de diversas áreas direcionaram-se para a criação do sistema de educação oficial laico e público. Porém, o sistema educacional brasileiro levou bastante tempo para ser construído. No Estado Novo de Getúlio Vargas ocorre uma divisão de ensino onde as Leis Orgânicas são implantadas para organizar o ensino profissional industrial. Lentamente, ocorrem mudanças no ensino primário e no ensino normal, este último direcionado para a formação de professores (SAVIANI, 2005. p.10). Com a Lei de Diretrizes e Bases de 1961, surgem as novas normativas e diretrizes curriculares do ensino instrutivo oficial no Brasil, a partir de uma clara divisão da terminalidade de cada fase da educação básica e a política de atendimento universal¹. Contudo, na ditadura militar foi outorgada a Lei 5.692 em 1971 (BRASIL, 1971), considerada por Saviani (2005) uma segunda Lei de Diretrizes e Bases da educação básica, onde institui-se o ensino de oito anos, denominado Ensino Primário Obrigatório, a instrução moral e cívica e o Ensino Profissionalizante Obrigatório em todas as escolas. Este último, conta o autor, causou muitos problemas ao governo militar, haja visto, que as escolas não tinham sido preparadas para sua implantação, (SAVIANI, 2005. P. 20) dessa maneira acabou sendo revogado em 1982.

¹ Ibidem, p. 10.

Em 1996, depois da nova Constituição Federal outorgou-se a Lei 9.394 (BRASIL, 1996) e com ela nascem os Parâmetros Curriculares Nacionais e as Diretrizes Curriculares, que incluem crianças ainda mais jovens a partir dos quatro anos de idade. A inclusão da educação infantil na política educacional com a nova Lei de Diretrizes e Bases² foi um marco comemorado, já que a partir desse momento são destinadas verbas para creches e equipamentos de educação infantil, além do atendimento das crianças menores tornar-se um compromisso nacional.

A palavra currículo, por vezes, é tomada como apenas a grade curricular ou as diretrizes curriculares, sob essa definição o currículo passando a ser apenas o conjunto das disciplinas tratadas em âmbito instrucional. Porém, currículo é visto também como o conjunto de todas as atividades realizadas nas escolas e a concepção atribuída às relações entre professores e estudantes (SILVA, 2005). De modo geral, definimos currículo como aquilo que deve ser ensinado. Segundo Silva (2005), para definir o que deve ser ensinado, as diferentes perspectivas de currículo recorrem a discussões sobre a natureza humana, sobre a natureza da aprendizagem ou sobre a natureza do conhecimento, da cultura e da sociedade. Com isso, tacitamente há uma seleção com critérios preestabelecidos que justificam a importância daquilo que deve ser ensinado. Para este autor, a definição do que deve ser ensinado aos estudantes não está separada da concepção de quem eles devem ser ou o que eles precisam se tornar, considerando-se que um currículo tem por objetivo modificar as pessoas que seguirão seu curso. A partir do momento que as diversas perspectivas de currículo limitam os conhecimentos tidos como importantes desde as descrições sobre os tipos de pessoa que elas consideram ideais, o currículo passa a se tornar um instrumento de disputa por uma identidade ou subjetividade. Contudo, para este autor não podemos discutir currículo apenas pensando nos conhecimentos selecionados que devem ser ensinados, mas assumindo que os conhecimentos, valores subjacentes e todas as atividades desenvolvidas na escola constituem o currículo, estão inseparavelmente envolvidos com quem somos e naquilo que nos tornamos: na nossa identidade, na nossa subjetividade.

2.2 A abordagem da Evolução Biológica no Currículo do Estado de São Paulo - 2011

² Ibidem.

Em 2008, a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo propôs um currículo básico para as escolas da rede estadual apenas nos níveis de Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Com isso, segundo a Seduc-SP, pretendeu-se apoiar os trabalhos realizados nas escolas estaduais e contribuir para a melhoria da qualidade da aprendizagem dos alunos. O processo de elaboração deste currículo partiu de materiais e estudos sobre experiências pedagógicas, documentos e publicações científicas de diagnóstico da aprendizagem já existentes. Assim como, do levantamento e análise de resultados de projetos e iniciativas já realizados. Deu-se um levantamento de contribuições dos professores e gestores das escolas estaduais para identificar, sistematizar e divulgar boas práticas de ensino já existentes em São Paulo (SÃO PAULO, 2011). Ao estabelecer o currículo buscou-se diretamente a organização da escola e a garantia de uma base comum de conhecimentos e competências para todos. O documento apresenta os princípios orientadores estaduais das disciplinas e suas competências, características da sociedade, do conhecimento, da cidadania e das pressões sociais, bem como define a escola como espaço de cultura e interdisciplinaridade. Além do documento-base há um segundo conjunto de orientações para a gestão do currículo nas escolas, diretamente redigido para os professores coordenadores das oficinas pedagógicas e supervisores, objetivando o desenvolvimento das competências pertinentes à liderança capaz de estimular o cumprimento das orientações e implantação do currículo nas escolas públicas estaduais do Estado.

O currículo se completa com um conjunto de documentos dirigidos especialmente aos professores e alunos: os Cadernos dos Professores e o Caderno do Aluno, organizados por disciplinas, séries e bimestres. Neles são apresentadas Situações de Aprendizagem para orientar os professores no ensino de conteúdos disciplinares, habilidades e competências específicos, organizados por série/ano e acompanhados de orientações da gestão da aprendizagem em sala de aula, sugestão de avaliação e recuperação. Oferecem também sugestões de métodos de ensino e estratégias de trabalho para as aulas, experimentações, projetos coletivos, atividades extraclasse e estudos dirigidos interdisciplinares (SÃO PAULO, 2011).

A proposta curricular apresentada pelo governo paulista, em 2011, está alinhada às competências e habilidades, os fundamentos e conceitos preestabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996). Assim como também são referidas diversas vezes as sugestões e orientações dispostas nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2006).

Relativamente ao tema evolução biológica no currículo de 2011, foram destacados os conteúdos biológicos que respondessem às indagações sobre a origem da vida, sua reprodução, sua evolução e em especial a evolução humana. Deste modo, com enfoque nas questões trazidas pelo sistema produtivo os conhecimentos biológicos apresentados visavam permitir aos estudantes a participação responsável nos debates contemporâneos, envolvendo questões éticas como a manipulação genética, além de compreender fenômenos como as doenças que causam pandemias, epidemias, as ameaças de alterações climáticas e seus impactos nos organismos, entre outros desequilíbrios sociais e ambientais que privam os direitos humanos e dos demais seres vivos:

Nossos jovens precisam estar em condições de se pronunciar sobre as opções individuais e coletivas nesses assuntos, orientados pelos conhecimentos biológicos tratados na escola. Consumir ou não alimentos transgênicos? Expandir até que ponto a cultura da cana-de-açúcar para obter biocombustíveis? Plantar ou não soja na região pantaneira e cana na Amazônia? Esses são apenas alguns dilemas que o cidadão deve enfrentar, e não é factível que opine exclusivamente com base em fatores como a tradição, a religião ou a confiança em decisões do senso comum. Enfim, embora o conhecimento tenha sempre sido um fator-chave da participação social, hoje, mais do que nunca, o conhecimento biológico e a visão científica são condições necessárias para a prática de uma cidadania reflexiva e consciente, uma responsabilidade e um compromisso dos quais certamente as escolas e os professores não podem abrir mão. (SÃO PAULO, 2011 p. 70).

No currículo Paulista (São Paulo, 2011), a Biologia está destacada como disciplina com carga horária própria e na escola da Educação Básica visa abordar os conteúdos contextualizados com os fatos sociais e com a vida do próprio estudante, ou seja, são estabelecidas Situações de Aprendizagem que aproximam o conteúdo da vida dos estudantes e lhes permitam agir em diferentes cenários e situações inéditas (ibidem, p. 70).

Ao longo das três séries do Ensino Médio, foram propostos cinco eixos de conceitos fundamentais:

- (i) unidade e diversidade,
- (ii) interação dos seres vivos com o meio ambiente,
- (iii) complementaridade entre estrutura e função,
- (iv) continuidade da vida,
- (v) mudanças ao longo do tempo.

Para assegurar a compreensão desses conceitos fundamentais foram propostos os temas de estudo descritos no quadro a seguir (Quadro 1) organizados com os conteúdos nas grades curriculares por série e bimestre, associados às seguintes habilidades:

Quadro 1: Temas de estudo da disciplina Biologia no Ensino Médio em 2011

| Tema | Série e Bimestre | Habilidades |
|--|---------------------------------------|---|
| A interdependência da vida - os seres vivos e suas interações | 1º ano do Ensino Médio 1º Bimestre | Distinguir matéria orgânica viva de matéria orgânica morta <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar matéria orgânica originária de animais da matéria orgânica originária de vegetais • Identificar as substâncias necessárias tanto para a produção de matéria orgânica nos produtores como nos consumidores • Reconhecer que os produtores de matéria orgânica não são apenas as plantas, mas todos os organismos clorofilados, assim como os consumidores não se restringem a animais • Identificar e explicar as condições e as substâncias necessárias à realização da fotossíntese |
| A interdependência da vida - a intervenção humana e os desequilíbrios ambientais | 1º ano do Ensino Médio 2º Bimestre | Identificar e caracterizar as maneiras pelas quais uma população pode alterar a vida de outra, e como organismos de uma mesma comunidade podem se relacionar entre si, com base na análise de situações concretas <ul style="list-style-type: none"> • Identificar as variações na densidade de populações, em razão de mudanças ambientais ou de alterações nos fatores bióticos, com base em textos ou gráficos • Identificar fatores que controlam o tamanho de uma população • Estimar a variação na densidade da população de predadores como resultado da flutuação na densidade de suas presas • Reconhecer que a ação de fatores bióticos e abióticos promove o equilíbrio dinâmico das populações, mantendo relativamente estáveis as características dos ecossistemas • Correlacionar alterações climáticas da cidade de São Paulo com desmatamento e crescimento populacional |
| Qualidade de vida das populações humanas - A saúde individual e coletiva | 1º ano do Ensino Médio 3º Bimestre | Relacionar informações sobre indicadores de saúde apresentadas em gráficos e tabelas <ul style="list-style-type: none"> • Identificar o significado de “esperança de vida ao nascer”, relacionando esse indicador a outros, como a mortalidade infantil • Identificar as relações entre os diversos acontecimentos que levaram ao conceito de vacina e imunidade • Reconhecer a importância da vacinação no combate às doenças, a partir da análise de estatísticas |

| | | <ul style="list-style-type: none"> • Identificar tendências em séries de dados temporais sobre a evolução da esperança de vida • Identificar as fragilidades que acompanham o processo de envelhecimento, propondo estratégias para melhorar a qualidade de vida dos idosos • Reconhecer os fatores que influenciam a saúde no Brasil • Construir gráficos representativos da situação de saúde de diferentes regiões |
|---|---------------------------------------|--|
| Tema | Série e Bimestre | Habilidades |
| Qualidade de vida das populações humanas - A saúde coletiva e ambiental | 1º ano do Ensino Médio 4º Bimestre | <p>Reconhecer os riscos diferenciados que uma mesma causa de morte apresenta para diferentes faixas etárias, a partir de estatísticas de saúde</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar as causas mais frequentes de mortalidade entre jovens, discutindo estratégias para reduzir o risco de óbito • Agrupar diferentes causas de morte segundo semelhança • Reconhecer a gravidez na adolescência como um risco à saúde, a partir de estatísticas de saúde • Reconhecer o impacto de uma gravidez na adolescência nos projetos pessoais e profissionais dos envolvidos • Reconhecer práticas sexuais que envolvem riscos de gravidez • Identificar diferentes métodos contraceptivos e avaliar sua eficácia e acessibilidade |
| Identidade dos seres vivos - Organização celular e funções vitais básicas | 2º ano do Ensino Médio 1º Bimestre | <p>Identificar os elementos básicos que compõem a célula, bem como as funções de cada um desses elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relacionar as funções vitais das células a seus respectivos componentes • Reconhecer e explicar diferenças entre células eucarióticas e procarióticas • Reconhecer e explicar diferenças entre células animais e vegetais • Reconhecer e explicar as diferentes funções da membrana celular • Associar a divisão celular mitótica à reprodução dos seres unicelulares e ao crescimento e regeneração dos tecidos dos seres multicelulares • Relacionar a gênese de tumores e cânceres a processos descontrolados de divisão celular • Reconhecer hábitos de vida que guardam estreita relação com determinados tipos de cânceres e indicar as maneiras mais adequadas de prevenção |
| Transmissão da vida e mecanismos de | 2º ano do Ensino Médio | <ul style="list-style-type: none"> • Identificar e diferenciar características genéticas, hereditárias, congênitas e adquiridas • Identificar os aspectos históricos das concepções sobre hereditariedade à luz da época em que foram |

| | | |
|---|---------------------------------------|---|
| variabilidade genética - Variabilidade genética e hereditariedade | 2º Bimestre | <p>propostas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar e testar hipóteses sobre composição genética de indivíduos • Propor e testar hipóteses sobre herança, aplicando as ideias de Mendel • Interpretar dados apresentados em esquemas, tabelas e gráficos a partir de conhecimentos sistematizados sobre transmissão das características hereditárias Currículo do Estado de São Paulo 2o- bimestre • Prever os resultados de cruzamentos genéticos baseados nas leis de Mendel • Conceituar gene, alelo, homocigoto, heterocigoto, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo • Identificar e caracterizar os principais eventos que ocorrem na meiose • Identificar e caracterizar o paralelismo entre o comportamento dos cromossomos na meiose e o dos genes na formação dos gametas • Construir e analisar heredogramas • Identificar e caracterizar os mecanismos básicos envolvidos na determinação do sexo dos organismos em geral • Identificar e caracterizar o mecanismo de transmissão das características ligadas aos cromossomos sexuais |
| Tema | Série e Bimestre | Habilidades |
| DNA - A receita da vida e seu código | 2º ano do Ensino Médio 3º Bimestre | <p>Reconhecer o DNA como um polímero formado por unidades básicas (os nucleotídeos) repetidas ao longo da molécula</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer o significado da repetição de unidades para o papel desempenhado pela molécula do DNA • Elaborar esquemas explicativos do processo de duplicação do DNA • Reconhecer o emparelhamento específico entre as bases nitrogenadas que compõem o DNA • Relacionar a duplicação do DNA com a complementaridade das bases que o compõem • Relacionar a duplicação do DNA ao processo de divisão celular • Identificar o papel da enzima DNA polimerase na duplicação do DNA • Interpretar gráficos e figuras relativos à duplicação do DNA • Reconhecer as semelhanças e diferenças entre o DNA e o RNA • Relacionar os diferentes tipos de RNA ao processo de síntese de proteínas • Descrever o processo de síntese de proteínas por meio de texto ou esquemas explicativos • Reconhecer a existência de um código genético universal, por meio do qual a sequência de bases do |

| | | |
|--|------------------------------------|---|
| | | DNA é traduzida em uma sequência de aminoácidos na proteína • Correlacionar os conceitos mendelianos aos conhecimentos sobre a estrutura e função do DNA |
| Tema | Série e Bimestre | Habilidades |
| DNA-Tecnologias de manipulação | 2º ano do Ensino Médio 4º Bimestre | <ul style="list-style-type: none"> • Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular • Reconhecer as aplicações da engenharia genética na medicina, entre elas a terapia gênica • Reconhecer a importância dos testes de DNA na determinação da paternidade, na investigação criminal e na identificação de indivíduos • Distinguir o papel dos diferentes tipos de RNA no processo de síntese de proteínas • Avaliar as razões que explicam as contribuições dos eventos da divisão meiótica para a variabilidade das espécies • Analisar os argumentos relativos aos riscos e benefícios da utilização de produtos geneticamente modificados disponíveis no mercado |
| Diversidade da vida - O desafio da classificação biológica | 3º ano do Ensino Médio 1º Bimestre | <ul style="list-style-type: none"> • Escrever e reconhecer nomes científicos • Reconhecer as categorias taxonômicas utilizadas na classificação dos seres vivos • Criar sistemas de classificação com base em características dos seres vivos • Utilizar chaves dicotômicas de identificação de seres vivos • Identificar os critérios que orientaram as diferentes teorias classificatórias, comparando-os entre si • Caracterizar espécie • Reconhecer indivíduos que pertencem a uma mesma espécie, a partir de critérios predeterminados • Caracterizar o que são híbridos e como são gerados • Identificar e comparar os grandes grupos de seres vivos a partir de características distintas • Construir e interpretar árvores filogenéticas • Reconhecer relações de parentesco evolutivo entre grupos de seres vivos • Diferenciar a classificação lineana da classificação filogenética • Reconhecer características gerais dos principais representantes dos reinos Monera, Protista, Fungi, Plantae e Animalia |
| Diversidade da vida | 3º ano do Ensino | • Reconhecer as principais características do desenvolvimento das angiospermas |

| | | |
|---|---------------------------------------|---|
| e especificidades dos seres vivos | Médio 2º Bimestre | <ul style="list-style-type: none"> • Comparar os diferentes grupos vegetais com base nas respectivas aquisições evolutivas • Associar as características morfofuncionais dos grandes grupos vegetais aos diferentes habitats por eles ocupados • Relacionar o movimento das plantas às condições de luminosidade • Identificar os grandes grupos de seres vivos a partir de características distintas • Comparar características gerais dos grandes grupos de seres vivos • Identificar e caracterizar os padrões de reprodução, crescimento e desenvolvimento nos diferentes grupos de animais • Reconhecer as características dos principais filos do reino animal • Identificar características comuns aos animais vertebrados |
| Tema | Série e Bimestre | Habilidades |
| Origem e Evolução da Vida - Hipóteses e Teorias | 3º ano do Ensino Médio 3º Bimestre | <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar concepções religiosas e científicas para a origem da vida e dos seres vivos • Identificar e caracterizar as evidências da evolução biológica • Identificar os mecanismos geradores (mutação e recombinação) e os fatores orientadores (seleção natural) da grande variabilidade dos seres vivos • Identificar o papel dos isolamentos geográfico e reprodutivo na formação de novas espécies • Reconhecer as principais etapas da evolução dos grandes grupos de organismos • Identificar evidências do processo de evolução biológica (fósseis, órgãos análogos, homólogos e vestigiais) • Interpretar a história da vida na Terra com base em escala temporal, indicando os principais eventos (surgimento da vida, das plantas, do homem etc.) • Identificar as ideias evolucionistas de Darwin e de Lamarck com base na leitura de textos históricos • Inferir que o resultado da seleção natural é a preservação e a transmissão para os descendentes das variações orgânicas favoráveis à sobrevivência da espécie no ambiente • Analisar as ideias sobre a origem da vida a partir da leitura de textos históricos • Estabelecer a relação entre as condições da Terra primitiva e a origem dos primeiros seres vivos • Identificar por comparação as conquistas evolutivas de um grupo de seres vivos em relação a outros • Interpretar árvores filogenéticas e determinar, nesse tipo de representação, as relações de parentesco entre os seres vivos |

| Tema | Série e Bimestre | Habilidades |
|---|---------------------------------------|---|
| Origem e Evolução da Vida - Evolução Biológica e Cultural | 3º ano do Ensino Médio 4º Bimestre | <ul style="list-style-type: none"> • Ler e interpretar imagens relativas à evolução dos hominídeos • Identificar e explicar aspectos da interação entre os mecanismos biológicos e culturais na evolução humana • Identificar as principais etapas da evolução humana com base em textos ou na análise de árvores filogenéticas • Estabelecer relações de parentesco em árvores filogenéticas de hominídeos • Analisar criticamente a relação homem–meio, em situações concretas, reconhecendo a espécie humana como parte integrante de um processo no qual ela modifica e é modificada pelo ambiente em que vive • Reconhecer os impactos da intervenção humana na evolução, nos campos da medicina, da agricultura e da farmacologia, e a relação com o aumento da esperança de vida • Interpretar o processo evolutivo humano como resultado da interação entre mecanismos biológicos e culturais • Avaliar as implicações evolutivas dos processos de seleção artificial de espécies animais e vegetais • Avaliar os impactos da transformação e adaptação do ambiente aos interesses da espécie humana |

Fonte: Currículo do Estado de São Paulo, Ciências da Natureza e suas Tecnologias - 2011, p. 72

Na abordagem da evolução biológica no curso de Ensino Médio proposta pelo currículo, em 2011, identificamos que o tema está separado dos outros conteúdos como a diversidade biológica ou o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos, por exemplo, de maneira que poderia ser tratado com os assuntos e conceitos evolucionistas em diversas oportunidades organicamente. Porém, a Teoria da Evolução das Espécies seguiu como tema do fim do programa, ocupando as discussões dos dois últimos bimestres do último ano do curso e, por vezes, acaba sendo deixado de lado pela falta de tempo para trabalhá-lo.

Após a análise dos temas em todos os anos a partir da grade apresentada (Quadro 1), concluímos que o currículo expõe os conteúdos de forma bastante reduzida, desconsiderando aspectos históricos e filosóficos, apresentando apenas a dualidade Darwin/Lamarck, sem mencionar outros contextos ou personalidades históricas importantes para as ideias evolutivas.

Além disso, apresenta uma concepção estritamente focada na Síntese Moderna ou Teoria Sintética Moderna da Evolução onde a genética detém o espaço para a explicação da origem de novas características com ênfase na mutação e recombinação gênica, entre outras inovações evolutivas explicadas hegemonicamente pelo caráter molecular. Nesse sentido a organização dos conceitos e discussões é produzida com base exclusiva no processo ou mecanismo que altera as frequências de sequências interpretadas como gênicas ao longo das gerações. Ademais são ocultados os outros mecanismos evolutivos, que atuam *pari passu* com a mutação, a saber: a recombinação, a seleção natural, o isolamento reprodutivo e a deriva genética. Nessa perspectiva, o meio ambiente equivocadamente tem um caráter exclusivista na expressão das frequências e disposições das características das populações, haja visto, que ele é erroneamente tido como fator inexorável para a sobrevivência e reprodução dos organismos. Essa dimensão leva em conta que somente o organismo que resiste às condições impostas por um dado ambiente consegue sobreviver passivamente.

2.3 O Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio - 2020

Em 2012, o Ministério da Educação (MEC) estabeleceu novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM/2012), apresentando os princípios e procedimentos a serem seguidos pelos sistemas de ensino e escolas, promovendo grandes mudanças diante de novas exigências educacionais resultantes das transformações do século XXI, e segundo o documento oficial, considerando a diversidade das juventudes e seus interesses. Essas diretrizes

corroboram as legislações anteriores, no que diz respeito à apresentação de um currículo composto por uma base nacional comum, à qual todos os estudantes devem ter acesso, e uma parte diversificada, a ser definida em cada sistema de ensino.

Em 2017, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional sofreu alterações pela Lei 13.415/2017. Em seu Capítulo II, que trata da Educação Básica, foram alterados os artigos 24, 26, 35-A e 36. Os artigos 35-A e 36 compõem a Seção IV do Capítulo II, que trata especificamente do Ensino Médio e prevê mudança na estrutura curricular, conforme apresentado no artigo 36:

O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

- I - Linguagens e suas tecnologias;
- II - Matemática e suas tecnologias;
- III - Ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV - Ciências humanas e sociais aplicadas;
- V - Formação técnica e profissional.

Essas alterações precisaram alinhar-se com a atualização das DCNEM (2012), que foram modificadas pela Resolução nº 3 de 21/11/2018. Ajustadas com as mudanças previstas na LDB, em seu art. 10, as DCNEM definem que a formação geral básica e o itinerário formativo do Ensino Médio devem ser partes indissociáveis. Além disso, o artigo 12 apresenta como deve ser a organização dos itinerários formativos, desde as áreas do conhecimento até a formação técnica e profissional. No inciso 1º, apresenta-se:

Os itinerários formativos devem considerar as demandas e necessidades do mundo contemporâneo, estar sintonizados com os diferentes interesses dos estudantes e sua inserção na sociedade, o contexto local e as possibilidades de oferta dos sistemas e instituições de ensino (BRASIL, 2018).

Além desses documentos oficiais a elaboração do Currículo Paulista etapa Ensino Médio segue as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 14 de dezembro de 2018, para a etapa do Ensino Médio e os Referenciais Curriculares para a Elaboração de Itinerários Formativos, por meio da Portaria no 1.432 de 28/12/2018.

Com essas bases, o documento oficial de autoria da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEDUC-SP) mostra dados resultantes de consultas públicas à rede de ensino. Segundo essa fonte, foram construídos os organizadores curriculares das quatro áreas do conhecimento na formação geral básica, nos itinerários formativos e da formação técnica e profissional para o itinerário formativo, a partir dos dados dessas pesquisas de opinião. Para a concretização das orientações do Currículo, os autores do documento julgaram necessário buscar novos caminhos de organização escolar, por meio de ações efetivas que promovam o tripé ideológico do texto: “acesso, permanência e qualidade social” (SÃO PAULO, 2020 p. 16). Em adição figuram: as relações com o mundo do trabalho e a empregabilidade. Os conceitos orientadores amplamente defendidos desde a apresentação do texto são: a flexibilização e a autonomia como demonstrado no trecho:

É sob as premissas da autonomia e da flexibilização que a Lei nº 13.415/2017 traz, em sua essência, possibilidades de fomentar ao jovem estudante perspectivas motivadoras na sua trajetória escolar, ao procurar adequar e atender diferentes demandas a partir da significação e valorização de históricos locais. Nesse sentido, o Currículo Paulista etapa Ensino Médio, demanda novas formas de organização dos tempos e espaços escolares, da gestão do currículo, das metodologias e da formação dos professores. Nesse processo, a flexibilização, materializada nos itinerários formativos, apresenta formas de propiciar novas experiências de organização e estrutura do ensino nas escolas, que deverão ser incorporadas nas suas Propostas Pedagógicas e/ou Regimentos Escolares. (ibidem, p.16)

O primeiro volume do Currículo Paulista, etapa Educação Infantil e Ensino Fundamental, foi concluído e homologado em 1º de agosto de 2019. Já disponibilizado para o sistema de ensino paulista, apresenta as definições que orientam a elaboração da Proposta Pedagógica para essas etapas da Educação Básica. Com a homologação da BNCC do Ensino Médio, os Estados iniciaram a reestruturação de seus currículos.

O Programa de Apoio à Implementação da Base Nacional Comum Curricular (ProBNCC), instituído pela portaria no 331, de 2018, estabelece as diretrizes, os parâmetros e os critérios para a implementação da BNCC em âmbito estadual e municipal. As discussões para a elaboração do Currículo Paulista da etapa do Ensino Médio tiveram início em 2018 e envolveram profissionais da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEDUC-SP), da União dos Dirigentes Municipais de Educação do Estado de São Paulo (UNDIME-SP), do Sindicato dos Estabelecimentos de Ensino do Estado de São Paulo (SIEEESP), da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, do Centro Paula Souza, das universidades estaduais (USP,

UNESP e UNICAMP) e de entidades não governamentais, nota-se na redação oficial a ausência indireta dos professores, e seus sindicatos, assim como os movimentos sociais.

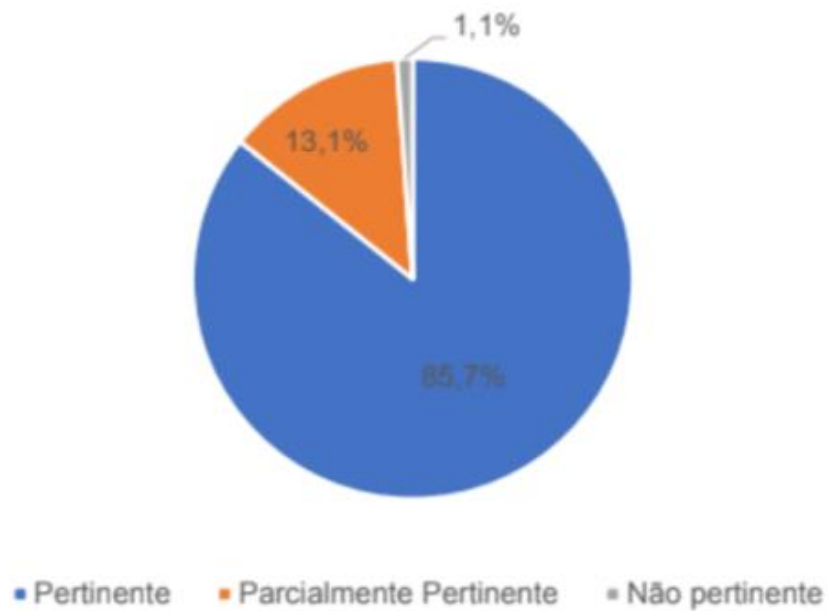
Dessa maneira, o segundo volume finaliza a construção do Currículo Paulista da Educação Básica, apresentando as orientações referentes à etapa do Ensino Médio para cada escola do território estadual. Segundo relata o documento, com o objetivo de delimitar as especificidades de cada território, a Secretaria da Educação, junto às Diretorias de Ensino, realizou 1.607 seminários regionais, ao longo do ano de 2019, para debater as propostas de flexibilização curricular do Ensino Médio. Os dados apresentados pela SEDUC-SP no próprio Currículo, apontam que no total, 142.076 estudantes e 18.739 profissionais da educação participaram desses debates que trouxeram insumos para a versão preliminar do currículo. Os seminários contaram com a participação de estudantes do 8º e 9º anos do Ensino Fundamental e das três séries do Ensino Médio, das redes municipal, privada e estadual.

Além disso, foi indicada na redação oficial a realização de um questionário, com a participação de 165.252 estudantes da rede estadual, para o mapeamento dos seus anseios a fim de subsidiar a construção do currículo. Em paralelo, foi definida a equipe de redatores, formada por especialistas que em encontros semanais, ao longo de 2019, fizeram a redação do documento. Essa equipe foi composta por 2 coordenadores estaduais, 1 articulador do conselho, 1 coordenador de etapa, 1 articulador entre etapas, 4 coordenadores das áreas propedêuticas, 1 articulador de itinerários propedêuticos, 1 articulador de itinerários de Educação Técnica e Profissional e 18 redatores divididos entre as 4 áreas do conhecimento. A versão preliminar do Currículo foi entregue em fevereiro de 2020 e colocada para consulta pública de 19 de março a 8 de maio desse mesmo ano. No total, 98.856 pessoas da sociedade civil, incluindo estudantes, professores e demais profissionais da educação fizeram contribuições para o documento curricular da nova arquitetura do Ensino Médio.

A consulta ao documento explicita que se permitiu aos participantes responder à quantas sessões do currículo lhes interessavam. Cada sessão possuía duas perguntas fechadas e uma aberta. Nas perguntas fechadas, os participantes sinalizaram a relevância e a pertinência de cada sessão; na pergunta aberta, puderam deixar comentários, que foram lidos, analisados e incorporados ao currículo. As figuras 1 e 2, foram retiradas do Currículo e apresentam os resultados das avaliações em relação à pertinência e à relevância do mesmo, segundo o levantamento da SEDUC-SP. No total, as 98.856 pessoas que participaram da consulta pública fizeram 200.200 avaliações sobre a pertinência e 197.436 avaliações sobre a relevância do

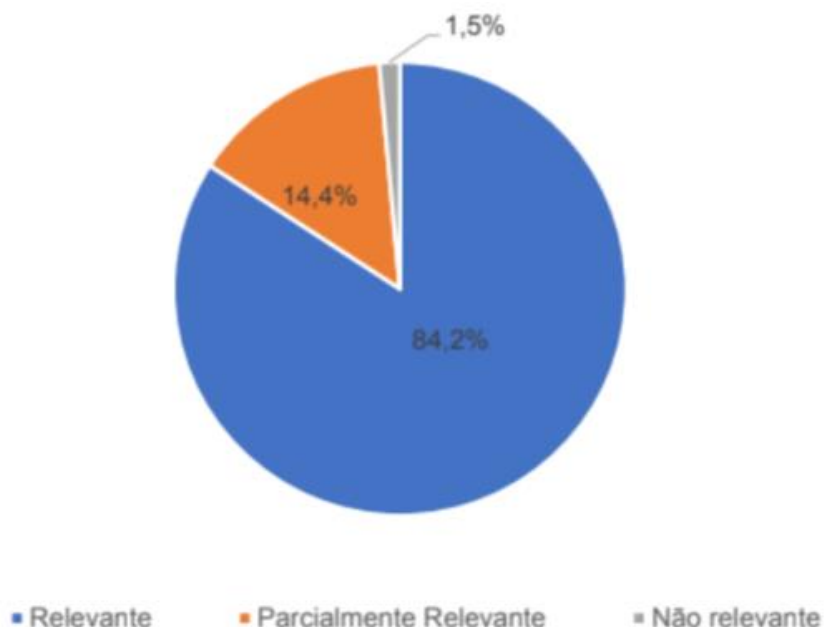
Currículo. Com isso, foi realizado um total de 397.636 avaliações a versão homologada do Currículo Paulista.

Figura 1: Gráfico da avaliação sobre a pertinência do documento curricular



Fonte: Consulta pública on-line do Currículo Paulista etapa do Ensino Médio.

Figura 2: Gráfico da avaliação sobre a relevância do documento curricular



Fonte: Consulta pública on-line do Currículo Paulista etapa do Ensino Médio.

Após as consultas públicas on-line com os profissionais da educação, estudantes e sociedade civil, os redatores do currículo analisaram as contribuições, observações e sugestões, incorporando na versão preliminar do documento aquelas consideradas pertinentes à natureza do mesmo e afinadas com as definições pedagógicas da BNCC.

Assim foi concluída a versão final do Currículo Paulista etapa do Ensino Médio, encaminhada ao Conselho Estadual de Educação e aprovada em 29 de julho de 2020. Fica evidente que as orientações curriculares na BNCC explicitam a junção das disciplinas com a intenção de reduzir a fragmentação curricular. Logo, nesse intuito de abrandar a fragmentação curricular, as soluções propostas foram os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), que já existiam nos PCNs e podem:

[...] contribuir com a possibilidade de promover ligação entre os diferentes componentes curriculares de forma integrada, bem como de fazer sua conexão com situações vivenciadas pelos estudantes em suas realidades, contribuindo para trazer contexto e contemporaneidade aos objetos do conhecimento descritos na BNCC. (BRASIL, 2019, p. 5)

Os TCTs são assim denominados por não pertencerem a uma disciplina escolar específica, mas transpassarem e serem pertinentes a várias delas, conforme citação a seguir:

“... a transversalidade se difere da interdisciplinaridade, porém ambas são complementares, na perspectiva que consideram o caráter dinâmico e inacabado da realidade. Enquanto a transversalidade refere-se à dimensão didático-pedagógica, a interdisciplinaridade refere-se à abordagem de como se dá a produção do conhecimento, como uma forma de organizar o

trabalho didático pedagógico em que temas, eixos temáticos são integrados às disciplinas, às áreas ditas convencionais de forma a estarem presentes em todas elas”.

(BRASIL, 2019, p. 65).

A contextualização com a realidade material dos estudantes é um fundamento importante para a arquitetura do documento, haja visto, que o planejamento pedagógico orientado deve se balizar em alguns princípios explícitos no parágrafo 2º do artigo 7º das Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio:

[...] o currículo deve contemplar tratamento metodológico que evidencie a contextualização, a diversificação e a transdisciplinaridade ou formas de interação e articulação entre diferentes campos de saberes específicos, contemplando vivências práticas e vinculando a educação escolar ao mundo do trabalho e à prática social.

(BRASIL, 2019)

Reiterando os termos da BNCC, o Currículo expõe as competências como “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p.8).

O resultado da organização por competências visa:

... assegurar ao estudante a transposição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores em intervenções concretas e solidárias (aprender a fazer e a conviver) no processo da construção de sua identidade, aprimorando as capacidades de situar-se e perceber-se na diversidade, de pensar e agir no mundo de modo empático, respeitoso à diversidade, criativo e crítico (aprender a ser), bem como de desenvolver sua autonomia para gerenciar a própria aprendizagem e continuar aprendendo (aprender a aprender)

(SÃO PAULO, 2020 p. 30).

No quadro 2 a seguir estão elencados os princípios do Novo Ensino Médio no Estado de São Paulo, conforme o artigo 5º da Resolução nº 03 de 2018:

Quadro 2: Os princípios do Novo Ensino Médio

- | |
|---|
| <p>I - formação integral do estudante, expressa por valores, aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais; II - projeto de vida como estratégia de reflexão sobre trajetória escolar na construção das dimensões pessoal, cidadã e profissional do estudante; III - pesquisa como prática pedagógica para inovação, criação e construção de novos conhecimentos; IV - respeito aos direitos humanos como direito universal; V - compreensão da diversidade e realidade dos sujeitos, das formas de produção e de trabalho e das culturas; VI - sustentabilidade ambiental; VII - diversificação da oferta de forma a possibilitar múltiplas trajetórias por parte</p> |
|---|

dos estudantes e a articulação dos saberes com o contexto histórico, econômico, social, científico, ambiental, cultural local e do mundo do trabalho;
VIII - indissociabilidade entre educação e prática social, considerando-se a historicidade dos conhecimentos e dos protagonistas do processo educativo;
IX - indissociabilidade entre teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem.

Fonte: Currículo Paulista etapa Ensino Médio (p.32)

Dessa forma, as mudanças curriculares realizadas a partir da publicação e homologação do documento oficial devem ser subsidiadas, segundo os autores do texto, por abordagens pedagógicas mais práticas, interativas, inclusivas e diversificadas; é exposto na redação do Currículo que se deve enfatizar a importância das escolas considerarem as culturas juvenis, a diversidade e singularidade de cada estudante e assegurar que eles desenvolvam a autonomia, a responsabilidade, o protagonismo e o projeto de vida. Como apresentado na BNCC, o protagonismo e a autoria estimulados no Ensino Fundamental traduzem-se, no Ensino Médio, em suporte para a construção e viabilização do projeto de vida do estudante, eixo central em torno do qual a escola é orientada a organizar suas práticas. Em conformidade com o Currículo Paulista a Competência Geral 6 da Educação Básica prevê a necessidade do(a) estudante:

Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade. (BRASIL, 2018, p.9)

A principal característica do Currículo Paulista da etapa final da Educação Básica é a flexibilização.

A Lei Federal no 13.415/2017 substituiu o modelo único de currículo para etapa do Ensino Médio por um modelo flexível. Assim, esta etapa será composta pela formação geral básica (comum a todos os estudantes), com carga horária máxima de 1.800 horas, e por itinerários formativos (parte diversificada e flexível), com carga mínima de 1.200 horas.

A formação geral básica deverá garantir a todos os estudantes desta etapa de escolarização as aprendizagens essenciais definidas pela BNCC, organizadas por áreas do conhecimento, conforme estabelecido no artigo 35-A da LDB. Para cada área são definidas competências específicas, articuladas às competências das áreas da etapa do Ensino Fundamental com adequações às especificidades do Ensino Médio. A nova estrutura do Ensino Médio organiza os componentes curriculares por áreas do conhecimento, sem desconsiderar, mas também sem fazer referência direta a todos eles (SÃO PAULO, 2020 p. 47).

Como consta no Parecer CNE/CP no 11/2009, anterior a atual Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), essa organização não exclui completamente os componentes disciplinares e suas especificidades e saberes próprios, segundo consta na redação do documento, pretende-se com isso fortalecer as relações, a contextualização, a apreensão e a intervenção na realidade por meio do trabalho em conjunto dos professores, que planejam e executam os planos de ensino.

Segundo o Currículo Paulista de 2020, as áreas do conhecimento têm por finalidade integrar os componentes curriculares e objetivo de contribuir para a compreensão da complexa realidade e para que o estudante possa atuar sobre ela, com a garantia dos conhecimentos básicos desses mesmos componentes (SÃO PAULO, 2020 p. 47).

As áreas do conhecimento e seus respectivos componentes curriculares são as seguintes:

- Área de Linguagens e suas Tecnologias: Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa.

- Área de Matemática e suas Tecnologias: Matemática.

- Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Biologia, Física e Química.

- Área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas: Filosofia, Geografia, História e Sociologia.

O Currículo Paulista em sua redação define competências específicas para cada área do conhecimento, conforme a BNCC apresenta em seu documento normativo, atendendo às especificidades de formação do estudante desta etapa da Educação Básica.

As competências específicas de cada área do conhecimento são descritas com as respectivas habilidades a serem desenvolvidas ao longo dos três anos, além das habilidades específicas de Língua Portuguesa e Matemática – os únicos componentes obrigatórios nos três anos do Ensino Médio (LDB, Art.35-A, § 3º). Tais competências e habilidades, segundo a redação oficial, devem procurar garantir as aprendizagens essenciais que constituem a formação geral básica.

Por ser um referencial para todas as redes e escolas do território do Estado de São Paulo, o Currículo Paulista apresenta seus organizadores curriculares estruturados por área do conhecimento, “contemplando suas competências específicas, habilidades, campos de atuação/unidade temática/categoria, bem como os objetos de conhecimento que, entre outros, deverão ser trabalhados ao longo dos três anos da etapa do Ensino Médio” (SÃO PAULO, 2020 p. 47).

Para tanto, os fundamentos orientadores indicados são a educação integral e o projeto de vida de cada estudante. Educação integral, segundo os autores do Currículo é o desenvolvimento global de aspectos socioemocionais e cognitivos, de acordo com os princípios da justiça, da ética e da cidadania.

Além disso, são apresentados quatro pilares norteadores para a educação: aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a conviver; e aprender a ser; com o intuito de tornar o ensino mais próximo da realidade material dos estudantes (SÃO PAULO, 2020 p. 49).

2.4 Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Segundo o documento oficial (2020), o estudo das Ciências da Natureza no Ensino Médio tem como objetivo consolidar e ampliar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental e possibilitar o prosseguimento dos estudos a todos que o desejarem, preparando o estudante para o exercício da cidadania de maneira crítica e protagonista.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias é composta pelos componentes Biologia, Física e Química, sendo organizados em três unidades temáticas: Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos e Tecnologia e Linguagem Científica que serão estudadas por meio de competências e habilidades específicas.

Relativamente às metodologias de ensino, o currículo indica para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

... aprendizagem baseada em problemas, os projetos em grupos ou entre pares, a sala de aula invertida, o ensino híbrido e a gamificação, podendo ser aplicadas por meio de uma abordagem investigativa e contextualizada do conhecimento, com o objetivo de auxiliar o estudante a tornar-se gradativamente corresponsável pela sua aprendizagem (SÃO PAULO, 2020 p. 133).

A abordagem das Ciências da Natureza de forma geral implica:

[...] que o estudante seja capaz de analisar, compreender e interpretar o mundo de forma contextualizada e, necessário, também transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais. Além disso, que possua maior autonomia em discussões, analisando, argumentando e posicionando-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia, essencialmente àqueles aplicados à vida pessoal e coletiva. (SÃO PAULO, 2020 p. 135)

Os TCTs, [segundo a redação do Currículo](#), não pertencem a um componente curricular, mas a todas as áreas de conhecimento. Portanto, [a proposta do texto é que](#) esses temas [sejam](#) trabalhados em Ciências da Natureza e suas Tecnologias com a finalidade de auxiliar o estudante em sua atuação na sociedade:

[...] espera-se que os TCTs permitam ao aluno entender melhor: como utilizar seu dinheiro, como cuidar de sua saúde, como usar as novas tecnologias digitais, como cuidar do planeta

em que vive, como entender e respeitar aqueles que são diferentes e quais são seus direitos e deveres, assuntos que conferem aos TCTs o atributo da contemporaneidade. (BRASIL, 2019, p. 7)

Na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, estão mais diretamente relacionados e são mais recorrentes os TCTs:

- Meio Ambiente e Educação Ambiental (considerando as Diretrizes Curriculares Nacionais de Educação Ambiental),
- Saúde,
- Ciência e Tecnologia,
- Diversidade Cultural,
- Trabalho,
- Educação em Direitos Humanos.

Desse modo, os TCTs são apresentados como flexíveis ao planejamento escolar, considerando também questões locais, regionais, nacionais e até mesmo globais de acordo com a temática abordada, segundo os autores. A orientação para incorporar os temas no Currículo é proposta como a superação da concepção fragmentada do conhecimento em favor de uma visão sistêmica, sob uma perspectiva interdisciplinar e transdisciplinar, visando a integração das habilidades e competências curriculares à resolução de problemas, promoção de um processo educativo continuado e do conhecimento como uma construção coletiva, de acordo com a redação oficial (SÃO PAULO, 2020 p. 137).

A Biologia, componente curricular da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, passou por modificações metodológicas e socioculturais pautadas nas mudanças do Ensino Médio. De acordo com a BNCC, as aprendizagens deste componente devem ser articuladas aos demais, de modo que, ao desenvolverem competências e habilidades descritas no documento, permita-se a ampliação e sistematização de conhecimentos conceituais, num contexto social, cultural, ambiental e histórico, além de propiciarem a compreensão de processos e práticas de investigação e da linguagem científica (BRASIL, 2019).

Dessa forma, os conteúdos deste componente devem estar ligados diretamente com os TCTs, a seguir: **Ciência e Tecnologia, Meio Ambiente e Educação Ambiental, Saúde e Direitos Humanos**. Com isso, a seleção dos conteúdos biológicos na redação do Currículo foi feita visando ao contexto e à pretensão de que os estudantes possam:

[...] se apropriar dos conceitos de célula, *evolução da vida* e dos mecanismos de hereditariedade; dialogar sobre biotecnologia abordando e contrapondo riscos e benefícios;

compreender o funcionamento do corpo humano; participar de discussões sobre tópicos relacionados à saúde individual e coletiva (importância das vacinas, por exemplo) e à qualidade de vida; compreender os diversos aspectos relacionados à *biodiversidade*, as características dos diferentes grupos de seres vivos, seu valor intrínseco, sua preservação e soluções possíveis e necessárias para a manutenção da vida. Possibilita, portanto, a compreensão da vida e sua relação no e com o mundo natural, e com aspectos relacionados ao letramento científico, à sustentabilidade, à promoção de atitudes de respeito e cuidado consigo mesmo, com a coletividade e com o ambiente e, conseqüentemente, à adoção de uma relação harmônica com todas as formas de vida com as quais compartilhamos o planeta. (SÃO PAULO, 2020 p. 140)

2.5 Panorama do ensino da evolução biológica através de estudos de materiais didáticos no Brasil

A maioria dos estudantes brasileiros do Ensino Médio têm visões equivocadas sobre as ideias evolutivas e isso deve-se ao pouco contato que eles têm com o tema no Ensino Fundamental (ARAUJO; PAESI, 2017). Muitos estudos foram feitos apontando as fragilidades dos diferentes aspectos do ensino e aprendizagem do pensamento evolutivo. Diante disso, daremos ênfase na reflexão da abordagem desse conteúdo.

Em Freeman; Herron (2009) descreve-se uma breve história da evolução biológica, onde os autores apontam que no seu livro mais famoso, *A origem das espécies* publicado pela primeira vez em 1859, Charles Darwin propôs dois objetivos: obter evidências sobre o fato da evolução e identificar a seleção natural como o mecanismo por ela responsável (FREEMAN, HERRON, p.39, 2009). Os autores reforçaram que nenhuma das ideias era exclusiva de Darwin, mas ele compreendeu-as com mais clareza e tratou-as com maior abrangência do que seus precursores. Além disso, previu o alcance de suas ideias com uma precisão que continua a surpreender os biólogos atuais³. Depois de Darwin, um grupo de pesquisadores no assunto realizou a curadoria de hipóteses dos demais mecanismos provavelmente evolutivos *pari passu* com a seleção natural, essa curadoria deu origem a Teoria Sintética com o enfoque genético na primeira metade do século XX, entre os mecanismos evolutivos presentes nela estão: a mutação, a deriva genética e a migração.

Na história da biologia, todavia, nem todos os episódios se encaixam nos perfis epistemológicos da comunidade científica hegemonicamente. Como exemplo, podemos citar as hipóteses levantadas por Baldwin e Waddington. Este último autor, propôs a ideia de que as reações do desenvolvimento, da forma como ocorrem sob os efeitos da seleção natural, são

³ Idem, *ibidem*.

usualmente filtradas (WADDINGTON, 1942, p. 563). Essa visão foi bastante inovadora, pois permite assegurar que a seleção natural atua apenas no produto final do desenvolvimento, ou seja, nas características fenotípicas e não no genótipo ou no mecanismo de resposta ao ambiente que converte genótipo em fenótipo. Assim, não somente um genótipo ou um estímulo altamente específico seriam selecionados, mas todos os possíveis genótipos, mecanismos de expressão e resposta à estímulos, que produzissem soluções ótimas frente à seleção seriam preservados na espécie (REVERSI, p. 87 2015). Entretanto, esse autor foi desconsiderado na formação dos limites conceituais da Síntese Moderna, dadas as circunstâncias e o estado da arte. Na época predominava um racionalismo complexo que inviabilizava a aderência nessa hipótese. Segundo Reversi (2015), em contrapartida esses pesquisadores inauguraram um pensamento racional dialético evolucionista,⁴ incompreensível para a visão hegemônica da comunidade científica na época. Contudo, mesmo após o destaque desse trabalho a reivindicação para a expansão da Síntese Moderna da primeira metade do século XX, dando origem ao que chamaremos de Síntese Estendida da Evolução tem ganhado um caráter reformista por alguns pesquisadores, uma vez que a proposta consiste em não trocar ou substituir e muito menos excluir os conteúdos da Teoria Sintética, conclui o autor. Os mecanismos evolutivos propostos durante o período cumulativo da Síntese Moderna, tais como: os processos de recombinação, de mutação, de isolamento, de seleção natural e deriva genética estão mantidos e reorganizados dentro de um cenário ampliado de fenômenos e fatores. A Síntese Estendida, por exemplo, inclui a ideia de que organismos não só recebem passivamente as consequências da seleção natural, mas também podem atuar determinando condições de seus ambientes.

As dificuldades do ensino do tema se confirmam nas pesquisas, que não enfatizam apenas os equívocos na percepção dos estudantes neste assunto. Uma das dificuldades apontadas por alguns autores é o aparente conflito com crenças religiosas. Isso é resultado de alguns conceitos errôneos transmitidos em materiais didáticos para o Ensino Médio, que reduzem a Teoria da Evolução das Espécies a uma teoria específica sobre a origem dos seres humanos atuais (Bizzo, 1991). As visões extremistas que apresentam a ideia de que a teoria de Darwin-Wallace é incompatível com a religião e, por isso, reforçaria o ateísmo. Visões que são apenas um desserviço às relações de ensino-aprendizagem, além de serem um equívoco. Os autores Zamberland e Silva (2009), reiteram que esse desvio dos conceitos evolutivos:

⁴ Ibidem, p. 87.

“[...] diz respeito à identificação entre a teoria da evolução biológica e a descendência humana, ou seja, a distorção de tratar o programa de pesquisa evolucionista tendo como foco apenas a origem do homem. Consideramos que isso seja uma distorção, pela ocorrência de alteração de sentido do termo evolução biológica, pois o termo diz respeito a todos os seres vivos e não apenas ao homem. (ZAMBERLAND; SILVA, 2009. p. 29)

Sem considerarmos o pensamento evolutivo (evolucionismo) a Biologia torna-se um amontoado de nomes e fatos que não representam o todo. A este propósito, Bizzo (1991) realizou entrevistas com onze estudantes do Ensino Médio da cidade de São Paulo, com diferentes níveis socioeconômicos e religiões, sendo eles: católicos, protestantes e de origem judaica. O autor também aplicou questionários em 192 estudantes, após o ensino do tópico evolução. Os resultados reiteraram que os estudantes entendiam o tema de forma equivocada. Bizzo constatou, também, que os estudantes percebiam os seres humanos como referência central da evolução biológica, ou seja, que a evolução dos seres vivos não é pensada por eles em termos universais. A partir dessas observações apontadas pelo autor, identificamos que a incongruência na percepção dos estudantes não está ligada aos problemas relativos à religião e, sim, à abordagem feita da história, da ciência e das ideias evolutivas, haja visto, que um estudante não religioso pode ter a mesma percepção equivocada sobre o conteúdo. Assim, a visão antropocêntrica está muito presente entre os estudantes entrevistados, o que dificulta a percepção da evolução biológica de forma universal.

De acordo com Cicillini (1993), a teoria evolutiva aparece no máximo como um tópico a mais no programa, sendo que no sistema brasileiro de ensino a inclusão desse conteúdo geralmente se apresenta como um dos últimos tópicos do programa. Isso implicaria uma maneira de camuflar assuntos polêmicos, dado que uma das justificativas relatadas à autora por alguns professores quando questionados se abordaram os conteúdos de evolução biológica, foi a falta de tempo para tratar de todos os conteúdos (CICILLINI, 1993, p. 32).

Entretanto, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2006) reiteraram que os temas mais importantes da Biologia dizem respeito à compreensão da vida na Terra, destacando as consequências da crescente tecnologia e da intervenção humana. Com isso, foram propostos seis temas estruturantes. O sexto trata da origem e evolução da vida. Além de abordar de maneira específica esse assunto, as orientações curriculares para o Ensino Médio consideram:

[...] importante assinalar que esse tema deve ser enfocado dentro de outros conteúdos, como a diversidade biológica ou o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos, por exemplo. A presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos,

como elemento central e unificador no estudo da Biologia (BRASIL, 2006a, p. 22; grifo do autor).

A discussão do ensino de evolução no Brasil como uma das teorias mais bem sucedidas da história intelectual da humanidade e sua importância para o exercício da liberdade acadêmica nas escolas destaca a obra de Krasilchik (2004). A autora perfaz o trajeto que remonta os anos 1960, quando o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC), optou por adaptar dois projetos curriculares desenvolvidos nos Estados Unidos para as escolas do Ensino Secundário Ginasial.

Krasilchik (2004) explica que os pesquisadores entusiastas do projeto traduziram os dois manuais de Biologia americanos que foram utilizados na fase ginasial, adaptando-os ao português.

A “Versão Azul” ou Livro Azul considerava os processos biológicos a partir do nível molecular e a chamada “Versão Verde” ou Livro Verde focava nos processos de nível de população e comunidade. Esse projeto teve ampla difusão e influenciou profundamente o ensino atual de Biologia (KRASILCHIK, 2004, p. 15).

Segundo Almeida e Falcão (2010), é no livro “Versão Azul” que se encontra pela primeira vez a comparação teórica *lamarckismo versus darwinismo*, sendo a teoria lamarckiana rebaixada a uma mera hipótese por não ter base experimental. Esses autores demonstram ainda, que no texto as considerações de Lamarck são confrontadas ao modelo canônico do trabalho científico de Darwin via experimentações. Isso teria provado que a teoria darwinista da evolução por seleção natural é mais robusta. Essa visão deturpada da construção do conhecimento científico vai perdurar por um longo período, na maioria dos materiais didáticos de Biologia e nas práticas pedagógicas dos professores da área (ALMEIDA; FALCÃO, 2010, p. 661). A análise quantitativa feita pelos autores aponta que o assunto evolução biológica, geralmente, é colocado no final do livro didático, após o conteúdo de genética nas obras consultadas.

A obra de Roma e Motokane (2009) apresentou um estudo feito sobre a abordagem da evolução biológica nos livros didáticos do Ensino Médio, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM 2007/2009). Neste trabalho eles investigaram em oito obras como o assunto evolução biológica se apresenta ao longo dos livros didáticos. Concluíram que em todas as obras analisadas a evolução biológica estava concentrada em um capítulo específico, que não correspondia a 10% do conteúdo. Uma outra constatação é de que

o conteúdo de Biologia se apresenta de forma muito semelhante em quase todas as obras analisadas, ou seja, parece haver uma ordem preestabelecida na apresentação dos conteúdos biológicos e cada bloco de conteúdos pode ter um destaque em particular, dificultando a elaboração de materiais didáticos tendo a evolução como elemento unificador da Biologia, em desconformidade com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006).

A Evolução Biológica é um fato histórico corroborado por mais de 150 anos de observações científicas diretas e indiretas. A noção de que as espécies se modificam ao longo do tempo e compartilham um ancestral comum é tão bem estabelecida que sua realidade histórica não foi questionada nem por críticos dos mecanismos propostos por Darwin para explicar a origem e a diversidade das espécies (MONTEIRO, 2021, p. 337).

Desde a década de 1970, segundo Araújo (2020), “uma série de posições críticas quanto à veracidade de uma síntese foram sustentadas por diferentes pesquisadores, tanto internos ao círculo de praticantes da biologia evolutiva, como externos, de historiadores e filósofos da ciência” (ARAÚJO, p. 5-19, 2020). Novas propostas estão sendo estudadas, então, para tornar a síntese evolutiva mais robusta e ampliar seu poder de explicação sobre os fatos. A maioria das propostas são acréscimos à teoria evolutiva vigente (teoria sintética), que por sua vez, compreende num conjunto de hipóteses e explicações amplamente testadas, postulando que a diversidade de formas biológicas atuais resulta da modificação das espécies ao longo de bilhões de anos sob os efeitos dos processos ou mecanismos evolutivos (*Ibidem*, p. 337). Apresentamos a ilustração (figura 3) desenvolvida para o artigo de Ceschim; Dutra; Caldeira (2021), que elucida visualmente as mudanças já ocorridas na teoria evolutiva desde as importantes publicações de Darwin-Wallace.

Como descrito pelas autoras no artigo, os retângulos superiores indicam os principais períodos, Darwinismo, Neodarwinismo, Síntese Moderna e Síntese Estendida, com as datas de início aproximadas. Destaca-se também os principais autores, assim como, os principais conceitos que compõem a explicação organizada em cada período.

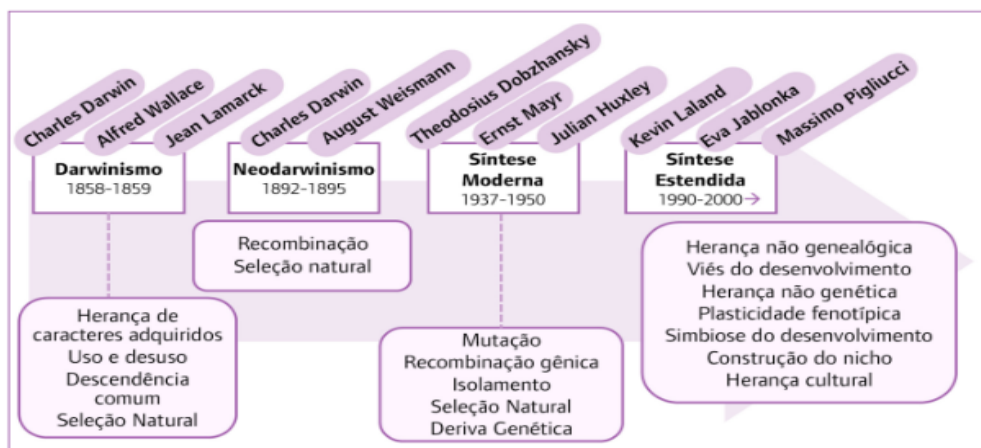
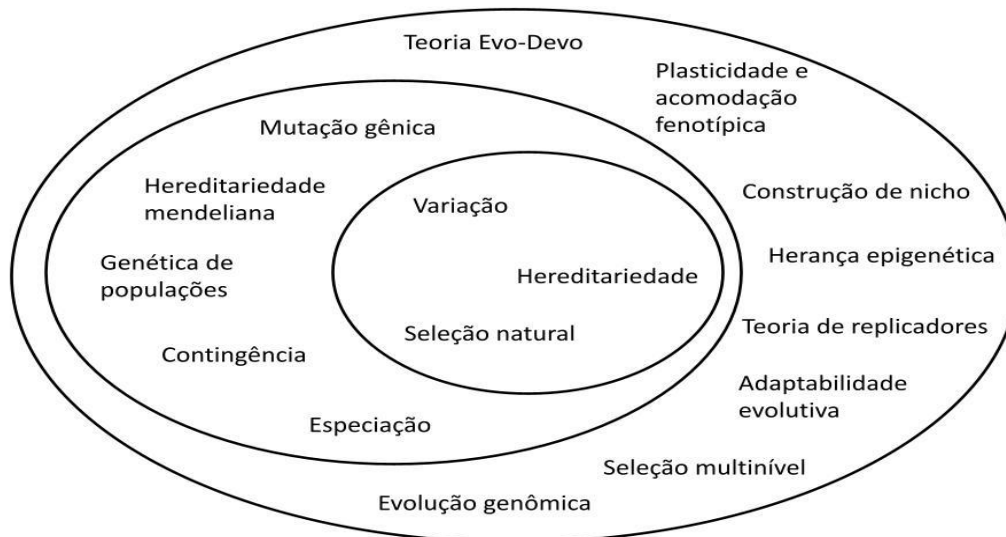


Figura 3: Mudanças ocorridas na teoria evolutiva desde Darwin

Fonte: Revista Genética na Escola. Volume XVI - nº 2 (2021)
 Autores: CESCHIM, Beatriz; GANIKO-DUTRA, Matheus; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade

A figura 4 pretende representar os grandes passos do processo contínuo de expansão da teoria da evolução, em vez de enumerar todos os conceitos pertencentes a cada um desses passos. De referir que a Síntese Estendida é na verdade composta por outras subteorias que não são abordadas no presente trabalho, isso exprime a complexidade do conhecimento evolucionista.

Figura 4: Representação esquemática de conceitos-chave do Darwinismo (área central), da Síntese Moderna (área intermediária), e da Síntese Estendida (área externa).



Fonte: Adaptação de Pigliucci e Muller (2010).

Uma das teorias não abordadas no presente trabalho é a teoria da seleção de multinível que permite retirar o peso da seleção natural darwiniana do indivíduo para um sistema multinível que pode se estender para coletivos inteiros de indivíduos. A seleção natural tornar-se-ia assim um processo hierárquico que resultaria em um equilíbrio de fenômenos de processos seletivos de indivíduos no mesmo grupo com processos seletivos entre grupos distintos. Entretanto, o presente trabalho abordou algumas dimensões que podem ser exploradas imediatamente na sala de aula, conforme ANEXO 1. Outro ponto de discussão relevante ao ensino de evolução biológica é a separação entre a evolução como: (i) um fato; (ii) uma ideia e (iii) uma teoria.

Essas três visões são correlacionadas como é mostrado no Quadro 3 e dadas suas correlações o domínio sobre a história da construção do conhecimento evolutivo é imprescindível para que não haja equívocos na transposição didática do conteúdo sobre evolução biológica.

Quadro 3: Dimensões do conceito de Evolução

| O Fato | A Ideia | A Teoria |
|---|---|---|
| A Evolução ocorre. Ela tem ocorrido desde a origem da vida e segue ocorrendo. É tratada como um fato e um processo que a comunidade científica já | A Evolução como ideia está associada à construção da maneira como explicamos o fato ou entendemos o fato historicamente. Por isso, é indicado que no ensino | A Evolução como Teoria diferentemente da percepção do senso comum significa a sistematização paradigmática do fato. A Teoria é um engenho |

| | | |
|--|--|--|
| amplamente consolidou. Existem modificações entre as espécies atribuídas aos processos ou mecanismos evolutivos. | de ciências abordemos as ideias de evolução em diferentes contextos que norteiem a comunicação científica em várias etapas da educação básica. | científico extremamente rico que dá uma resposta aos quebra cabeças da pesquisa científica e só é aceita dada sua potencialidade de explicar o fato. |
|--|--|--|

Fonte: próprio autor

2.6 Da Síntese Moderna à Síntese Estendida da Evolução - uma nova perspectiva para o ensino

Atualmente, a teoria da evolução biológica está passando por mudanças a fim de torná-la mais robusta e explicativa como já comentamos acima, com o acréscimo de novos processos e mecanismos estudados a partir dos anos 1990, assim como fundamentos teóricos propostos ainda no século XIX, ignorados na elaboração da Teoria Sintética propositalmente. Haja visto, que a Teoria Sintética tenha sido estruturada em torno de 1940, embora tenha incorporado alguns novos saberes ao longo do século XX, não houve uma reorganização para acomodar os conhecimentos que estão sendo produzidos nos últimos anos, fruto do uso de tecnologia contemporânea e com novas abordagens. Segundo Ceschim; Dutra; Caldeira (2021), uma das áreas cuja inclusão na teoria evolutiva foi intensamente reivindicada a partir do fim do século XX é a Biologia do Desenvolvimento. Os autores citam alguns nomes como: Sean Carroll, Gerd Müller e Alan Love, que são pesquisadores defensores da relação entre o desenvolvimento e a evolução, a relação “evo-devo”, para reiterar o papel-chave que essa intersecção possui nas explicações evolucionistas. Eles alertam que padrões corpóreos e regulações gênicas poderiam ser explicados de forma bem atualizada por meio de novas abordagens de pesquisa.

As alterações de expansão da Síntese Moderna para dar lugar à chamada Síntese Estendida da Evolução não incluem a troca ou substituição, muito menos quaisquer exclusões de conceitos e processos. “Todo o poder explicativo da Síntese Moderna, especialmente dos processos de recombinação, mutação, isolamento, seleção natural e deriva genética, seria ampliado e reorganizado dentro de um quadro mais abrangente” (CESCHIM; DUTRA; CALDEIRA, p. 347, 2021).

A Síntese Estendida, explicam as autoras, inclui como causa adicional da diversidade a origem de características dos organismos a partir de variação não genética, antes desconsiderada ou tida como caso excepcional. Também incluem a ideia de que os organismos não só recebem passivamente as consequências do processo seletivo, mas podem atuar determinando algumas condições dos ambientes onde vivem. Elas citam o pesquisador já

incluído neste trabalho: Massimo Pigliucci e Kevin Laland, que indicam a Síntese Estendida como uma teoria ampliadora ao tornar ainda mais abrangente a teoria evolutiva preexistente.

Apesar da inclusão de novos conceitos para explicar questões evolutivas, a Síntese Estendida vai além de uma ampliação no arcabouço conceitual da Síntese Moderna. Existem reorientações teóricas importantes a serem levadas em consideração. Evidentemente, durante o processo de crise de uma teoria científica há a presença de ideias competindo para ocupar a maneira como se está enxergando o mundo, ou até mesmo no período pré-paradigmático, a competição é uma das formas de se estruturar e reafirmar como ocorre o avanço do conhecimento científico.

Existe um processo de ruptura e gênese de um novo modelo, isto é, o processo revolucionário contribui para alterar os arquétipos distorcidos que, por vezes, não geram mais explicações robustas. Neste sentido, podemos ressaltar alterações do enfoque da Síntese Moderna para o enfoque da Síntese Estendida.

Pontos congruentes

Apesar de ambas compartilharem alguns conceitos centrais como mutação, recombinação gênica, seleção natural, deriva genética e isolamento.

Pontos divergentes

Há pelo menos três pontos centrais em que estas teorias diferem enfaticamente, a saber: (i) relações entre o organismo e o ambiente; (ii) causa das explicações da forma, do funcionamento e do comportamento dos organismos e (iii) herança (forma como as características são transmitidas entre os organismos).

1º ponto divergente “relações entre o organismo e o ambiente”.

Na Síntese Moderna, segundo Ceschim; Dutra; Caldeira (2021), o ambiente desempenha um papel mais determinista pois ele é decisivo para a sobrevivência e reprodução dos organismos. “Somente um organismo que resiste às condições impostas por um dado ambiente consegue sobreviver. Já na Síntese Estendida, a relação não é tão unidirecional porque, assim como o ambiente exerce certa influência na história de vida dos organismos, estes também são capazes de alterar o ambiente”⁵. Apesar da Síntese Moderna incluir um papel dinâmico para o ambiente nas interações com os organismos, a Síntese Estendida enfatiza a reciprocidade.

⁵ *Ibidem*, p. 347

2º ponto divergente “causa das explicações da forma, do funcionamento e do comportamento dos organismos”.

Enquanto a Síntese Moderna explica a origem de novas características com ênfase em mutações e recombinação gênica, a Síntese Estendida enfatiza alguns processos, além destes, que podem explicar tais novidades, como a plasticidade fenotípica, os genes reguladores do desenvolvimento e a transmissão horizontal de genes (CESCHIM; DUTRA; CALDEIRA, 2021, p. 347). Por isso, dizemos que na Síntese Estendida existem múltiplas causas que explicam as características dos organismos.

3º ponto divergente “herança (forma como as características são transmitidas entre os organismos)”.

Na Teoria Sintética, a transmissão de características acontece, necessariamente, da geração parental para seus descendentes e por meio exclusivo da sequência do DNA. Na Síntese Estendida, à herança genética são acrescentadas outras formas de transmissão de características⁶. A herança pode ser não genética, como na transmissão da microbiota e também pode acontecer entre organismos não relacionados, como acontece na transmissão de cultura.

A partir destas diferenças de enfoques, é possível identificar diferenças nas perguntas de pesquisa colocadas por cada teoria, bem como nas estratégias de resolução dos quebra-cabeças estudados à luz de cada paradigma.

Divergências

Existe uma crítica em relação à Síntese Estendida, argumentando que ela não é necessária. Argumenta-se que a Biologia já emprega esses conceitos, como o desenvolvimento e a epigenética, por exemplo, nas explicações dos problemas de pesquisa evolutivos. Para esses críticos, adotar a Síntese Estendida seria apenas mais um rótulo desnecessário. Entretanto, de acordo com Ceschim; Dutra; Caldeira (2021), não se trata apenas de reunir determinados quebra-cabeças sob um mesmo paradigma.

Muitos dos quebra-cabeças da ciência normal contemporânea passaram a existir somente depois da revolução científica mais recente, logo a Síntese Estendida propõe de alguma forma a disruptura teórica, ou seja, uma mudança nas tradições da pesquisa, nas

⁶ *Ibidem*

perguntas e na visão desses fenômenos que deve ser levada em consideração por permitir uma interpretação mais integral e contextualizada da Biologia. Esta ruptura é valiosa principalmente para o ensino de Biologia.

As autoras argumentam que dois dos principais obstáculos de aprendizagem do assunto identificados em entrevistas são:

- i) o genocentrismo, isto é, a ênfase nas explicações genéticas;
- ii) as explicações lineares que atribuem uma única causa para fenômenos biológicos que, inevitavelmente, são complexos.

Elas concluem que a Síntese Estendida permite o enfrentamento destes problemas de aprendizagem ao integrar diversos conceitos da Biologia em uma abordagem de fontes múltiplas para o surgimento das inovações das características dos organismos, a hereditariedade via herança inclusiva e a reciprocidade entre organismo e ambiente.

Em jeito de síntese, apresenta-se uma tabela comparativa (Quadro 4) das duas teorias:

Quadro 4: Tabela comparativa das duas Teorias vigentes

| Síntese moderna da evolução | Enfoque | |
|--|----------------------------------|----------------------------------|
| Compreensão da evolução: mudança na frequência da composição genética de populações | Surgimento de inovação evolutiva | Fonte genética |
| | Herança | Genética genealógica |
| | Relação organismo-ambiente | Determinismo do ambiente |
| Síntese estendida da evolução | Enfoque | |
| Compreensão da evolução: mudança nas características dos organismos e na sua distribuição nas populações | Surgimento de inovação evolutiva | Fonte múltipla |
| | Herança | Herança inclusiva |
| | Relação organismo-ambiente | Reciprocidade organismo-ambiente |

Fonte: Revista Genética na Escola. Volume XVI - nº 2 (2021)

Autores: CESCHIM, Beatriz; GANIKO-DUTRA, Matheus; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade

3. Metodologia

A pesquisa foi documental descritiva de natureza mista, qualitativa e quantitativa. Segundo Carmo e Ferreira (1998, p. 213), a **pesquisa descritiva** “...*procura estudar, compreender e explicar a situação atual do objeto de investigação. Inclui recolha de dados para testar hipóteses ou responder a questões que lhe digam respeito*”.

Esta pesquisa foi realizada durante o processo de implantação e organização do Novo Currículo Paulista do Ensino Médio, conforme descrito na introdução, no CEFE (Centro de Formação de Educadores da Escola Básica), com sede na UNIFESP campus Diadema.

3.1 Corpus

Para o levantamento bibliográfico foram utilizados artigos de periódicos encontrados por meio de plataformas de pesquisa como o Google Acadêmico, Scielo, CAPES, banco de teses e consulta local nas bibliotecas da Universidade Federal de São Paulo.

As principais palavras chaves utilizadas nas pesquisas on-line foram: ensino de Evolução, materiais de orientação de itinerários formativos, abordagens da Evolução Biológica e Currículo Paulista etapa Ensino Médio. A busca teve como foco obras nacionais ou em língua portuguesa.

Após essa pesquisa, o material obtido passou por uma triagem, a fim de verificar as informações pertinentes para o trabalho e para tanto, os resumos dos trabalhos selecionados serviram para escolher os mais adequados. Além do levantamento bibliográfico acerca da relevância do ensino de Evolução, e mais especificamente, a abordagem do tema Evolução Biológica no panorama do Ensino de Evolução.

Os dados da pesquisa que constitui o corpus foram os documentos listados abaixo:

- i. Currículo Paulista etapa Ensino Médio;
- ii. Material de Apoio ao Planejamento e Práticas de Aprofundamento MAPPA - Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias;
- iii. Obra: “Multiversos - Ciências da Natureza”, coleção: 0221P21203. Autores: Leandro Pereira de Godoy, Rosana Maria Dell’ Agnolo e Wolney Cândido de Melo. Editora:

3.2 Método de coleta e análise de dados

O livro escolhido como material didático a ser estudado neste trabalho foi coletado das recomendações do Plano Nacional do Livro Didático de 2021 (PNLD) na área de Ciências da Natureza (BRASIL, 2021), que listou sete livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio a serem adotados por professores e escolas de acordo com critérios estabelecidos pelo governo federal para este componente curricular. Das sete obras, apenas uma estava disponível para consulta e na versão para docentes on-line, sendo esta integrante do corpus de análise junto dos documentos oficiais apresentados a seguir no quadro 5.

A princípio pensamos em utilizar as duas dimensões de ensino de evolução, segundo Ceschim; Oliveira; Caldeira (2016) e elaboramos suas respectivas categorias que seriam usadas na matriz de análise de dados, porém não foi possível dar continuidade nessa organização devido o Currículo se apresentar neutro e desfocado quanto às dimensões propostas no trabalho citado acima. Com isso, escolhemos recuperar a categorização da análise dos dados, segundo a correspondência do *corpus* com base nas categorias definidas por Ceschim; Dutra; Caldeira (2021).

Quadro 5- Método de coleta e de análise de dados com respectivo objetivo específico

| Método de coleta de dados (Critério) | Instrumentos com os dados que constituirão o <i>corpus</i> | Método de análise de dados (Critério) | Objetivo específico |
|---|---|--|--------------------------------|
|---|---|--|--------------------------------|

| | | |
|--|---|---|
| <p>Estudo documental do(a):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Currículo Paulista etapa Ensino Médio; - Material de Apoio ao Planejamento e Práticas de Aprofundamento MAPPA - Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias; - Obra: “Multiversos - Ciências da Natureza”, coleção: 0221P21203. Autores: Leandro Pereira de Godoy, Rosana Maria Dell’Agnolo e Wolney Cândido de Melo. Editora: FTD. Ano: 2020. | <p>- Análise de correspondência de conteúdo do <i>corpus</i> com base nas categorias definidas por Ceschim; Dutra; Caldeira (2021).</p> | <p>(i) Comparar o conteúdo dos dois currículos sobre a evolução biológica à luz da síntese moderna e/ou a síntese estendida da evolução; (ii) Discutir se eventuais alterações desse conteúdo se justificam face aos objetivos gerais do Novo Currículo Paulista; (iii) Discutir a dificuldade inerente ao ensino da Teoria da Evolução das Espécies por Seleção Natural.</p> |
|--|---|---|

A leitura do corpus de análise teve como foco os conteúdos que continham informações pertinentes à temática do Ensino de Evolução Biológica, com ênfase na Teoria da Evolução das Espécies, sendo que tanto o texto base quanto os exercícios, no caso do livro do docente, foram analisados com o intuito de constatar a abordagem do tema e também encontrar erros conceituais. O cálculo da quantidade de texto dedicada a Teoria da Evolução das Espécies foi realizado utilizando o número de palavras constantes nos textos referentes à Teoria da Evolução das Espécies e Evolução Biológica. Assim, por meio da estimativa do número de palavras, pode-se traçar a ênfase dada a esse tema no livro didático do corpus de análise. Também foram analisadas a presença e a quantidade de imagens acerca da Teoria da Evolução das Espécies e Evolução Biológica no material didático selecionado pelo PNLD de 2021, a fim de ilustrar e exemplificar conceitos e se as mesmas são pertinentes ao texto, contextualizando-o ou estão desconexas. Desse modo, foram feitas relações, sendo que a análise foi qualitativa e quantitativa.

4. Resultados e discussão

A partir deste ponto apresentamos alguns excertos do nosso corpus, a saber: (i) Currículo Paulista (2020), (ii) material de apoio ao planejamento e práticas de aprofundamento - Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias e (iii) Obra: “Multiversos - Ciências da Natureza.

4.1 Síntese Moderna e Síntese Estendida no Currículo Paulista etapa Ensino Médio

Notamos que o Currículo se apresenta neutro e desfocado quanto às dimensões que escolhemos adotar, segundo o trabalho de Ceschim; Oliveira; Caldeira (2016), logo para recuperarmos a categorização da análise de dados foi necessário estabelecer a correspondência do *corpus* com base nas categorias definidas por Ceschim; Dutra; Caldeira (2021), além disso, consideramos o contexto socioeconômico-político referente a 2017, na medida que isso permite entender a política de educação praticada via documento.

Segundo Krasilchik (2004, p. 85): “Nossas escolas, como sempre, refletem as maiores mudanças na sociedade – política, econômica, social e culturalmente. A cada novo governo ocorre um surto reformista que atinge principalmente os ensinos básico e médio”.

Em 2017, a internacionalização do mercado interno retomou a centralidade no campo político como não se via desde a redemocratização, no final da década de 1980 (PIOLLI, p. 18, 2019). Esse fenômeno tem como características socioeconômicas básicas a hegemonia do capital estrangeiro, a intensificação do rentismo, a desindustrialização das regiões metropolitanas, causando um aumento no empobrecimento da população e a dependência do mercado externo. O Estado assume um papel centralizador, reorganizando as formas de controle social e político no país, o exemplo disso são as mudanças feitas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Antes de 2018, segundo Neira (2016, p. 41): “O projeto formativo da BNCC era um sujeito que saiba ler a realidade que o cerca e atuar fundamentado em conhecimentos variados, reconhecendo sua própria identidade cultural e que lute para transformar a sociedade atual”. Após as duas primeiras versões do documento, elaboradas entre 2015 e 2016, a terceira versão foi reeditada por outro grupo no Ministério da Educação que alterou-lhe os princípios formativos basilares.

Neste contexto, o período escolar correspondente ao Ensino Médio foi redesenhado por cada estado, respeitando as diretrizes da lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. O Estado de São Paulo assumiu a liderança política na reforma, e uma equipe da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEDUC-SP), elaborou o Novo Ensino Médio em três vertentes que buscam cada uma a formação de profissionais no nível básico voltados para a atuação em cada um dos setores econômicos: a agricultura (setor primário), a indústria (setor secundário) e o comércio (setor terciário). Pelas orientações estabelecidas na lei nº 13.415, a Biologia, a Física e a Química, integram o componente curricular Ciências da Natureza e suas Tecnologias, consequentemente reduzindo a carga horária mínima para o ensino de conteúdos biológicos. Para Silva (2005, p. 285) a concepção positivista da ciência que historicamente subsidiou a nossa formação, “é marcada pela rigidez e fragmentação dos conteúdos e por um modelo instrutivista de educação”. De certo modo, a abordagem das disciplinas científicas se distancia das suas bases filosóficas. Isso pode ser explicado a partir da utilização dos manuais científicos descontextualizados, reescritos a cada revolução científica, dissimulando o papel fundamental dessas revoluções como tem acontecido na orientação geral da ciência. O limite da organização instrutivista dos manuais formativos, sejam eles livros didáticos, apostilas e etc, é a anulação da tradição científica, sendo ela quando tratada, deixada em segundo plano. Por outro lado, a presença de referências históricas dispersas a respeito de grandes heróis de determinada época fazem com que a distorção da percepção de desenvolvimento cumulativo, não cumulativo e histórico da ciência aconteça.

No Currículo Paulista etapa Ensino Médio, identificamos essa característica descrita acima. A abordagem dos conteúdos evolutivos está disposta de forma fragmentada e sem a orientação pedagógica e norteadora para o uso das bases filosóficas dos conceitos tratados pela biologia, fazendo parecer que se trabalhou com o mesmo conjunto de problemas evolutivos fixos e utilizou-se o mesmo conjunto de cânones estáveis de pesquisa (KUHN, 1962), portanto, fica claro que a despeito da riqueza teórica envolvida na discussão do processo de racionalização dialética da Teoria Estendida, o documento desconsidera as dimensões da abordagem da evolução biológica. Com isso, fica a critério do docente estabelecer a dimensão da abordagem evolucionista de acordo com seu repertório acadêmico e intelectual.

A partir deste ponto apresentamos alguns excertos do Currículo Paulista (2020).

O Currículo apresenta competências que orbitam a abordagem dos conteúdos evolucionistas. Abaixo destacamos as competências específicas do componente curricular Ciências da Natureza e suas Tecnologias no ensino médio que engolfam o tema:

“1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

*2. Analisar e utilizar **interpretações** sobre a dinâmica da Vida, da Terra e Cosmos para elaborar argumentos, **realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo**, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.” (SÃO PAULO, 2020)*

O conceito de competência que utilizamos é de Silva (2005): “a capacidade de mobilizar o que se sabe para realizar o que se planeja”. Tendo em vista a organização das habilidades a serem desenvolvidas na órbita dessas competências, o documento deixa vago o nível de detalhamento e aprofundamento dos conteúdos evolutivos, explicitando apenas que devem atender ao que propõem as habilidades relacionadas. São elas:

“(EM013CNT201 - Ensino Médio - habilidade pode ser desenvolvida em qualquer ano do Ensino Médio (3) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), 201 - habilidade 1, relacionada à competência específica 02) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

(EM013CNT202 - Ensino Médio - a habilidade pode ser desenvolvida em qualquer ano do Ensino Médio (13) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), 202 - habilidade 2, relacionada à competência específica 02) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os

fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros)

(EM013CNT203 - Ensino Médio - a habilidade pode ser desenvolvida em qualquer ano do Ensino Médio (13) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), 203 - habilidade 3, relacionada à competência específica 02) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM013CNT208 - Ensino Médio - a habilidade pode ser desenvolvida em qualquer ano do Ensino Médio (13) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), 208 - habilidade 8, relacionada à competência específica 02) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.” (SÃO PAULO, 2020)

Na primeira habilidade destacada, percebemos de maneira afirmativa que as noções de outras tradições e outros povos sejam expostas, tanto nas explicações a respeito da diversidade da vida quanto naquelas ligadas ao surgimento do Universo. Assim como, a menção da importância do desenvolvimento histórico-científico para a compreensão das teorias científicas é elementar, porém o nível de detalhamento e aprofundamento dos conteúdos não é especificado, desfavorecendo a organização das bases filosóficas para a discussão. Outro ponto problemático é a sistemática ausência dos aspectos norteadores da prática docente para que se trabalhe a evolução biológica. Tacitamente, o conhecimento já existente sobre a intersecção ecologia-evolução (eco-evo) pode estar ligado às relações intraespecíficas e interespecíficas, nas linhas da habilidade 202, que podem ser apresentadas com interdisciplinaridade. Através das demais habilidades pontuadas, é possível observar que não se apresenta a necessidade de trabalhar a evolução de forma contínua e articulada, deixando negligenciados conceitos

importantes como: adaptação e seleção natural, seja para explicar a existência das mais diversas formações ambientais, bem como, ao comparar diferentes seres vivos. Com isso, o documento deixa vago novamente o nível de detalhamento e aprofundamento dos objetos de conhecimento que devem ser tratados e a abordagem efetivamente realizada na sala de aula pelo docente influenciará diretamente no currículo aplicado e trabalhado com os estudantes. A partir da omissão de conceitos como adaptação e parentesco filogenético, o Currículo também indica a desintegralização do eixo evolução-desenvolvimento (evo-devo). Tomando como exemplos da ausência de aspectos norteadores da abordagem docente da evolução biológica, recortamos o trecho da obra “Multiversos - Ciências da Natureza”, que será discutido abaixo:

“- Propriedades dos seres vivos - Ciclo de vida: todo ser vivo passa pelas fases do nascimento, desenvolvimento, reprodução e morte. Durante o desenvolvimento, seu organismo passa por diversas modificações que o preparam para a reprodução, fase em que ele pode ou não gerar descendentes. Respostas a estímulos externos: os seres vivos são capazes de responder a estímulos ambientais, como temperatura, pressão, umidade, luminosidade, substâncias químicas, entre outros. Metabolismo: é o conjunto de reações químicas que ocorrem nos seres vivos promovendo transformações da matéria e energia obtidas do meio em que vivem. Organização celular: todos os seres vivos são formados por uma ou mais células.” (GODOY; AGNOLO; MELO, p. 44, 2020)

O livro citado é uma obra recomendada do Plano Nacional do Livro Didático de 2021 (PNLD) na área de Ciências da Natureza (BRASIL, 2021), tendo em vista, que está de acordo com as competências e habilidades exigidas pela Base Nacional Comum Curricular (2017) e com as quais, o próprio Currículo Paulista etapa Ensino Médio foi construído. A Evolução Biológica não é diretamente mencionada como fato histórico corroborado por mais de 150 anos de observações científicas diretas e indiretas. A noção de que as características dos seres vivos mudam de frequência e distribuição ao longo do tempo, além de compartilharem um ancestral comum, fica tácita como uma característica estrutural da vida, no item: “*Resposta a estímulos externos*”. Entretanto, esse fato está estabelecido na realidade histórica e inquestionável até mesmo pelos críticos do mecanismo proposto por Darwin para explicar a origem e a diversidade das espécies (MONTEIRO, p. 337, 2021). A partir do trecho, percebemos que fica

a critério do docente abraçar a dimensão **sintética** (TEE) ou a **síntese estendida** (SEE) ou apenas não contextualizar o assunto, buscando responder às perguntas de como operam as funções moleculares de transformações de energia nos seres vivos, sem que haja menção de explicações a respeito do porquê e, a partir daí, omitir o fato da evolução biológica. Entendemos que as explicações mais abrangentes a respeito da plasticidade fenotípica, presentes na Síntese Estendida da Evolução e diante dessa lacuna de aspectos norteadores da abordagem docente no documento, podem fornecer respostas mais abrangentes e complementares às explicações da Teoria Sintética, sendo ambas usadas no ensino de evolução. Ainda a respeito do surgimento do fenômeno da vida, a obra “Multiversos - Ciências da Natureza” apresenta a seguinte síntese:

“O Universo é composto por matéria e energia. No caso do planeta Terra, a constante transformação e interação entre matéria e energia propiciou o desenvolvimento da vida. É possível encontrar seres vivos em praticamente quase todos os ambientes da Terra. Uma gota de água do oceano, por exemplo, é uma mistura homogênea constituída por aproximadamente $1,67 \times 10^{21}$ moléculas de água, e diversos outros compostos químicos. Nela também podem ser encontradas diferentes espécies de seres vivos. Assim como a água, todos os seres vivos são matéria. São compostos por átomos e moléculas e diversas transformações físicas e químicas ocorrem em seu interior.”
(GODOY; AGNOLO; MELO, p. 44, 2020)

Nas condições da Terra primitiva existiam água no estado líquido e grandes quantidades de moléculas simples que, sob a ação de atividade vulcânica e raios atmosféricos, teriam proporcionado as condições necessárias para a formação das moléculas orgânicas iniciais. A capacidade de se autocopiar seria essencial para que essas moléculas originassem vida. As condições da atmosfera primitiva foram simuladas em laboratório. Uma mistura de água, nitrogênio, gás carbônico, gás sulfídrico e metano, submetida a descargas elétricas e altas temperaturas, resultou na formação de aminoácidos e aminas, compostos essenciais do DNA, RNA e de proteínas. Novamente, pudemos notar que o fator influenciador no currículo efetivamente aplicado e trabalhado em sala se refere ao próprio trabalho do professor, em sua reelaboração prática dos conteúdos, conhecimentos e metodologias sobre o assunto a ser ensinado, chamado de *Currículo em Ação* (SACRISTÁN, 1998). Com a síntese proposta pelo livro didático, são tácitos os objetos de conhecimento envolvidos nas bases filosóficas da

pesquisa sobre a constituição da vida e suas mudanças, como os conceitos de: *adaptação* e *seleção natural*, propostos por Ernst Mayr (2009, p. 331).

Segundo Mayr (2009), adaptação é: “Qualquer propriedade de um organismo que se credita o fato de aumentar sua aptidão”, isso quer dizer, cientificamente que é extremamente difícil provar nas pesquisas empíricas que determinada característica é genuinamente adaptativa. A *Seleção natural*, o autor descreve como: “processo através do qual a cada geração os indivíduos menos aptos de uma população são eliminados.” A omissão desses conceitos, além dos demais mecanismos evolutivos, faz parecer que a biologia evolutiva sempre trabalhou com o mesmo conjunto de conceitos fixos e utilizou sempre um conjunto de teorias estáveis, corroborando com a equivocada visão teleológica da natureza da ciência. Nesse aspecto, cabe ao trabalho do docente em sua abordagem do tema, enfatizar as mudanças conceituais presentes nas pesquisas sobre a origem da vida ao longo do tempo ou ainda minimizar essa visão, considerando-a uma contraposição à habilidade 201 do Currículo, onde o documento orienta que os estudantes sejam capazes de fazer comparações entre as explicações teóricas ou filosóficas a respeito da origem da vida via seus contextos de desenvolvimento histórico-científico-filosófico.

A última habilidade em destaque nesta subseção, a *habilidade 208*, pode corroborar com a manutenção das maiores dificuldades a respeito do aprendizado do processo evolutivo: sua amplitude de sentido no senso comum para os alunos e uma visão descontextualizada do assunto, tanto em termos históricos quanto conceituais. Bizzo (1995), afirma que o processo evolutivo biológico apresenta um sentido mais amplo para os estudantes do que aquele que é adotado na Biologia. Para os jovens, ele é associado à modificação no sentido do senso comum, ao amadurecimento e à utilidade. Para eles, segundo o autor, significa ainda evolução cultural e ela seria sinônimo de aprendizagem ou progressão.

Ainda segundo as ideias dos estudantes a respeito da evolução biológica, Krasilchik (2004, p. 31), afirma que: “As respostas estão sempre associadas à evolução humana, e a imagem de Charles Darwin como cientista está profundamente integrada à teoria da evolução”. Nesse sentido, Carneiro (2004), afirma que: O fato de a Evolução Biológica ser apresentada aos alunos de ensino médio de modo fragmentado, impregnada de ideologias e com distorções das informações científicas atualmente aceitas, gera a necessidade de ela ser efetivamente trabalhada nas escolas de forma clara e precisa, fazendo integração com diversos outros

conhecimentos (CARNEIRO, 2004) interdisciplinares como os ecológicos e da biologia do desenvolvimento.

No Quadro 9 a seguir na unidade temática Universo e Vida estão elencadas as habilidades elementares, orbitando o conteúdo de evolução biológica que precisa ser trabalhado em todo o Ensino Médio. As habilidades retiradas desse quadro a seguir, estão disponibilizadas na íntegra junto dos demais materiais formativos para os docentes da rede estadual de ensino de São Paulo, na plataforma EFAPE (Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação do Estado de São Paulo).

Quadro 6: Habilidades essenciais do componente curricular Biologia para o Ensino Médio - 2021

| Série e Bimestre | Habilidades | Objetos de conhecimento |
|---------------------------------------|--|--|
| 1º ano do Ensino Médio 3º Bimestre | <p>(EF09CI09*) Discutir as ideias de Mendel sobre fatores hereditários, gametas, segregação e fecundação na transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.</p> <p>(EF09CI08*) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias e reconhecer os princípios da hereditariedade, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.</p> <p>(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.</p> | <p>Ideias Evolucionistas; Hereditariedade.</p> <p>Teorias científicas sobre a origem da vida; Teorias científicas sobre a evolução (histórico e experimentos).</p> |
| 1º ano do Ensino Médio 4º Bimestre | <p>(EF09CI08*) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias e reconhecer os princípios da hereditariedade, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.</p> <p>(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p> <p>(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.</p> | <p>Hereditariedade</p> <p>Níveis de organização celular (tipo, número e complexidade); Níveis de organização celular (metabolismo e obtenção de energia); Fisiologia (comparação dos sistemas fisiológicos nas formas de vida). Conceito de espécie; Evolução (árvores filogenéticas).</p> |

| Série e Bimestre | Habilidades | Objetos de conhecimento |
|---------------------------------------|--|---|
| 2º ano do Ensino Médio 2º Bimestre | <ul style="list-style-type: none"> - Identificar os aspectos históricos das concepções sobre hereditariedade à luz da época em que foram propostas. - Elaborar e testar hipóteses sobre composição genética de indivíduos e sobre herança, aplicando as ideias de Mendel. - Interpretar dados apresentados em esquemas, tabelas e gráficos a partir de conhecimentos sistematizados sobre transmissão das características hereditárias | <p>Mecanismos de variabilidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concepções pré mendelianas e as leis de Mendel. - Experimentos de Mendel Cruzamento teste; Teoria cromossômica da herança; Características hereditárias humanas. |
| 2º ano do Ensino Médio 4º Bimestre | <ul style="list-style-type: none"> - Relacionar as técnicas usadas em Biotecnologia aos principais conceitos de Genética e Biologia Molecular - Reconhecer as aplicações da engenharia genética na medicina, entre elas a terapia gênica - Reconhecer a importância dos testes de DNA na determinação da paternidade, na investigação criminal e na identificação de indivíduos - Analisar os argumentos relativos aos riscos e benefícios da utilização de produtos geneticamente modificados disponíveis no mercado | <p>Tecnologias de manipulação do DNA – Biotecnologia. Tecnologia de transferência do DNA - enzimas de restrição, vetores e clonagem molecular</p> <p>Riscos e benefícios de produtos geneticamente modificados – a legislação brasileira</p> |
| 3º ano do Ensino Médio 1º Bimestre | <ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer as categorias taxonômicas utilizadas na classificação dos seres vivos - Identificar e comparar os grandes grupos de seres vivos a partir de características distintivas | <p>Níveis de organização, obtenção de energia, estruturas, importância econômica e ecológica</p> |
| 3º ano do Ensino Médio 3º Bimestre | <ul style="list-style-type: none"> - (Retomada) Reconhecer o DNA como um polímero formado por unidades básicas (os nucleotídeos) repetidas ao longo da molécula e identificar o significado da repetição e do emparelhamento específico de unidades para o papel desempenhado pela molécula do DNA (associar à formação das primeiras moléculas orgânicas – aminoácidos etc.). (Retomada) Elaborar e testar hipóteses sobre composição genética de indivíduos e sobre herança, aplicando as ideias de Mendel. -Interpretar concepções religiosas e científicas para a origem da vida e dos seres vivos. Estabelecer a relação entre as condições da Terra primitiva e a origem dos | <p>Transmissão da vida e mecanismos de variabilidade genética. Mecanismos de variabilidade genética: Cruzamento teste. Teoria cromossômica da herança . Características hereditárias humanas.</p> <p>Origem da vida: Concepções mítico-religiosas, Teorias científicas, Experimentos e Vida primitiva</p> <p>Mecanismos da evolução das espécies – mutação, recombinação gênica e</p> |

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| | <p>primeiros seres vivos. Identificar os mecanismos geradores (mutação e recombinação) e os fatores orientadores (seleção natural) da grande variabilidade dos seres vivos, e reconhecer e caracterizar as evidências do processo de evolução biológica (fósseis, órgãos análogos, homólogos e vestigiais). - Identificar as ideias evolucionistas de Darwin e de Lamarck com base na leitura de textos históricos. Inferir que o resultado da seleção natural é a preservação e a transmissão para os descendentes das variações orgânicas favoráveis à sobrevivência da espécie no ambiente e identificar o papel dos isolamentos geográfico e reprodutivo na formação de novas espécies. - Interpretar a história da vida na Terra com base em escala temporal, indicando os principais eventos (surgimento da vida, das plantas, do homem etc.) Identificar por comparação as conquistas evolutivas de um grupo de seres vivos em relação a outros. Interpretar árvores filogenéticas e determinar, nesse tipo de representação, as relações de parentesco entre os seres vivos.</p> | <p>seleção natural. Evidências evolutivas (fósseis, órgãos homólogos, análogos e vestigiais). Embriologia comparada. As ideias evolucionistas de Darwin e de Lamarck; Seleção natural; Isolamento geográfico e reprodutivo; Formação de novas espécies. Origem da fotossíntese. Explosão de vida. Conquista do ambiente terrestre por plantas e animais. Relações de parentesco entre os seres vivos. Árvores filogenéticas.</p> |
| Série e Bimestre | Habilidades | Objetos de conhecimento |
| 3º ano do Ensino Médio 4º Bimestre | <p>Ler e interpretar imagens relativas à evolução dos hominídeos, identificando as principais etapas da evolução humana e estabelecer relações de parentesco com base em textos ou na análise de árvores filogenéticas. Identificar e explicar aspectos da interação entre os mecanismos biológicos e culturais na evolução humana, interpretando o processo evolutivo humano como resultado da interação entre esses mecanismos. Avaliar as implicações evolutivas dos processos de seleção artificial de espécies animais e vegetais, bem como os impactos da transformação e adaptação do ambiente aos interesses da espécie humana.</p> | <p>Origem e evolução da vida, Evolução biológica cultural, A árvore filogenética dos hominídeos Evolução do ser humano – desenvolvimento da inteligência, da linguagem e da capacidade de aprendizagem O futuro da espécie humana: Intervenção humana na evolução.</p> |

Fonte: Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação do Estado de São Paulo, 2021.

Pouco depois de uma década da publicação do Currículo do Estado de São Paulo para o curso de Ensino Médio, em 2011, identificamos no presente Currículo que o conteúdo da evolução biológica permanece separado das demais habilidades ligadas aos outros conteúdos biológicos, como a diversidade da vida, o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos. Inclusive, os redatores do Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio (SÃO PAULO, 2020) usaram a mesma redação do documento antecessor na descrição de boa parte das habilidades elencadas no quadro acima, dessa maneira, os assuntos e conceitos evolucionistas foram tratados dispersamente e sem os devidos aspectos norteadores da abordagem docente do tema. Devido a essa repetição de fatores, a Teoria da Evolução das Espécies, seguiu como o tema do fim do programa, mais uma vez ocupando as discussões dos últimos bimestres do último ano do curso, quando este conteúdo acaba sendo deixado de lado pela falta de tempo para trabalhá-lo. Contudo, a análise das habilidades dos três anos a partir do quadro acima apresenta novamente a exposição dos conteúdos evolutivos de forma reduzida, desconsiderando aspectos históricos e filosóficos, reforçando a dualidade entre Darwin e Lamarck, sem mencionar outros contextos ou personalidades históricas importantes para as ideias evolutivas e apresentando uma concepção estritamente focada na genética, tendendo a dimensão epistemológica da Síntese Moderna. Dado que a genética continua detendo majoritariamente o espaço da explicação da origem de novas características, com ênfase na mutação e recombinação gênica entre outros aspectos explicados pelo caráter molecular, a organização dos conceitos tende a ser produzida com base exclusiva no âmbito molecular. As mutações gênicas ao longo das gerações, que alteram as frequências de sequências, tendem a ganhar mais status que os demais mecanismos, incluindo: a migração, a seleção natural, o isolamento e a deriva genética. Assim, observamos a continuidade na predominância da visão da Teoria Sintética Moderna, embora apresentada de forma muito incompleta, onde a genética detém muita força nas explicações a respeito das inovações evolutivas. Nessa perspectiva, o meio ambiente equivocadamente tem caráter determinante na manutenção das frequências e disposição das características nas populações, haja visto, que ele é lido como o fator decisivo para a sobrevivência e reprodução dos organismos. O erro está em considerar que os organismos somente resistem às condições seletivas impostas por um dado ambiente, sobrevivendo passivamente sem que expressem seus materiais genéticos de modo integrado com sinais ambientais em processos de desenvolvimento, com regulação epigenética e com simbiontes. Além disso, os organismos produzem modificações no ambiente e também produzem cultura, que podem ser transmitidas. Por fim, a Síntese Estendida tem um poder

explicativo maior da natureza por considerar que o ambiente é reorganizado pelos organismos, de modo que os fatores evolutivos também são regulados, em parte, por ação dos organismos. De forma geral, a abordagem da evolução biológica no Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio, segue: desfocada e sem o embasamento teórico-filosófico-histórico, fundamentais para que o documento possa corresponder ao seu objetivo de nortear os aspectos importantes para a prática docente no ensino do tema.

Cabe afirmar também, que as habilidades essenciais a serem cobradas no componente de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) do Ensino Médio foram desenvolvidas com o intuito de consolidar, ampliar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental e possibilitar o prosseguimento dos estudos dos objetos de conhecimento e seus aprofundamentos. Com isso, na formação do estudante do ensino médio o documento retoma na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, algumas habilidades e competências desenvolvidas no ensino fundamental, destacamos entre elas:

“(Ensino Fundamental - 09 - nono ano - Ciências, competência específica 01, habilidade 08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias e reconhecer os princípios da hereditariedade, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.” (SÃO PAULO, 2019)*

O nível de detalhamento e aprofundamento do conteúdo a ser estudado sobre a hereditariedade na habilidade destacada acima não é especificado, deixando vago novamente a organização das bases científico-filosóficas norteadoras para a discussão, a qual o próprio Currículo se propõe fazer. Tampouco, está clara a orientação a respeito da prática docente para que se trabalhe a evolução biológica, partindo do critério e arcabouço intelectual docente abordar a hereditariedade da vida a partir dos óculos da dimensão **sintética** (TEE) ou da **síntese estendida** (SEE).

4.2 Material de Apoio ao Planejamento e Práticas do Aprofundamento - Unidade Curricular: “Meu papel no desenvolvimento sustentável” - Itinerário de aprofundamento curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias

O Material de Apoio ao Planejamento e Práticas do Aprofundamento (MAPPA) Unidade Curricular - “meu papel no desenvolvimento sustentável - do componente água e Energia do Itinerário de Aprofundamento Integrado das áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias têm como objetivo:

-Auxiliar no planejamento da prática pedagógica com foco no desenvolvimento de competências gerais e aprofundamento das habilidades específicas da Formação Geral Básica através das habilidades dos quatro Eixos Estruturantes (Investigação Científica, Processos Criativos, Mediação e Intervenção Sociocultural e Empreendedorismo) (SÃO PAULO, 2022, p. 7).

Para cada componente desta Unidade Curricular - Zoonoses Tropicais (C1), Energias Limpas (C2), Estatística na Saúde Pública e no Meio Ambiente (C3) e Água: Solvente Universal? (C4) - há sugestões de atividades e orientações pedagógicas que alinham os objetos do conhecimento previstos da ementa com as habilidades idealizadas. Elas explicitam a relação entre esses objetos de conhecimento e visam auxiliar na curadoria de materiais, na prática da integração entre os componentes, na organização dos tempos e espaços, na mediação da aprendizagem e no processo avaliativo. Cada componente possui um conjunto de atividades sugeridas, em que cada atividade está organizada em Introdução, Desenvolvimento e Sistematização contemplando a estrutura esperada de começo, meio e fim⁷.

A partir deste ponto apresentamos alguns excertos do MAPPA.

Nesta Unidade Curricular trata-se de temas diretamente relacionados à saúde e à qualidade de vida, que precisam ser discutidos, considerando a integração de conhecimentos de diferentes componentes curriculares e vinculados à formação para o mundo do trabalho e prática social. O objetivo do componente curricular, Zoonoses tropicais, é proporcionar aos estudantes um percurso de aprendizagem sobre a relação entre as ações antrópicas e o comportamento das zoonoses, para que possam propor ações e projetos que promovam a saúde. Para isso, os estudantes terão que discutir fatores ambientais e antrópicos que afetam a ocorrência de zoonoses e outras doenças infecto-parasitárias. Além disso, o componente visa a produção de um material educativo como intervenção social. Junto com os demais componentes desta unidade, busca-se contribuir para a ação em favor da saúde e do bem-estar de todos. É proposto um levantamento das zoonoses que ocorrem na cidade ou na região onde

⁷ Idem, *ibidem*.

a escola está localizada e uma análise dos fatores ambientais e sociais que favorecem esta ocorrência. O documento apresenta orientações a respeito de como as zoonoses são influenciadas por ações antrópicas e ambientais na sua emergência, reemergência e distribuição geográfica. Orienta-se abordar a relação entre a redução da biodiversidade e o avanço de zoonoses, como exemplo, o texto aponta o efeito de diluição. O próprio material de apoio trata a orientação descrita acima, como: “uma questão complexa envolvendo diferentes aspectos” (SÃO PAULO, 2021), sugerindo a aplicação de uma metodologia denominada “*The World Café*” para fornecer aos estudantes uma base bibliográfica, para a formulação de hipóteses que expliquem os dados da investigação do trabalho de campo indicado no componente, que compreende a uma visita no centro de vigilância de zoonoses do município onde o estudante mora.

Numa dada dinâmica proposta no componente curricular, os alunos formarão grupos, cada grupo receberá do docente os principais fatores que influenciam a ocorrência de zoonoses. Entre esses fatores, finalmente o documento apresenta a expressão “*adaptações evolutivas*”, separadamente dos outros, como: transporte de animais para consumo humano; consumo de carnes exóticas e industrialização e segurança de alimentos, etc. Com isso, cada grupo com base no que aprenderam até o momento, deve pesquisar ou receber alguns materiais (textos, podcasts, vídeos) sobre o tema. Em cada grupo, todos devem participar da elaboração de um resumo dos pontos mais importantes sobre o fator pesquisado. Depois, orienta-se a aplicação de um questionário aos grupos que acrescentarão a resposta ao resumo. Ainda nesse componente, é proposta uma dinâmica para incentivar a participação dos integrantes de cada grupo, em seguida, todos receberão uma nova questão a ser resolvida antes de iniciar uma nova atividade. O documento sugere algumas questões:

“Sugestões de questionamentos: qual(is) aspectos do ciclo de vida do agente infeccioso sofre(m) influência deste fator? O que poderia ser feito para amenizar os efeitos deste fator na ocorrência de zoonoses? Qual a relação deste fator com outros fatores vistos na atividade?” (SÃO PAULO, 2021)

Os autores sinalizam que é impossível analisar medidas profiláticas das zoonoses trabalhadas, tratamentos ou políticas públicas relacionadas sem um mínimo conhecimento de taxonomia dos vetores, hospedeiros, agentes causadores e a relação entre eles. Por isso, eles propõem a aprendizagem desses objetos do conhecimento com a aplicação da sala de aula invertida. Notamos que a evolução biológica mais uma vez está separada dos demais objetos

de conhecimento ligados à biologia, além de não ser o centro integralizador das explicações a respeito da permanência das zoonoses humanas ao longo do tempo, quando o material de apoio cita os conteúdos evolutivos eles são fragmentados, deixando vago outra vez o nível de detalhamento e aprofundamento deles, como no trecho abaixo:

“[...] se um tratamento é baseado na forma como o parasita se reproduz, ele não pode ser o mesmo para um verme e um vírus. Zoonoses transmitidas por insetos ou mamíferos não podem ser prevenidas da mesma maneira. Além disso, agentes e vetores com ciclo de vida curto são capazes de se adaptar ao ambiente muito mais rapidamente do que aqueles com ciclo longo. Exemplificando, podemos observar muito mais facilmente a evolução adaptativa de um mosquito com ciclo de vida em torno de 45 dias, do que de um animal com ciclo de vida de meses ou anos.” (SÃO PAULO, 2021)

4.3 Abordagem da evolução biológica na obra Multiversos - Ciências da Natureza

O livro didático estudado não apresenta conteúdos em texto a respeito da Evolução Biológica ou menciona a existência do fenômeno quando aborda os assuntos de ecologia, fisiologia humana e geração de energia a partir da respiração celular. Esse resultado mostra a urgência de se admitir uma revisão da obra. Pudemos constatar que o ensino sobre a evolução biológica, baseado no conteúdo do livro didático recomendado no Plano Nacional do Livro Didático 2021 (PNLD) de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2021), foi omitido desconsiderando a abordagem dos conteúdos biológicos no ensino da biologia a partir da discussão sobre a natureza da ciência. A obra se ocupa apenas das explicações de como os componentes da natureza interagem e funcionam, sem dar espaço para as explicações dos porquês, onde fundamentalmente faz-se necessário a abordagem dos conteúdos evolucionistas. Vale ressaltar que os livros constantes no PNLD são distribuídos gratuitamente nas escolas e não podem ser vendidos. Tendo em vista que os livros didáticos influenciam fortemente a prática da maioria dos professores e a aprendizagem dos estudantes, representando frequentemente um dos principais determinantes do *currículo em ação* (SACRISTÁN, 1998). Deve-se considerar que além de acessível, os livros didáticos precisam ser estruturados com os

conteúdos corretos e de fácil assimilação, sendo por vezes tidos como mediadores do conhecimento presente na ciência escolar (BITTENCOURT-DOS-SANTOS; EL-HANI, 2013).

Contudo, o livro didático de qualidade, dado seu papel na seleção e sequência de conteúdos, atividades de aprendizagem e abordagens de avaliação, deve contemplar não apenas os conteúdos conceituais primordiais das Ciências da Natureza e suas Tecnologias a priori, pois a evolução biológica é parte do cotidiano da população, mas o ensino desta encontra-se distanciado ou omitido da realidade, impossibilitando que se façam relações entre o que é estudado e o que é vivenciado (DIAS; BORTOLOZZI, 2009; BITTENCOURT-DOS-SANTOS; EL-HANI, 2013).

Nesta seção não há excertos porque a obra analisada não abordou o tema.

4.4 Dificuldades devido ao antropocentrismo no ensino da evolução biológica

Algumas distorções corroboram com a manutenção de ideias e informações não cientificamente aceitas, entre as distorções mais comuns sobre a evolução está a identificação entre a teoria da evolução biológica e a descendência humana (ZAMBERLAN; SILVA, p.28, 2009). Sendo assim, levar em consideração o programa de pesquisa evolucionista tendo como foco apenas a origem humana, é um equívoco que muitos professores da educação básica cometem, assim como, também pudemos identificar na descrição das habilidades essenciais do Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio (SÃO PAULO, 2020). Consideramos que pela ocorrência de alteração de sentido da evolução biológica como um fato, historicamente comprovado em todos os seres vivos conhecidos da Terra, a ideia antropocêntrica ainda aparece com certa frequência por equívoco da formação continuada dos professores e desinformação no desenvolvimento do tema pela grande mídia.

Bizzo (1991), argumenta que utilizando-se dessa visão, o estudante não consegue perceber o significado muito mais amplo da evolução biológica, presente em vários campos da Biologia. A evolução biológica, sendo tratada apenas como uma teoria acerca da origem humana, não se apresenta como realmente é operacionalizada nas Ciências Biológicas, tendo papel de eixo integrador, algo que permeia as diversas disciplinas que a constituem. A importância da evolução biológica para compreensão mais completa acerca das Ciências Biológicas foi apresentada pela primeira vez por Dobzhansky (1973).

Ainda segundo Bizzo (1991), foram realizadas entrevistas com onze estudantes do Ensino Médio da cidade de São Paulo, de diferentes níveis socioeconômicos e religiões, incluindo católicos, protestantes e um aluno de origem judaica, depois do ensino do tema evolução. Por meio dos resultados, foi possível verificar que os mesmos entendiam o tema de forma equivocada. O autor constatou que eles veem o homem como referência central da evolução dos seres vivos, não pensada em termos gerais:

Pensar o que ocorre com os demais animais é pensar o que pode ocorrer com o Homem. Quando se pergunta a um aluno se ele acredita que um ser vivo possa ter dado origem a outro, o entrevistado parece ouvir outra pergunta. A julgar pela resposta, ele parece ter sido indagado se acredita que o Homem descende de outro animal; quase invariavelmente, ele cita o macaco (Bizzo, 1991, p. 201).

5. Considerações Finais

Este estudo revelou que o conteúdo da evolução biológica na comparação entre os documentos de 2011 e 2020 permanece separado das habilidades dos outros conteúdos biológicos, como a diversidade da vida, o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos, inclusive os redatores do Novo Currículo do Ensino Médio (SÃO PAULO, 2020) usaram a mesma redação do documento antecessor na descrição de algumas das habilidades, de forma que foram tratados os assuntos e conceitos evolucionistas dispersamente e sem os devidos aspectos norteadores da prática docente no tema. Devido a esses fatores, a Teoria da Evolução das Espécies seguiu como o tema do fim do programa, ocupando as discussões dos últimos bimestres do último ano do curso, quando este conteúdo acaba sendo deixado de lado pela falta de tempo para trabalhá-lo. Com isso, fica evidente que não houve alterações nesse conteúdo face aos objetivos gerais propostos pelo Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio.

Sobre a dimensão da abordagem da Evolução Biológica contida no documento, análise das habilidades e competências nos três anos do curso, apresenta a exposição dos conteúdos evolutivos de forma reduzida, desconsiderando aspectos históricos e filosóficos, reforçando a dualidade Darwin/Lamarck sem mencionar outros contextos ou personalidades históricas importantes para as ideias evolutivas, e apresentando uma concepção estritamente geneticista no surgimento das inovações das características dos organismos. Haja visto, que a genética continua monopolizando a explicação do surgimento de novas características com ênfase na mutação e recombinação gênica, entre outros aspectos explicados pelo caráter molecular, a organização dos objetos de conhecimentos é produzida com base nos processos ou mecanismos

interpretados como genéticos, incluindo os cinco fatores evolutivos: mutação, recombinação, seleção natural, isolamento e deriva genética. Permanece assim estabelecida, qualitativamente e quantitativamente, a predominância da visão da Teoria Sintética da Evolução, onde a genética concentra as explicações a respeito das inovações evolutivas. Nessa dimensão, o meio ambiente tem caráter determinante na frequência e disposição das populações, sem levar em consideração que os organismos expressam seus materiais genéticos de modo integrado com sinais ambientais em processos de desenvolvimento com regulação epigenética e produzem modificações no ambiente, reorganizando o ambiente de maneira que os fatores evolutivos também são regulados por ação dos organismos. Nota-se a importância da junção das disciplinas com a intenção de reduzir a fragmentação curricular e o estímulo a sua contextualização, porém a redução da carga horária na formação geral básica do componente biologia dificulta o desenvolvimento de um plano pedagógico elaborado com base nas discussões histórico-filosóficas e técnicas pertinentes ao ensino da biologia evolutiva.

Contudo, no Novo Currículo Paulista etapa Ensino Médio, notamos limitações e falta de embasamento epistemológico-filosófico-histórico, para que o documento possa corresponder aos aspectos norteadores importantes para a prática docente no ensino do tema. A análise foi realizada de forma a atingir o que foi proposto pela pesquisa, sendo diagnosticada a importância da formação inicial e continuada dos professores de ciências e biologia para um desempenho profissional exitoso na abordagem dos conteúdos evolucionistas, assim como, uma política pública efetiva e não reformista de valorização ao acesso do conhecimento sistematizado pela humanidade e respeito à carreira docente.

Dessa forma, as mudanças curriculares e das práticas a serem dispostas a partir da publicação e homologação do documento oficial devem subsidiar, segundo os autores do texto, apenas abordagens pedagógicas “ativas”, interativas, inclusivas e diversificadas, expondo na redação do Currículo que se deve dar mais importância nas escolas às culturas juvenis, a diversidade e singularidade de cada estudante, ao seu protagonismo e assegurar que eles desenvolvam a autonomia e a responsabilidade, centrando esforços em seu projeto de vida. Porém, segundo Young (2007), o sucesso dos alunos e alunas ao adquirir o conhecimento sistematizado pela humanidade nas escolas depende em grande parte da cultura na qual eles e elas vivem e trazem para o ambiente escolar. Isso significa que, se as escolas devem cumprir um papel importante em promover a igualdade social, elas precisam considerar seriamente a base filosófico-histórico-crítica do conhecimento científico, mesmo quando isso parece ir contra as demandas dos alunos e alunas (YOUNG, 2007, p.1301). Por fim, fica clara a defesa

do autor da ideia que para as crianças, jovens e adultos pobres e da classe trabalhadora, a participação ativa nas escolas pode ser a única chance de adquirir os conhecimentos sistematizados pela humanidade e serem capazes de caminhar, ao menos virtualmente, afora de suas limitantes circunstâncias locais e particulares. Dessa maneira, não há nenhuma utilidade para os alunos e alunas em se construir um currículo em torno da sua experiência ou escolhas, para como resultado, deixá-los sempre na mesma condição subalternizada.

O Currículo em Ação se configura na esfera mais importante e decisiva para a definição do currículo:

Este é – ou deveria ser – o ponto de convergência de todos os outros âmbitos, por constituir-se espaço de consolidação do processo de ensino-aprendizagem, a razão de ser da própria instituição escolar.

[...]

Enquanto seleção de elementos da cultura, a definição dos contornos de um currículo é sempre uma, dentre muitas escolhas possíveis. Assim, a elaboração e a implementação do currículo resultam de processos conflituosos, com decisões necessariamente negociadas. E, como tenho insistido, a principal negociação é a que ocorre na relação pedagógica propriamente dita, quando professores/as redefinem a programação, segundo as peculiaridades de cada turma, nas condições (possibilidades e limites, seus e dos alunos/a/s) para desenvolvê-la e vão frequentemente alterando-a, a partir do modo como os discentes a ela respondem.

[...]

Os elementos apontados parecem dizer por si sós. São todos, imensos desafios. Para enfrentá-los, é mister que o professor tenha o domínio dos fundamentos teóricos e históricos dos processos de elaboração e implementação do currículo, que, afinal, dizem respeito à natureza de sua função, ou seja, a organização do trabalho pedagógico

(Saviani, 2005, p. 5)

A falta de domínio da abrangência do tema e conhecimento, por parte dos professores, de conceitos evolucionistas e da construção histórica das teorias evolutivas surgem por deficiências nas formações inicial e continuada.

Fica evidente que os problemas encontrados nesta investigação sobre abordagem da evolução biológica orbitam em grande parte à atuação do professor e sua formação quando insuficiente, sendo os problemas referentes aos manuais didáticos passíveis de serem superados com professores preparados e com formação de qualidade. Saviani (2005), nos permite inferir que a atuação direta do professor enquanto consolidador do currículo, seja onde a maior parte dos problemas acerca da abordagem se concentra.

6. Limitações

Os resultados encontrados na nossa pesquisa reforçam a importância de uma formação inicial ou continuada de qualidade dos professores que assumem cadeiras na educação básica. Este estudo ainda carece de mais dados das abordagens materiais realizadas sobre evolução biológica diante da baixa publicação de registros de práticas pedagógicas docentes de sucesso. Os professores de ciências e biologia têm se atentado pouco à sistematização documental de suas práticas e sequências pedagógicas, prejudicando, segundo Saviani (2005), a herança pedagógica de boas práticas docentes em sala e sua perpetuação. Vale ressaltar que esses materiais documentados são um vasto campo de pesquisa, auxiliando na aferição da atuação direta dos professores enquanto consolidadores do currículo.

7. Implicações e sugestão de estudo futuro

Este Trabalho de Conclusão de Curso reforça os resultados de uma trajetória de cinquenta anos de pesquisas sobre o desempenho dos alunos na educação básica. Um dos fatores estruturantes para o bom desempenho dos estudantes é a abordagem do professor a respeito do conteúdo que deve ser ministrado. Visando sedimentar as reflexões filosóficas e pedagógicas expostas até aqui, elaboramos um exemplo da abordagem da teoria estendida da evolução biológica para alunos no Ensino Médio.

Nesse documento encontrado em ANEXO 1, podemos notar o abandono da teleologia e depreciação forçada da história e filosofia dos conteúdos evolucionistas via a contextualização das chances de agravamento dos casos de infecção pelo vírus Sars-cov-2 e suas relações com as condições de vida dos seus hospedeiros. Essa sequência didática visa aprimorar o contato com o letramento científico e situar os estudantes em sua realidade histórica e social concreta. Acreditamos que o contexto social e as implicações políticas dos educandos devem ser explorados, destacando-se que estes são objetos de estudo da evolução cultural e dando a devida ênfase à evolução humana. Com isso, além da proposta de abordagem da teoria estendida da evolução, elaboramos um questionário de estudo de caso para futuras pesquisas interessadas no registro e amostragem das práticas pedagógicas no tema. Ratificamos a importância do prosseguimento das pesquisas a respeito, devido ao fundamental valor da teoria evolutiva como herança intelectual, cultural da humanidade e à sua validade e

comprovação científica atestada há mais de cem anos. Abaixo estão as perguntas que compõem a proposta do questionário.

Questões para o questionário

1) Em quais espaços você teve acesso ao tema: “Evolução das Espécies”? Marque mais de uma resposta, caso achar necessário.

- 1) Sala de aula.
- 2) Igrejas ou cultos religiosos de várias fés.
- 3) Espaço informal (TV, rádios, internet, etc).
- 4) Não tive acesso ao tema.
- 5) Outros. Explique quais.

2) O que você entende por Teoria da Evolução das Espécies? É possível marcar mais de uma resposta.

- a) É uma Teoria de Descendência com Modificações dos organismos.
- b) É uma Teoria de Melhora Gradual dos organismos.
- c) É uma propaganda anti Teoria da Criação Especial de Deus.
- d) Nenhuma das anteriores. Justifique sua resposta.

3) Você considera importante a curricularização da Teoria da Evolução das Espécies na escola? Se sim, dê exemplos de materiais que teve acesso e formas de abordagem do tema.

4) Em qual(is) ano(s) do Ensino Médio você teve acesso ao tema: “Evolução Biológica”? Pode assinalar mais de uma alternativa. Se você for docente, considere a sua experiência escolar.

- a) No primeiro ano do Ensino Médio.
- b) No segundo ano do Ensino Médio.
- c) No terceiro ano do Ensino Médio.
- d) Em vários anos do Ensino Médio, dentro de outros conteúdos, sem que isso significasse a diluição do assunto, porém uma articulação com outros conteúdos.
- e) Não houve abordagem desse assunto.
- f) Outro. Explique.

5) Qual o papel da escola ao abordar a Teoria da Evolução por Seleção Natural? Justifique sua resposta.

6) Em qual(is) ano(s) do Ensino Médio você acha conveniente a abordagem do assunto citado acima? Pode assinalar mais de uma alternativa.

- a) No primeiro ano do Ensino Médio.
- b) No segundo ano do Ensino Médio.
- c) No terceiro ano do Ensino Médio.
- d) Em vários anos do Ensino Médio, dentro de outros conteúdos, sem que isso signifique a diluição do conteúdo.
- e) Não se deve abordar esse assunto.
- f) Outro. Explique.

7) Defina os seres humanos com uma ou mais alternativas abaixo:

- a) São imutáveis, independentes e recentes na História do planeta, assim como as demais espécies conhecidas.
- b) São descendentes de espécies ancestrais mais antigas com diversas modificações ao longo do tempo.
- c) Nenhuma das anteriores. Justifique sua resposta.

8) Na sua percepção, existe(m) algum(uns) fator(res) ou algo na natureza que expressam diferenças de comportamento entre homens e mulheres? Explique.

9) Considerando, a espécie humana como parâmetro, ao longo do tempo você acredita que alguns medos possam ter ajudado na nossa preservação e sobrevivência? Se sim, quais seriam?

10) Com base na sua percepção de Seleção Natural, assinale as alternativas que melhor descrevem as possíveis consequências desse fenômeno:

- a) Os organismos podem ser adaptados às condições, adiantando-se no sentido de prever mudanças ambientais que podem ocorrer.
- b) A Seleção Natural consegue otimizar todas as características dos organismos, simultaneamente, levando sempre a uma tendência de eficácia.

- c) A Seleção Natural é o mecanismo que escolhe entre os fenótipos variantes, de forma não-aleatória na sobrevivência e reprodução, as variantes prevalentes sobre as outras das populações.
- d) A Seleção Natural é isenta de intenção consciente de qualquer entidade.
- e) A Evolução por Seleção Natural torna melhores as populações no sentido de aumentar a adaptação ao ambiente, logo existe uma tendência para formas sempre mais complexas de vida.

11) Na sua percepção, existe uma visão progressista da evolução, tal que os organismos que são capazes de sobreviver e reproduzir possuem aptidões superiores aos demais? Justifique.

12) Com base na sua percepção a respeito da Teoria da Evolução, quais alternativas apresentam conclusões mais verossímeis sobre Seleção Natural?

- a) A Seleção Natural propicia comportamentos altruístas para bem comum da espécie.
- b) A Seleção Natural é um aspecto da organização geral dos sistemas vivos.
- c) A variabilidade genética de uma população, onde agem os agentes seletores, é obra do acaso.
- d) As mutações genéticas que movimentam os processos seletores têm natureza universal e contínua.
- e) A Evolução Gradual resulta de modificações genéticas pequenas que atuam por influência da Seleção Natural nas populações.

8. Referências

AGUILAR-ALEIXO, Luciana; LEITE, A. T. F. Panorama das pesquisas em ensino de evolução biológica publicadas na revista Genética na Escola no período de 2006 a 2020; Revista Genética na Escola. Volume XVI - nº 2, p. 432, 2021.

ALMEIDA, A. V. FALCÃO, J. T. R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. Ciência & Educação, v. 11, n. 01, p. 17-32, 2010.

ARAÚJO, L.A.L. Concepções equivocadas sobre evolução biológica: um estudo comparativo entre graduandos em ciências biológicas e pós-graduandos. Investigações em Ensino de Ciências, v. 25, n. 2, p. 332-346, 2020.

ARAÚJO, L. A. L.; PAESI, R. A. Discutindo Evolução Biológica no Ensino Fundamental: uma estratégia didática sobre o corpo humano. Experiências em Ensino de Ciências, v. 12, n. 7, p. 36-47, 2017.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Edições 70. Lisboa. Portugal, 2011. 229p.

BRASIL. Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus e dá outras providências. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5692.htm>. Acessado em: 03 out. 2021.

BRASIL. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Seção 1, p. 27833. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2021.

BRASIL, Ministério da Educação – MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica Semtec. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

BRASIL. Lei no 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jun. 2014. Seção 1, Edição Extra, p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm>. Acesso em: 13 nov. 2021.

BRASIL. Lei n o 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e o Decreto-Lei no 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei no 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 2017. Seção 1, p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm>. Acesso em: 12 nov. 2021.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei no 11.741, de 16 de julho de 2008. Altera dispositivos da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para redimensionar, institucionalizar e integrar as ações da educação profissional técnica de nível médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2008/lei-11741-16-julho-2008-578206-publicacaooriginal-101089-pl.html>>. Acesso em: 08 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica. Temas Contemporâneos Transversais na BNCC. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Educação profissional: referenciais curriculares nacionais da educação profissional de nível técnico. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/>>. Acesso em: 13 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação-MEC, Secretaria de Educação Básica. Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio-PNLEM. Brasília: 2021.

BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Ciência da Natureza e suas tecnologias. Brasília, 2018.

BITTENCOURT-DOS-SANTOS, W.; EL-HANI, C. N. A abordagem do pluralismo de processos e da Evo-devo em livros didáticos de Biologia Evolutiva e Zoologia de Vertebrados. Revista Ensaio, v. 15, n. 3, p. 199-216, 2013.

BIZZO, N. M. V. Ensino de Evolução e História do Darwinismo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, São Paulo, 1991.

CARMO, Hermano, & FERREIRA, Manuela Malheiro. Metodologia da Investigação, Lisboa: Universidade Aberta, 1998.

CARNEIRO, Ana Paula Netto. A Evolução Biológica aos Olhos de Professores Não-Licenciados. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CESCHIM, Beatriz; OLIVEIRA, Thais Benetti de; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Teoria Sintética e Síntese Estendida: uma discussão epistemológica sobre articulações e afastamentos entre essas teorias. Filosofia e História da Biologia, v. 11, n. 1, p. 1-29, 2016.

CESCHIM, Beatriz; GANIKO-DUTRA, Matheus; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Como a teoria evolutiva na atualidade pretende explicar a origem da inovação das características vivas? Revista Genética na Escola. Volume XVI - nº 2, p. 347-353, 2021.

CICILLINI, G.A. Evolução Enquanto um Componente Metodológico para o Ensino de Biologia do 2o Grau: análise da concepção de evolução em livros didáticos. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação, Campinas - SP, 1993.

DOBZHANSKY, T. Nothing in Biology makes sense except in the light of evolution. American Biology Teacher, 35, p.125-129, 1973.

HERRON, J.C.; FREEMAN, S. Análise evolutiva. 4a.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

KRASILCHIK, M. Prática de ensino de Biologia. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

KUHN, Thomas S. A estrutura das revoluções científicas. 9.ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

MARCONDES, MARIA EUNICE RIBEIRO. As Ciências da Natureza nas 1ª e 2ª versões da Base Nacional Comum Curricular. ESTUDOS AVANÇADOS 32 (94), 2018.

MAYR, Ernst. Isto é Biologia. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MONTEIRO, Leandro Rabello. Evolução como processo emergente: desafiando o senso comum para remover obstáculos cognitivos. Revista Genética na Escola. Volume XVI - nº 2, p. 337, 2021.

PIGLIUCCI M AND MULLER G (2010) Evolution, the extended synthesis / edited by Massimo Pigliucci and Gerd B. Müller. Cambridge, Mass. : MIT Press, ©2010

PIOLLI, Evaldo. O processo de mercantilização da educação e o novo ciclo de reformas educacionais no Brasil pós-golpe institucional de 2016. Revista Exitus, Santarém/PA, Vol. 9, Nº 1, p. 17 - 33, JAN/MAR 2019.

REVERSI, Luiz Felipe. Síntese Estendida – Uma Investigação Histórico-Filosófica / Luiz Felipe Reversi, 2015.

ROMA NAVARRO, Vanessa; MOTOKANE, Marcelo T. Evolução Biológica nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congresso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Barcelona, p. 3021-3025, 2009. Disponível em: <<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3021-3025.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

SACRISTÁN, G. J. —Currículo: os conteúdos do ensino ou uma análise da prática? In: Gimeno Sacristan, J. y Pérez Gomes, A. I. Compreender e transformar o ensino. Porto Alegre: Artmed, 4a ed., p. 119-148, 1998.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. São Paulo: SEE, 2011.

SÃO PAULO (Estado). Lei no 16.279, de 08 de julho de 2016. Aprova o Plano Estadual de Educação de São Paulo e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2016/lei-16279-08.07.2016.html>>. Acesso em: 19 fev. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Currículo Paulista do Ensino Médio. Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação Paulo Renato Costa Souza (EFAPE), 2020. Disponível em: <<https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/ensino-medio/>>. Acessado em: 20 out. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Habilidades essenciais do componente curricular Biologia para o Ensino Médio. Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação Paulo Renato Costa Souza (EFAPE), 2021. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/download/habilidades-essenciais-ensino%20medio%202021/Habilidades%20Essenciais_Biologia%20-%20EM%20%202021.pdf>. Acessado em: 14 jan. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Meu Papel no Desenvolvimento Sustentável - Material de Apoio ao Planejamento e Práticas de Aprofundamento. Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação Paulo Renato Costa Souza (EFAPE), 2022. Disponível em: <<https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2022/01/CNT-MAT-site.pdf>>. Acessado em: 14 jan. 2022.

SAVIANI, D. As Concepções Pedagógicas Na História Da Educação Brasileira; Texto elaborado no âmbito do projeto de pesquisa O espaço acadêmico da pedagogia no Brasil, financiado pelo CNPq, para o projeto 20 anos do Histedbr. Campinas, 25 de agosto de 2005.

SAVIANI, N. Currículo – Um Grande Desafio Para O Professor, Revista de Educação. n. 16. São Paulo, 2003.

SILVA, Tomaz Tadeu. Documentos de Identidade: uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

TIDON, R.; LEWONTIN, R.C. Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, v. 27, p. 124-131, 2004.

VIEIRA, G. C.; ARAÚJO, L. A. L. Ensino de Biologia: uma perspectiva evolutiva. Volume I: Interdisciplinaridade & Evolução. Porto Alegre: Instituto de Biociências da UFRGS, 2021.

WADDINGTON, C H. Canalisation of development and the inheritance of acquired characters. *Nature*, n.150, p.563–565, 1942.

YOUNG, Michael. Para que servem as escolas? *Revista Educ. Soc.*, Campinas, vol. 28, n. 101, p. 1287-1302, set./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acesso em: 18/05/2022.

ZAMBERLAN, E. S. J.; SILVA, M. R. O Ensino de Evolução Biológica e sua Abordagem em Livros Didáticos. *Educ. Real*. Porto Alegre, v. 37, n. 1, p.193, jan./abr. 2012. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/edu_realidade>. Acesso em: 23 jan. 2022.

ANEXO I

Plano de ensino desenvolvido para a turma: 2º ANO F do Novo Ensino Médio. Título: *Como a evolução (cultural, epigenética e genética) impacta nossas vidas?*

| | |
|--|---|
| <p>PLANO DE ENSINO:</p> <p>Professor(a): Hugo Lima Disciplina: Biologia Data: 2º bimestre Turma: 2º ano F do Ensino Médio Duração: 45 min</p> | <p>COMO A EVOLUÇÃO (CULTURAL, EPIGENÉTICA E GENÉTICA) IMPACTA NOSSAS VIDAS?</p> <p>Compreendendo como variantes genéticas estão associadas aos casos mais graves de COVID-19</p> |
| <p>Tema: Como a evolução impacta nossas vidas? Compreendendo como variantes genéticas estão associadas aos casos mais graves de COVID-19.</p> | <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Discutir a hereditariedade de características e as mudanças na frequência em que elas aparecem nas populações (evolução);- Conhecer sobre a evolução da nossa espécie. |
| <p>Fundamentação teórica: Uma pesquisa publicada durante o verão nos EUA, mostrou que carregar uma sequência particular em um trecho de DNA - cerca de 50.000 bases localizadas no cromossomo humano 3 - aumenta as chances de alguém ser hospitalizado durante uma infecção por COVID-19 em cerca de 60%. Agora, sabemos que essa determinada sequência genética veio dos Neandertais. Claro, os Neandertais não são os ancestrais dos humanos modernos. Nós não herdamos essa sequência genética deles como você pode herdar as características da sua família, por</p> | <p>Explicação teórica: Para responder ao desafio a reportagem apresenta ou reapresenta alguns conceitos-chave como: a reprodução sexuada; cruzamentos entre neandertais e humanos, seleção natural e o movimento de sequências genéticas em populações - fluxo gênico.</p> <p>Atividades a serem desenvolvidas na aula:</p> |

exemplo. Em vez disso, os Neandertais junto com os denisovanos, outra linhagem de hominídeos, coexistiram na Terra por centenas de milhares de anos antes da extinção deles.

Pergunta Desafio: Usando conhecimentos científicos, como se explica o fator de risco genético para COVID-19 grave chegar até os humanos modernos?

Público-alvo: alunos dos primeiros, segundos e terceiros anos do Ensino Médio. Essa atividade deve ser realizada após uma aula teórica a respeito da elaboração da síntese moderna da evolução, suas reflexões filosófico-científicas e seu contexto histórico. Assim como, a partir dela podemos discutir a introdução à síntese estendida e o papel da epigenética e da cultura.

- Leitura da reportagem
- Elaboração de três questões com respostas, que ajudarão na resolução da pergunta-desafio de outros(as) estudantes.

O(A) professor(a) disponibilizará a reportagem de divulgação científica sobre o assunto. Só é possível construir uma narrativa científica a partir da literatura científica ou jornalismo científico. A leitura deve ser feita em sala, por mais de um(a) estudante e em voz alta.

Disponível em:

<<https://evolution.berkeley.edu/evo-news/human-evolutionary-history-impacts-our-covid>

A reportagem é curta e após a leitura, os alunos desenvolverão em grupos de três a quatro estudantes, três questões com respostas, que servirão de resolução para a pergunta-desafio proposta na aula de um outro grupo de estudantes. Após a elaboração das perguntas e respostas, o(a) professor(a) mediador(a) trocará os questionários elaborados pelos alunos(as) de forma aleatória para que todos os grupos de estudantes avaliem o questionário a respeito da sua validade na resolução da pergunta desafio. Entre as possibilidades de rubrica estarão: (i) responde ao desafio ou (ii) não responde ao desafio, dando nas duas hipóteses uma justificativa do conceito empregado. A justificativa apresentada pelo grupo vai ser a avaliação final do plano de ensino.

Conceitos-chave envolvidos:

hereditariedade e evolução. Devido a sua relevância, a evolução biológica deveria ser abordada desde o Ensino Fundamental, porém o cenário encontrado nas escolas é bem diferente. Os princípios evolutivos frequentemente são ponto de divergência devido às fragmentações no contexto da universalidade dos atributos ligados à vida e a influência de setores interessados na restrição do tema na Educação Básica. Existem barreiras encontradas na utilização da evolução como eixo integrador da Biologia, sendo essa ainda incipiente ou mesmo inexistente. Por isso, a evolução biológica tem sido apresentada como apenas mais um conteúdo dos últimos momentos do Ensino Médio, a fim de que seja abordada superficialmente (ARAÚJO; PAESI, 2017). A partir disso, a abordagem contextualizada da evolução faz-se necessária.

Reprodução sexuada: a reprodução sexuada é uma forma de reprodução que é realizada por meio da fusão de dois tipos de células reprodutoras especializadas, chamadas gametas. Nos animais, essas células especializadas são o óvulo e o espermatozóide. Os gametas são células haplóides que se formam nas gônadas por meiose. Quando se dá a fecundação, também ocorre outro fenômeno - a cariogamia - que consiste na fusão dos núcleos dos dois gametas. Depois que estes processos ocorrerem, forma-se o ovo (célula ovo) ou zigoto que, por mitoses sucessivas, vai originar um novo indivíduo. As espécies sexuadas são mais variáveis. Logo, um mínimo de tipos genéticos de uma mesma população podem adaptar-se às diferentes condições flutuantes, provendo uma chance maior para a continuação da população ou até mesmo da sua espécie. Em geral, as espécies sexuadas são melhor adaptadas a ambientes novos e sob influência de mudanças abruptas. A reprodução sexuada

O que se pretende: No Brasil, os homens negros e pobres têm cinco vezes mais probabilidade de serem hospitalizados com COVID-19 do que os homens brancos de classe média. Claramente, existem outras forças poderosas e preocupantes que mandam na gravidade e na taxa de infecção do vírus Sars-cov-2 como as desigualdades sociais e as disparidades raciais, que contribuem para aumentar a mortalidade e hospitalização em alguns grupos. A contextualização da evolução biológica no que tange nosso cotidiano é um bom ponto de partida para desenvolver nos(as) estudantes o pensamento evolutivo-crítico. Muitos são os fatores que fazem o vírus afetar de maneira tão diferente seus hospedeiros humanos, mas um bom motivo levou os cientistas à nossa história evolutiva. O desafio consiste em traçar a hipótese levantada pelos cientistas até o gene neandertal que aumenta as chances de desenvolver a doença grave e com isso relacionar os conhecimentos já estudados no bimestre com a pandemia.

Cruzamentos entre neandertais e humanos: os neandertais e os humanos coexistiram na Terra por centenas de milhares de anos, em regiões como a Europa, a Ásia e a África. Eles entraram em contato, por exemplo, quando os humanos modernos migraram para fora da África, havendo cruzamentos (relações sexuais) entre eles. Esses cruzamentos não foram substanciais o suficiente para que as linhagens de homo sapiens e neandertais se fundissem, mas essas relações sexuais deixaram assinaturas genéticas nos descendentes tanto dos neandertais já extintos quanto em nós descendentes dos humanos (sapiens).

Seleção natural: é um dos mecanismos de evolução das populações que seleciona não aleatoriamente características de alguns indivíduos mais bem sucedidos que outros na sobrevivência e na reprodução.

Movimento de sequências genéticas em populações - fluxo gênico: o movimento de

| | |
|---|--|
| <p>está relacionada com a meiose e a fecundação. Por meiose, o número diplóide de cromossomas é reduzido à metade (n — haplóide); e pela fecundação, restabelece-se o número $2n$ (diplóide) típico da espécie. Dessa maneira, ocorrem a troca e a mistura de material genético entre indivíduos de uma população, aumentando a variabilidade genética.</p> | <p>sequências genéticas em populações por meio da migração e do cruzamento (relações sexuais) é conhecido como fluxo gênico. E foi assim que um trecho de DNA de Neandertal acabou sendo transmitido por linhagens humanas ao longo de dezenas de milhares de anos e, por fim, levou alguns de nós ao hospital com caso grave de COVID-19.</p> |
| <p>Avaliação: Entre pares e avaliação final feita pelo(a) docente, a partir da coerência da justificativa.</p> | <p>Metodologia: Abordagem CTSA.</p> |

Fonte: próprio autor

Critérios para avaliação da justificativa final dos grupos

| | Critério | 3 | 6 | 10 |
|----------|--|----------|----------|-----------|
| 1 | Clareza do tema abordado na sequência didática | | | |
| 2 | Organização do conteúdo | | | |
| 3 | Domínio do tema | | | |

Referências:

Compreendendo como variantes genéticas estão associadas aos casos graves de COVID-19. Disponível em:

<<https://evolution.berkeley.edu/evo-news/human-evolutionary-history-impacts-our-covid-19-risk/>> Acesso em: 24/12/2021.