



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

Centro Universitário de Lisboa

Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração

Instituto de Educação

**SALA DE AULA INVERTIDA E APRENDIZADO BASEADO EM PROBLEMAS:
CONTRIBUTOS PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO DE ESTUDANTES DO
ENSINO MÉDIO**

Tese defendida em provas públicas para a obtenção do Grau de
doutor em Educação, orientada pelo Professor Doutor José
Bernardino Duarte

Werner Bessa Vieira / N.º A21903565

2025



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

Centro Universitário de Lisboa

Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração

Instituto de Educação

**SALA DE AULA INVERTIDA E APRENDIZADO BASEADO EM PROBLEMAS:
CONTRIBUTOS PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO DE ESTUDANTES DO
ENSINO MÉDIO**

(versão final)

Tese defendida em provas públicas para obtenção do Grau de Doutor no Curso de Doutoramento em Educação, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias no dia 06 de Fevereiro 2025, perante o júri, nomeado pelo Despacho N.º 13/2025, de 15 de maio de 2024, com a seguinte composição:

Presidente:

Prof.^a Doutora Rosa Maria da Silva Serradas Duarte,
(Professora Associada, Universidade Lusófona -CUL)
por delegação do Reitor da Universidade Lusófona;

Arguentes:

Prof. Doutor Bento Filipe Barreiras Pinto Cavadas
(Professor Adjunto, Instituto Politécnico de Santarém)
Prof. Doutor Fernando Manuel Seixas Guimarães
(Professor Auxiliar, Universidade do Minho)

Vogais:

Prof. Doutor Vitor Manuel Neves Duarte Teodoro
(Professor Associado, Universidade Lusófona -CUL)
Prof. Doutor Jacinto Serrão de Freitas
(Professor Associado, Universidade Lusófona -CUL)
Doutor Nuno Miguel Cardoso Vieira (Investigador do CeiED)

Orientador:

Professor Doutor José Bernardino Pereira Duarte
(Professor Associado, Universidade Lusófona -CUL)

Werner Bessa Vieira / N.º A21903565

2025

www.ulusofona.pt

DEDICATÓRIA

- Primeiramente a Deus. Ele está comigo o tempo todo e mês nos momentos mais difíceis tudo terminava bem.
- Partilho este Trabalho de Pesquisa com todos a quem tenho a mais profunda gratidão e também com aqueles que, direta ou indiretamente, me ajudaram a realizar a pesquisa.
- À minha mãe IN MEMORIAM e a meu pai pela valorização que davam aos meus estudos.
- À minha amada esposa Lilia Lucena Saraiva dos Santos, que contribuiu dando seu amor, ouvindo, respeitando meu tempo e espaço, aconselhando nos momentos difíceis, além da paciência quase divinal.
- À minha filha Júlia Saraiva Vieira, que assim como eu, por vezes, se sente limitada. Podemos chegar onde quisermos “Minha Filha”! Cada um no seu tempo!
- À minha filha Letícia Saraiva Vieira. Esta tese também é para você, para que se lembre que um dia irá muito mais longe que eu!
- Aos meus alunos do 1.º ano do Ensino Médio (EM) do Centro de Ensino Médio de Taguatinga Norte (CEMTN) ano de 2023, os quais puderam experimentar uma nova forma de aprender e também de me ensinar.

AGRADECIMENTOS

- Aos Professores da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias em especial aos professores Doutores António Teodoro, Rosa Serradas, João Matos, Gloria Ramalho, entre outros pela dedicação, direcionamentos sem as quais perderia o foco.
- Um especial agradecimento ao professor da Universidade Lusófona de Lisboa, Dr. Vitor Teodoro, que me ajudou na estruturação do texto e me mostrou a diversidade de funcionalidades das ferramentas de texto, as quais levarei para toda a vida.
- Ao Dr. Júlio de Fátimo Rodrigues de Melo que me recebeu em Lisboa, me apresentou a Universidade Lusófona e que, por muitas vezes, me direcionou em muitos aspectos.
- À minha amiga, professora Glaucia Santos, pelos contributos dados na melhoria deste texto.
- Ao estimado orientador, Prof. Doutor José Bernardino Duarte, pela serenidade e sabedoria como orientador.

RESUMO

Dados sobre o baixo Letramento Científico (LC) dos estudantes brasileiros, apontados pelo relatório PISA (Programme for International Student Assessment), edição 2018, revelam a necessidade urgente de estudos que direcionem esforços para a formação de estudantes com mais autonomia e criticidade. A presente pesquisa tem por objetivo determinar os contributos da integração metodológica *Flipped Classroom* (*Sala de Aula Invertida*) e *Problem-based learning* (Aprendizado Baseado em Problemas) para o LC de estudantes do Ensino Médio de uma escola pública do Distrito Federal. A pesquisa quantificou o nível de alfabetização científica dos estudantes, sua percepção quanto às aprendizagens significativas e apresentou os dados socioeconômicos dos estudantes. O livro didático foi analisado quanto aos seus pressupostos teóricos, metodológicos e semiótica multimodal. Foi analisado o discurso dos estudantes, suas produções orais e escritas e indicadores de alfabetização científica, que pudessem indicar progresso do LC. Os resultados mostraram um perfil de estudantes condicionados às aulas tradicionais, em que, aproximadamente, 50% são alfabetizados cientificamente. A integração das metodologias criou condições de reflexão e contribuição entre diferentes sujeitos, os quais produziram autorias em um contexto de ausência de acesso a Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Os elementos gráficos, figuras e exemplos, nos LD, estimularam a produção de argumentos e analogias influenciando nas argumentações dos estudantes.

Palavras chave: Sala de aula invertida, Livro didático, Aprendizado baseado em problemas, Letramento Científico, Alfabetização Científica.

ABSTRACT

Data on the low Scientific Literacy (SL) of Brazilian students, pointed out by the PISA (Programme for International Student Assessment) report, 2018 edition, reveal the urgent need for studies that direct efforts towards the formation of students with more autonomy and criticality. The present research aims to determine the contributions of the methodological integration Flipped Classroom and Problem-based learning to the SL (Scientific literacy) of high school students from a public school in the Federal District. The research quantified the students' level of scientific literacy, their perception of significant learning, and presented the students' socioeconomic data. The textbook was analyzed for its theoretical, methodological and multimodal semiotic assumptions. The students' discourse, their oral and written productions, and indicators of scientific literacy that could indicate progress in SL were analyzed. The results showed a profile of students conditioned to traditional classes, in which approximately 50% are scientifically literate. The integration of the methodologies created conditions for reflection and contribution between different subjects, which produced authorship in a context of lack of access to Digital Information and Communication Technologies (DICT). The graphic elements, figures and examples, in the textbooks, stimulated the production of arguments and analogies, influencing the students' arguments.

Keywords: Flipped classroom, Textbook, Problem-based learning, Scientific Literacy, Structuring Axes of Scientific Literacy

ABREVIATURAS E SIGLAS.

AAAS: *American Association for the Advancement of Science*

ABP: Aprendizado Baseado em Problemas

AC: Alfabetização Científica

AD: Análise do Discurso

AE: Atividades Experimentais

AS: Aprendizagens Significativas

BDTD: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

BNCC-EM: Base comum curricular do Ensino Médio

CN: Ciências da Natureza

CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

ECT: Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos

EEAC: Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica

ELV: Educação ao Longo da Vida

FNDE: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

GEEFAQ: Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de quarta-feira

GEEFAS1: Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira 1

GEEFAS2: Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira 2

GEEFAS3: Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira 3

GCANEQ: Grupo Cadeia Alimentar e Nicho Ecológico de quarta-feira

GCANES1: Grupo Cadeia Alimentar e Nicho Ecológico de sexta-feira 1

GCANES2: Grupo Cadeia Alimentar e Nicho Ecológico de sexta-feira 2

GCANES3: Grupo Cadeia Alimentar e Nicho Ecológico de sexta-feira 3

GTANTQ: Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de quarta-feira

GTANTS1: Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de sexta-feira 1

GTANTS2: Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de sexta-feira 2

GTANTS3: Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de sexta-feira 3

IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IEDE: Interdisciplinaridade e Evidências no Debate Educacional

IVC: Índice de Validade do Conteúdo

LC: Letramento Científico

LD: Livro Didático

LDB: Lei de Diretrizes Básicas da Educação

MEC: Ministério da Educação

MIT: *Massachusetts Institute of Technology*

OCDE: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OCW: *Open Course Ware*

PEC: Perfil do Ensino de Ciências.

PISA: *Programme for International Student Assessment*

PNBE: Programa Nacional Biblioteca da Escola

PNLD: Programa Nacional do Livro Didático

PPP: Projeto Político Pedagógico

QSC: Questões Sociocientíficas

SAI: Sala de Aula Invertida

SNC: Sistema Nervoso Central

SPSS: *Statistical Package for the Social Science*

TACB: Teste de Alfabetização Científica Básica

TACB-S: Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificada

TDIC: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	3
AGRADECIMENTOS	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
ABREVIATURAS E SIGLAS.	7
ÍNDICE	9
ÍNDICE DE FÍGURAS	17
ÍNDICE DE TABELAS	20
1 INTRODUÇÃO	23
1.1 Pergunta de Partida	26
1.2 Hipótese	28
1.3 Objetivos	29
1.3.1 Objetivo geral	29
1.3.2 Objetivos específicos	29
2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO	31
2.1 Alfabetização e letramento científico	32
2.2 Teste de alfabetização/Letramento científico	38
2.3 Eixos Estruturantes da alfabetização científica	39
2.4 Teoria da Aprendizagem significativa e Neurociência	41
2.5 O Livro Didático no Brasil	43
2.6 A sala de aula invertida (Flipped classroom) em uma adaptação para o uso do livro didático	45
2.7 Aprendizado baseado em problemas (ABP) e questões sociocientíficas (QSC)	47
2.8 Letramento Científico em curso: Ferramentas de percepção	50

2.8.1 A análise de discurso de Orlandi e a autoria	50
2.8.2 O Padrão de Argumentação de Toulmin e qualidade do argumento	53
2.8.3 Os Indicadores da Alfabetização Científica	55
3 METODOLOGIA	57
3.1 Procedimentos norteadores e pressupostos teóricos metodológicos	57
3.2 Determinação das Características socioeconômicas dos estudantes da pesquisa	59
3.3 Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado (TACB-S)	59
3.4 Construção e aplicação de um instrumento de sondagem da percepção de estudantes quanto ao ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental – Perfil do Ensino de Ciências - PEC	60
3.5 Análise do Livro Didático: Relação entre os dos pressupostos teóricos e metodológicos com os EEAC	61
3.6 Análise do capítulo 5 <i>desafios para a sustentabilidade</i> e os elementos textuais e não textuais que contribuem para o LC	62
3.7 A análise do discurso, padrão de argumentação e indicadores de Letramento científico como instrumentos de percepção dos EEAC.	62
3.8 Design da metodologia SAI/ABP e Caracterização dos Estudantes	63
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES RECOLHIDAS	67
4.1 Características socioeconômicas dos estudantes da escola	67
4.1.1 Conclusão – Perfil socioeconômico dos estudantes da escola	68
4.2 Perfil dos alunos do 1.º ano do ensino médio e algumas de suas percepções quanto ao ensino e aprendizado de Ciências da Natureza	70
4.2.1 Conclusão – Perfil dos alunos do 1.º ano do Ensino Médio e suas percepções quanto ao ensino e aprendizado de Ciências no Ensino Fundamental	74
4.3 Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado (TACB-S)	75
4.3.1 Conclusão - TACB-S	84
4.4 Percepção de estudantes quanto ao ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental – Perfil do Ensino de Ciências (PEC)	85
4.4.1 Conclusões - PEC	94
4.5 Análise do Livro Didático: Relação entre os pressupostos teóricos e metodológicos do livro didático com os Eixos estruturantes da alfabetização científica	95

Matriz correlacional entre as competências gerais da BNCC-EM do Livro Didático Evolução, biodiversidade e sustentabilidade com os EEAC	96
Matriz correlacional entre competências específicas da BNCC-EM do Livro Didático Evolução, biodiversidade e sustentabilidade com os EEAC	100
Matriz correlacional entre habilidades derivadas da segunda competência específica da BNCC-EM com os EEAC	101
Matriz correlacional entre habilidades derivadas da terceira competência específica da BNCC-EM com os EEAC	103
4.5.1 Conclusão - Análise do Livro Didático: pressupostos teóricos e metodológicos × E EAC	104
4.6 Análise do capítulo 5 <i>Desafios para a sustentabilidade</i> e os elementos textuais e não textuais que contribuem para o LC	105
4.6.1 Conclusão – Análise do Capítulo 5	113
4.7 Análise do discurso (Repetição empírica, formal e histórica) como ferramenta indicadora do desenvolvimento do 1.º Eixo Estruturante da Alfabetização Científica em um contexto de sala de aula invertida	115
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE QUARTA-FEIRA (GEEFAQ)	117
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE QUARTA-FEIRA (GEEFAQ)	118
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE QUARTA-FEIRA (GEEFAQ)	118
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 1 (GEEFAS1)	121
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 2 (GEEFAS2)	123
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 2 (GEEFAS2)	123
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICAS) - GRUPO, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 2 (GEEFAS2)	124
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 3 (GEEFAS3)	126

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 3 (GEEFAS3)	126
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 3 (GEEFAS3)	127
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NÍCHO ECOLÓGICO DE QUARTA-FEIRA (GCANEQ)	128
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NÍCHO ECOLÓGICO DE QUARTA-FEIRA (GCANEQ)	129
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NÍCHO ECOLÓGICO DE SEXTA-FEIRA (GCANES1)	131
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NÍCHO ECOLÓGICO DE SEXTA-FEIRA (GCANES2)	133
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NÍCHO ECOLÓGICO DE SEXTA-FEIRA (GCANES3)	136
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NÍCHO ECOLÓGICO DE SEXTA-FEIRA (GCANES3)	136
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE QUARTA-FEIRA (GTANTQ)	137
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE QUARTA-FEIRA (GTANTQ)	138
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE QUARTA-FEIRA (GTANTQ)	138
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 1 (GTANTS1)	139
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 1 (GTANTS1)	139
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 1 (GTANTS1)	140
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 2 (GTANTS2)	141

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 2 (GTANTS2)	141
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 2 (GTANTS2)	142
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 3 (GTANTS3)	143
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 3 (GTANTS3)	143
ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 3 (GTANTS3)	144
4.7.1 Conclusão - Análise do discurso - Repetição empírica, formal e histórica como ferramentas indicadoras do desenvolvimento do 1.º EEAC em um contexto de sala de aula invertida	144
4.8 Padrões de argumentação e indicadores de alfabetização científica como ferramentas indicadoras do desenvolvimento do 2.º e 3.º Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica em um contexto de Aprendizado baseado em problemas	146
ANÁLISE DA QSC-1, QUESTÃO 3	148
ANÁLISE DA QSC-1, QUESTÃO 11	151
ANÁLISE DA QSC-1, QUESTÃO 13	153
ANÁLISE DA QSC-1, QUESTÃO 19	156
ANÁLISE DA QSC-2, QUESTÃO 5	158
ANÁLISE DA QSC-2, QUESTÃO 12	161
4.8.1 Conclusão - Padrões de argumentação e indicadores de alfabetização científica como ferramentas indicadoras do desenvolvimento do 2.º e 3.º EEAC em um contexto de Aprendizado baseado em problemas	163
5 CONCLUSÕES FINAIS	164
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168
ANEXOS	179
Anexo I - Termo de consentimento livre e esclarecido	180
Anexo II - Questão sociocientífica – aspectos socioambientais do uso de agrotóxicos	182
Aspectos socioambientais do uso de agrotóxicos	182

Anexo III Questão sociocientífica – O Envenenamento das abelhas	184
O envenenamento das abelhas	184
Anexo IV - O Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado (TACB-S)	186
Anexo V - Teste do Perfil do ensino de ciências (PEC)	188
Anexo VI - Texto do livro didático direcionado ao estudante	190
Anexo VII - Objetivos do Livro didático evolução Biodiversidade e Sustentabilidade	191
Anexo VIII - Quadro de competências gerais da BNCC-EM	192
Anexo IX - Quadro de competências específicas da BNCC-EM trabalhadas no LD	193
Anexo X - Quadro das habilidades da BNCC-EM trabalhadas no LD	194
Anexo XI - Atividade experimental no capítulo 5 do LD Evolução, Biodiversidade e Sustentabilidade	195
Anexo XII - Transcrições das gravações do Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de quarta-feira (GEEFAQ);	197
Anexo XIII - Transcrições das gravações do Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira (GEEFAS1).	201
Anexo XIV - Transcrições das gravações do Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira 2 (GEEFAS2).	203
Anexo XV - Transcrição das gravações do Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira (GEEFAS3)	206
Anexo XVI - Transcrição das gravações do Grupo Cadeia alimentar e nicho ecológico de quarta-feira (GCANEQ)	208
Anexo XVII- Transcrição das gravações do Grupo Cadeia alimentar e nicho ecológico de sexta-feira (GCANES1)	213
Anexo XVIII - Transcrição das gravações do Grupo Cadeia alimentar e nicho ecológico de sexta-feira (GCANES2)	216
Anexo XIX - Transcrição das gravações do Grupo Cadeia alimentar e nicho ecológico de sexta-feira (GCANES3)	220
Anexo XX - Transcrição das gravações do Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de quarta-feira (GTANTQ)	223

Anexo XXI - Transcrição das gravações do Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de Sexta-feira 1 (GTANTS1)	227
Anexo XXII - Transcrição das gravações do Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de Sexta-feira 2 (GTANTS2)	230
Anexo XXIII - Transcrição das gravações do Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de Sexta-feira 3 (GTANTS3)	232
Anexo XXIV- Link do questionário validade do conteúdo	234
Anexo XXV - Link do questionário Validade do Conteúdo respondido pelos pareceristas	235
Link do Parecer da doutora em Educação e Bióloga (nome mantido em sigilo)	235
Link do parecer do Doutor em Educação e Químico (nome mantido em sigilo)	235
Link do parecer da Doutora em Educação e Bióloga (nome mantido em sigilo)	235
Link do parecer do Doutor em Educação e Biólogo (nome mantido em sigilo)	235
Link do parecer do Doutor em Educação e Especialista em língua portuguesa (nome mantido em sigilo)	235
Anexo XXVI - Textos produzidos pelos estudantes (QSC-1)	236
Aspectos socioambientais do uso de agrotóxicos	236
Questão 3 - Qual é o nome mais apropriado para se referir aos agrotóxicos: veneno ou remédio? Por quê?	238
Questão 11 - Como os agrotóxicos podem interferir nas cadeias alimentares?	238
Questão 13 - Você concorda com a ideia de que o uso de agrotóxicos é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade?	239
Questão 19 - O que significa o valor do homem do campo, segundo Maria?	240
ANEXO XXVII - TEXTOS PRODUZIDOS PELOS ESTUDANTES (QSC-2)	241
O envenenamento das abelhas	242
Questão 5. Sobre o comentário de Julia, como a diversidade e a abundância de polinizadores podem afetar a produtividade em diversas culturas?	244
Questão 12. Como os agrotóxicos podem afetar a sobrevivência das abelhas e a qualidade de vida humana?	245

ANEXO XXVIII - Autores do Livro Didático O livro didático Evolução, biodiversidade e sustentabilidade –
Ensino Médio – Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, publicado em 2021, 1ª Edição e suas
qualificações 247

ANEXO XXIX - Contexto histórico no nascimento do livro didático249

ÍNDICE DE FÍGURAS

<i>Figura 1.</i> Esquema central da investigação e fatores que a ela se vinculam e emergem.	28
<i>Figura 2.</i> Esquema elementar de comunicação.	51
<i>Figura 3.</i> Padrão de argumentação completa proposta por Toulmin.....	54
<i>Figura 4.</i> Esquema que estrutura a integração da SAI com ABP.....	64
<i>Figura 5.</i> Faixa etária dos estudantes respondentes do questionário TACB-S.....	71
<i>Figura 6.</i> Origem dos estudantes do ensino médio que participaram da pesquisa TACB-S, escolas públicas ou particulares.....	71
<i>Figura 7.</i> Opinião dos estudantes acerca da influência das descobertas científicas nas transformações sociais.....	72
<i>Figura 8.</i> Percepção dos estudantes quanto ao interesse pela disciplina de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental.....	73
<i>Figura 9.</i> Visão do estudante de como o professor conduzia as aulas de Ciências da Natureza.....	74
<i>Figura 10.</i> Porcentagem de estudantes que acertaram mais que 60% cada um dos EEAC.	75
<i>Figura 11.</i> Resultado TACB-S de estudantes do 1.º ano do Ensino Médio para não alfabetizados e alfabetizados cientificamente de acordo com Laugksch e Spargo (1996) e Vizzotto & Mackedanz (2018). 77	
<i>Figura 12</i> Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como falsa a proposição: Os elementos que compõem as moléculas dos seres vivos são continuamente reciclados.	78
<i>Figura 13</i> Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como falsa a proposição: Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos são diferentes de outros organismos vivos.....	79
<i>Figura 14.</i> Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como verdadeira a proposição: A boa saúde independe do esforço coletivo das pessoas de tomar medidas para manter seu ar, solo e água preservados.	79
<i>Figura 15.</i> Porcentagem de alunos que acertaram a questão marcando como verdadeira a proposição: Cedo ou tarde, a validade das afirmações científicas é comprovada através da observação de fenômenos.	80

<i>Figura 16</i> Porcentagem de alunos que acertaram a questão marcando como falsa a proposição: A disseminação da informação científica não é importante para o progresso da ciência.....	80
<i>Figura 17</i> Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como verdadeira a proposição: Os cientistas tentam dar sentido aos fenômenos dando explicações para eles. Essas explicações raramente usam princípios científicos atualmente aceitos.	81
<i>Figura 18.</i> Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como falsa a proposição: Ao levar a cabo uma investigação, nenhum cientista deve sentir que ele / ela deve chegar a um determinado resultado.	82
<i>Figura 19</i> Porcentagem de alunos que acertaram a questão marcando como verdadeira a proposição: Não importa quais precauções sejam tomadas ou quanto dinheiro é investido. Qualquer sistema tecnológico pode falhar.	82
<i>Figura 20</i> Porcentagem de alunos que acertaram a questão marcando como falsa a proposição: A tecnologia teve pouca influência sobre a natureza da sociedade humana.	83
<i>Figura 21</i> Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como verdadeira a proposição: Apesar da grande complexidade dos sistemas tecnológicos modernos, todos os efeitos colaterais de novos projetos tecnológicos são previsíveis.....	83
<i>Figura 22.</i> Perfil da escala Likert para cada uma das questões que avaliam o PEC.	88
<i>Figura 23.</i> Início de capítulo 5. Destaque ao quadro informativo sobre competências e habilidades a serem alcançadas.	96
<i>Figura 24</i> Imagem de introdução/contextualização do capítulo 5.....	106
<i>Figura 25.</i> Fazenda Bulcão, antes (2001) e depois de ser transformada em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural e passar por um reflorestamento com plantas nativas da Mata Atlântica (2019).108	
<i>Figura 26.</i> Imagem introdutória do capítulo 5.....	108
<i>Figura 27.</i> Caixa em destaque com conceitos de ecologia, indivíduo, população, comunidade, ecossistema e biosfera.....	109
<i>Figura 28.</i> Definição de efeito estufa no glossário junto a representação esquemática.	110
<i>Figura 29.</i> Caixa de texto/figuras que complementam o tema abordado.	111
<i>Figura 30.</i> Caixa de texto para análise e resolução de questões em articulando ideias.	112
<i>Figura 31.</i> Caixa de questões articulando ideias relacionado ao texto <i>Os lobos no parque de Yellowstone</i>	113

<i>Figura 32. Representação dos níveis tróficos, cadeia alimentar e outros elementos facilitadores do aprendizado.</i>	113
<i>Figura 33. Aristóteles. De Arte Poética. Florença: Petro Victorio, 1564. Edição integral, em grego, sem acréscimos e comentários</i>	249
<i>Figura 34. Aristóteles; Lodovico Castelvetro. La Poetica d’Aristotile. Basilea: Pietro de Sedabonis, 1576. Edição em italiano, com interpretação e explicações do tradutor, para uso facilitado</i>	250
<i>Figura 35. Euclides. Elementa. Códice do século XIII em grego antigo, em pergaminho.</i>	251
<i>Figura 36. Euclides. Elementa, liber 1. Edição em grego de Argentoratum (Strasbourg), 1538....</i>	251
<i>Figura 37. The first six books of The Elements of Euclid, London, William Pickering, 1847. Adaptação de Oliver Byrne, que utiliza a cor como recurso didático.</i>	252
<i>Figura 38. Petrus Ramus. Professio Regia: Septem artes liberales... Basilea, 1576. Rosto, página inicial com esquema do conteúdo geral do livro e página com esquemas dos assuntos específicos.....</i>	253
<i>Figura 39. Nicolas Le Jeune, Sieur de Francqueville. Le miroir de l’art et de la nature. Paris, 1691</i>	255

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1</i> Indicadores de Alfabetização Científica Propostos por Sasseron (2008).	55
<i>Tabela 2</i> Matriz Competências Gerais da BNCC-EM × EEAC.	97
<i>Tabela 3</i> Matriz Competências Específicas da BNCC-EM × EEAC	101
<i>Tabela 4</i> Matriz Habilidades (segunda competência específica) × EEAC	103
<i>Tabela 5</i> Matriz Habilidades (terceira competência específica) × EEAC.	103
<i>Tabela 6.</i> Discurso em torno do conceito de população – Repetição empírica.	117
<i>Tabela 7.</i> Discurso em torno do conceito de biosfera – Repetição formal	118
<i>Tabela 8.</i> Discurso em torno do conceito de Biosfera, população e comunidade	119
<i>Tabela 9.</i> Discurso em torno do conceito de ecologia.	120
<i>Tabela 10.</i> Discurso em torno do conceito de Ecologia, população e comunidade (GEEFAS1)....	122
<i>Tabela 11.</i> Discurso em torno do conceito de abiótico (GEEFAS2).....	123
<i>Tabela 12.</i> Discurso em torno do conceito de ecossistema (GEEFAS2).....	124
<i>Tabela 13</i> Discurso em torno do conceito de abiótico (GEEFAS2).....	124
<i>Tabela 14.</i> Argumentação em torno do conceito de população, comunidade e ecossistema (GEEFAS2)	125
<i>Tabela 15.</i> Argumentação em torno do conceito de ecologia e população (GEEFAS2).....	125
<i>Tabela 16.</i> Discurso em torno do conceito de população (GEEFAS3)	126
<i>Tabela 17.</i> Discurso em torno do conceito de população (GEEFAS3)	127
<i>Tabela 18.</i> Discurso em torno do conceito de abiótico (GEEFAS3).....	127
<i>Tabela 19.</i> Discurso em torno do conceito de indivíduo (GEEFAS3)	128
<i>Tabela 20.</i> Discurso em torno do conceito de biótico e abiótico (GEEFAS3).....	128
<i>Tabela 21.</i> Discurso em torno do conceito de nicho ecológico com autoria de Rafael (GCANEQ).129	

<i>Tabela 22.</i> Discurso em torno do conceito de nicho ecológico autoria de Dalton (GCANEQ).	129
<i>Tabela 23.</i> Discurso em torno do conceito de cadeia alimentar autoria de Rafael (GCANEQ).	130
<i>Tabela 24</i> Discurso em torno do conceito de Nicho Ecológico – Momento 3 - autoria de Rafael (GCANEQ).	130
<i>Tabela 25.</i> Discurso em torno do conceito de Nicho Ecológico (GCANES1).	132
<i>Tabela 26.</i> Discurso em torno do conceito de Nicho ecológico (GCANES1).	132
<i>Tabela 27.</i> Discurso em torno do conceito de Nicho Ecológico (GCANES 2).	133
<i>Tabela 28.</i> Discurso em torno do conceito de Cadeia Alimentar.	134
<i>Tabela 29.</i> Discurso em torno dos conceitos de Cadeia Alimentar e Nicho Ecológico (GCANES 2).	135
<i>Tabela 30.</i> Discurso em torno do conceito de Nicho Ecológico e Cadeia Alimentar (GCANES 3).	136
<i>Tabela 31.</i> Discurso em torno do conceito de Cadeia Alimentar (GCANES 3).	136
<i>Tabela 32.</i> Discurso em torno da identificação do sol como fonte de energia primária (GTANTQ).	137
<i>Tabela 33.</i> Discurso em torno do conceito de Teia alimentar. (GTANTG).	138
<i>Tabela 34.</i> Discurso em torno do conceito de Nível trófico (GTANTQ).	138
<i>Tabela 35.</i> Discurso em torno do conceito de Teia Alimentar (GTANTS1).	140
<i>Tabela 36.</i> Discurso em torno do conceito de Nível Trófico (parte 1) (GTANTS1).	140
<i>Tabela 37.</i> Discurso em torno do conceito de Nível Trófico (parte 2) (GTANTS1).	140
<i>Tabela 38</i> Discurso em torno do conceito de Teia Alimentar (GTANTS2).	141
<i>Tabela 39.</i> Discurso em torno do conceito de Teia Alimentar e Nível Trófico (GTANTS2).	142
<i>Tabela 40.</i> Discurso em torno do conceito de Teia Alimentar (GTANTS3).	143
<i>Tabela 41.</i> Produção textual dos grupos em resposta à questão 3. Análise da estrutura argumentativa de Toumin (2006), nível de argumentação (Driver e Newton, 1997) e Indicadores de alfabetização científica (Sasseron, 2008).	149
<i>Tabela 42.</i> Produção textual dos grupos em resposta à QSC-1, questão 11. Análise da estrutura argumentativa de Toumin (2006) e nível de argumentação (Driver e Newton, 1997).	151
<i>Tabela 43.</i> Produção textual dos grupos em resposta à QSC-1, questão 13. Análise da estrutura argumentativa de Toumin (2006) e nível de argumentação (Driver e Newton, 1997).	154
<i>Tabela 44.</i> Produção textual dos grupos em resposta à QSC-1, questão 19. Análise da estrutura argumentativa de Toumin (2006) e nível de argumentação (Driver e Newton, 1997).	157

<i>Tabela 45.</i> Produção textual dos grupos em resposta à QSC-2, questão 5. Análise da estrutura argumentativa de Toumin (2006) e nível de argumentação (Driver e Newton, 1997).	158
<i>Tabela 46.</i> Produção textual dos grupos em resposta à QSC-2, questão 12. Análise da estrutura argumentativa de Toumin (2006) e nível de argumentação (Driver e Newton, 1997).	161

1 INTRODUÇÃO

O ensino de ciências é uma parte indispensável na construção cultural de uma sociedade e tem uma enorme influência sobre a vida cotidiana. Antigos conceitos já banidos da ciência, muitas vezes, voltam e se contrapõem aos conceitos atuais. Por isso, é de fundamental importância que o ensino formal concentre seus esforços em, realmente, formar um cidadão letrado o suficiente para ver, criticamente, as informações que invadem os meios de comunicação.

Dados sobre o baixo Letramento Científico (LC) dos estudantes brasileiros, apontados pelo relatório PISA (Programme for International Student Assessment), ou em português (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) edição 2018, revelam a necessidade urgente de estudos que direcionem esforços para a formação do professor e dos estudantes nessa área (INEP, 2018).

A visão de Letramento Científico de Miller (1983) e da Associação Americana para o Avanço das Ciências (American Association for the Advancement of Science - AAAS) sugere que os letrados cientificamente devam dominar os três eixos que estruturam o letramento: 1) conteúdos de ciências, 2) natureza da ciência e 3) impactos da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente.

O baixo Letramento Científico pode ser explicado por vários fatores: uma desmotivação por aprender; falta de pré-requisitos; distrações comuns à idade; a falta de significado com a realidade em que vivem os estudantes; capacitação docente insuficiente, bem como a desmotivação profissional dos docentes, comum na maioria das escolas do mundo; ou, simplesmente a abordagem pedagógica tradicional que tem dado causa ao desencanto de muitos estudantes (Duarte, 2010b; Greszczyszyn et al., 2018).

Nessa senda, Diesel et al. (2017) anuncia a existência de discursos comumente verbalizado por docentes e discentes. E que, não obstante, os docentes destacam a frustração pela pouca participação, desinteresse e desvalorização dos estudantes, tanto em relação às aulas quanto às estratégias adotadas pelos professores para chamar a atenção dos alunos. Estes estudantes, por sua vez, reclamam das aulas rotineiras, enfadonhas e pouco dinâmicas.

Porquanto, o uso de recursos tecnológicos durante as aulas não altera esse cenário de insatisfação coletiva, visto que, sozinha, a tecnologia não garante aprendizagem, tampouco transpõe velhos paradigmas (Diesel et al., 2017). Ademais, ainda existe uma grande parte da população brasileira que não dispõe de ferramentas tecnológicas básicas, tais como computadores e acesso à internet, especificamente os estudantes

provenientes de famílias com maior vulnerabilidade socioeconômica. Destaca-se que, no Brasil, 4,8 milhões de crianças e adolescentes não têm acesso à internet em casa e com base em dados do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) de 2015, o IEDE (Interdisciplinaridade e Evidências no Debate Educacional), organizou um estudo no qual mostra que o Brasil tem a segunda pior conectividade digital nas escolas, entre os países que participaram do levantamento (Craide, 2018).

As metodologias ativas, em especial a Sala de Aula Invertida (SAI) e o Aprendizado Baseado em Problemas (ABP), surgem como possibilidades de deslocamento da perspectiva do docente para o estudante, ideia corroborada por Freire (2015), ao referir-se à educação como um processo que não é realizado por outrem, ou pelo próprio sujeito, mas que se realiza na interação entre sujeitos históricos, por meio de suas palavras, ações e reflexões. Com base nessa ideia, é possível inferir que, enquanto o método tradicional prioriza a transmissão de informações e tem sua centralidade na figura do docente, no método ativo, os estudantes ocupam o centro das ações educativas.

Em substituição aos instrumentos de tecnologia digital utilizável na SAI, o manual escolar ou Livro Didático (LD) poderia ser a ferramenta que contorna o problema da acessibilidade digital, ainda comum e muitas escolas. Importante também é possibilitar que o estudante aprofunde na leitura do seu LD, fazendo uma leitura mais comprometida com a finalidade de dominar o primeiro eixo estruturante do LC o qual refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais. Além do mais, a SAI, usando o LD como ferramenta de estudo, poderia permitir que diferentes sujeitos, com diferentes conhecimentos prévios possam contribuir uns com os outros para dar significado ao que leem, tornando o aprendizado significativo, valorizando o livro didático e possibilitando o LC dos sujeitos.

Uma vez criadas as condições que podem contribuir para o domínio do primeiro eixo do LC (conteúdos de ciências), faz-se necessária a criação das condições para que se domine os aspectos relacionados ao segundo (natureza da ciência) e ao terceiro eixos do LC (impactos da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente).

Provavelmente, a metodologia ativa mais promissora para tal seja o ABP que é uma proposta pedagógica que consiste no ensino centrado no estudante e baseada na solução de problemas reais ou simulados. O ABP possibilita agrupar três diferentes abordagens interconectadas: aprendizagem social ou organizada em equipe; a cognitiva, centrada em torno de problemas e a aprendizagem baseada em conteúdo, apoiando, assim, a relação entre teoria e prática (Teixeira et al., 2019).

A abordagem cognitiva pode ser realizada por meio da resolução de QSC (Questões Sociocientíficas), que são problemas com enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), os quais dão ao estudante uma visão integrada da Ciência, relacionando-a com a Tecnologia e evidenciando os impactos que estas têm na Sociedade e no Ambiente, bem como a influência que a Sociedade/Ambiente tem no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia (Fernandes et al., 2018).

Tendo em vista o enfoque dado às QSC, estas poderiam ser potenciais indutoras do letramento científico, em especial no fomento do 2.º EEAC (Eixo Estruturante da Alfabetização Científica), o qual busca desenvolver a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e 3.º EEAC, o qual busca o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Esses dois eixos não consideram somente os conhecimentos científicos, mas, também, os valores e posicionamentos éticos consistentes, associados a percepções e análises abrangentes dos condicionantes sociais e ambientais das QSC.

A aprendizagem significativa, o uso do livro didático como ferramenta à SAI, a ABP com resolução de Questões Sociocientíficas são objetos de estudo e discussão nesta pesquisa de doutoramento que pretende identificar elementos na argumentação oral e escrita dos estudantes, durante o desenvolvimento de uma proposta metodológica baseada em metodologias ativas, que possam contribuir para o LC de estudantes do 1.º ano do Ensino Médio.

A área de conhecimento denominada Ciências da Natureza (CN) e suas Tecnologias reúne três componentes curriculares: Biologia, Física e Química. Está presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) desde o 1.º ano do Ensino Fundamental até o 3.º ano do Ensino Médio e tem por objetivo garantir o acesso aos conhecimentos científicos produzidos ao longo da história e a aproximação dos estudantes aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica, bem como aprofundar e ampliar esses conhecimentos (Brasil, 2017).

O LC é objetivo de toda a educação básica e busca capacitar os estudantes a analisarem fenômenos e processos a partir de modelos, abrindo-se, assim, a possibilidade de que sejam capazes de fazer previsões, ampliando sua compreensão sobre os fenômenos naturais, além da capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais (Brasil, 2017).

Duarte (2010) já apontava a necessidade de uma metodologia que envolvesse discentes e docentes em pesquisa e que, também, tivesse momentos expositivos e momentos de assistência direta do professor a alunos mais frágeis, tal como aproveitando os momentos de trabalho mais autônomo de alunos mais avançados. É possível ir além e aproveitarmos os conhecimentos dos alunos mais avançados para que estes possam beneficiar os mais frágeis, trazendo a eles o seu conhecimento prévio e colocando em confronto seus conhecimentos com os doutros, ressaltando um processo de colaboração.

Nesse contexto, o LD poderia ser aproveitado com o uso de metodologias que priorizem o protagonismo dos estudantes. Uma leitura individualizada do LD anterior ao estudo em sala de aula, somada ao estudo colaborativo em sala de aula e a resolução de questões sociocientíficas poderiam potencializar os diferentes capitais culturais e conhecimentos prévios dos estudantes.

Durante a resolução de QSC, maior poderia ser a interação entre estudantes e, por consequência, a colaboração entre eles que levaria a uma maior motivação dos estudantes, o que por sua vez poderia personalizar o estudo, melhorar a aprendizagem de conteúdos científicos, contextualizar o entendimento da Natureza da Ciência e envolve os estudantes em situações baseadas em problemas reais, ou não, que auxiliam o desenvolvimento de habilidades de pensamento de ordem superior.

De posse da ferramenta (livro didático) e da metodologia (metodologias ativas), cabe ao professor protagonizar a mudança de postura e a vontade de diminuir as severas desigualdades que assolam a nossa sociedade. Importa dizer, ainda, que o professor é quem estrutura o ensino, socializa os conteúdos, e facilita aos alunos o alcance dos resultados de aprendizagem (Bain, 2004).

Dentro de um contexto socioeconômico de desigualdades sociais que reduz o acesso às ferramentas de tecnologia de informação, submeter os estudantes a uma metodologia baseada em uma sequência de Sala de Aula Invertida (SAI) e Aprendizado Baseado em Problemas (ABP), usando o Livro Didático (LD) como ferramenta de aprendizado, poderia ser uma alternativa que venha a colaborar com o desenvolvimento do Letramento Científico (LC).

1.1 Pergunta de Partida

A pergunta de partida direciona a coleta de informações, devendo apresentar qualidades de clareza, exequibilidade e pertinência (Quivy & Campenhoudt, 1998). A pergunta de partida é o fio condutor que orientou todo o processo de elaboração da presente pesquisa:

- Como a aplicação de uma metodologia baseada na integração do *Flipped classroom* (Sala de Aula Invertida) e no *Problem-based learning* (Aprendizado Baseado em Problemas) pode contribuir para o LC de estudantes Ensino Médio?

Considerando ainda o referencial teórico, que está mais adiante, apresento uma questão acessória que anuncio da seguinte forma:

- O livro didático, dentro do contexto metodológico desta pesquisa, pode ser um substituto das tecnologias de informação digitais usadas no *Flipped classroom* (Sala de Aula Invertida) e *Problem-based learning* (Aprendizado Baseado em Problemas)?

Para responder a estas perguntas de partida, antes deve-se considerar que os efeitos produzidos nos estudantes dessa integração metodológica não podem ser vistos como produtos puros, livres de influências outras. Deve-se considerar que existem fatores de diferentes dimensões que podem influenciar no LC dos estudantes submetidos a qualquer metodologia de ensino, como a trajetória de aprendizado dos estudantes,

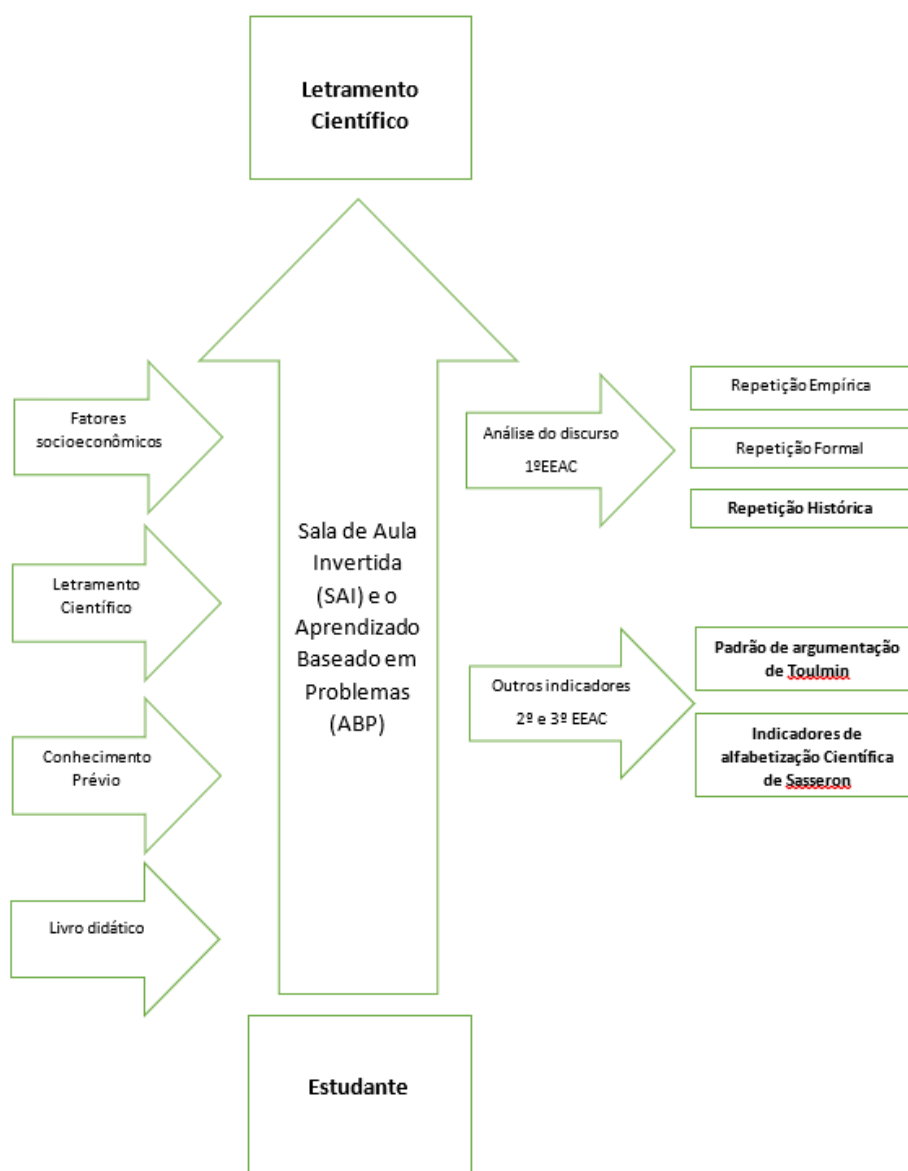
seus conhecimentos prévios e seu letramento até o momento anterior à integração metodológica, bem como aspectos socioeconômicos.

Outros fatores, típicos dessa metodologia, também devem ser levados em consideração. O livro didático, ferramenta indispensável nesta pesquisa, pode trazer elementos metodológicos e estruturais que facilitam ou não o LC. Cada um desses fatores pode potencializar ou debilitar a metodologia e por isso serão analisados e discutidos.

Com base nestas questões e nos conceitos que virão no enquadramento teórico, elaborei um esquema (Figura 1) que relaciona a centralidade da minha investigação com os fatores que a ela se vinculam (setas que apontam para a seta central), bem como os produtos que podem vir a emergir dessas relações (setas que saem da seta central).

Figura 1.

Esquema central da investigação e fatores que a ela se vinculam e emergem.



Nota1: O próprio autor.

Nota 2: Setas que apontam para o eixo central influenciam na metodologia. Setas que apontam do eixo central para periferia são produções que se pretende verificar durante a metodologia. Autores como Toulmin e Sasseron são discutidos adiante.

1.2 Hipótese

Com base nas questões e nos conceitos presentes no enquadramento teórico apresento a minha hipótese central de investigação:

- A integração dessas duas metodologias, *Flipped Classroom* (Sala de Aula Invertida) e *Problem-based learning* (Aprendizado Baseado em Problemas), contribui para o LC, ao fomentar os eixos estruturantes da alfabetização científica (1 - conteúdos de ciências, 2 -

natureza da ciência e 3 - impactos da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente), uma vez que possibilita uma maior interação entre os estudantes e o compartilhamento dos seus saberes, além de mais, possibilita a historicização dos saberes ou um domínio pessoal dos conceitos por meio da leitura e discussão entre diferentes sujeitos.

A hipótese para a questão acessória é a seguinte:

- O livro didático poderia ser utilizado em substituição às tecnologias de informação usadas no *Flipped classroom* (*Sala de Aula Invertida*), uma vez que traz elementos metodológicos e estruturais que potencializam o envolvimento, o engajamento, a participação, o diálogo e reflexão.

1.3 Objetivos

Tendo em vista as hipóteses levantadas (central e acessória), os objetivos são apresentados em duas categorias: Geral e específicos.

1.3.1 Objetivo geral

Determinar o(s) contributo(s) da integração metodológica *Flipped Classroom* (*Sala de Aula Invertida*) e *Problem-based learning* (Aprendizado Baseado em Problemas) para o LC de estudantes do Ensino Médio de uma escola pública do Distrito Federal.

1.3.2 Objetivos específicos

- Conceituar *Flipped Classroom* (*Sala de Aula Invertida*), *Problem-based learning* (Aprendizado Baseado em Problemas) e Letramento Científico.
- Evidenciar o perfil socioeconômico e o nível de Letramento Científico dos estudantes do 1.º Ano do Ensino Médio, sendo este último por meio do TACB-S (Teste de Alfabetização Científica Básica – Simplificado).
- Compreender a percepção dos estudantes, egressos do ensino fundamental, com relação ao processo de ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza por meio de um instrumento de sondagem, PEC (Perfil do Ensino de Ciências).
- Analisar o Livro Didático a fim de se verificar elementos metodológicos e estruturais dessa ferramenta que possam contribuir para o Letramento Científico dos estudantes do Ensino Médio, bem como verificar como esses elementos influenciam os argumentos dos estudantes.

- Analisar as argumentações dos estudantes e seu potencial como ferramenta indicadora do desenvolvimento do 1.º Eixo Estruturante da Alfabetização Científica.
- Analisar as produções escritas dos estudantes, seus padrões de argumentação e indicadores de alfabetização científica como ferramentas indicadoras do desenvolvimento do 2.º e 3.º Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica.

2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo a fundamentação teórica foi construída fazendo uso de bibliografias consistentes com a pergunta de partida. Houve uma preocupação em fazer uma revisão de literatura relativa a temas sensíveis desta tese, o primeiro é o letramento e alfabetização científica. Esse tema aborda questões relativas à origem, definição e uso dos termos *Letramento Científico* e *Alfabetização Científica*. Posteriormente, e não menos importante, foi trazido à tona algumas literaturas que se debruçaram em quantificar o Letramento Científico. Ainda na temática de letramento, foi apresentada a definição e a caracterização dos Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica. Essa temática é especialmente importante, porque, ao longo desta pesquisa, há a expectativa deste pesquisador em contribuir com o desenvolvimento de tais eixos por meio de uma proposta metodológica ativa aplicada em turmas do 1.º ano do Ensino Médio.

Em seguida, mas em outra temática, foi realizada uma revisão de literatura relativa à aprendizagem significativa e neurociência. Caracterizar a aprendizagem significativa é importante, pois parte-se do princípio que os indivíduos são munidos de conhecimentos prévios em diferentes níveis e tais conhecimentos podem de alguma forma influenciar na metodologia usada nesta tese. A relação da neurociência com aprendizagens significativas também emerge na fundamentação teórica, visto que níveis superiores de aprendizado surgem a partir de modificações na estrutura do Sistema Nervoso Central ([Costa, 2023](#)).

Foi produzida uma revisão sobre Livro Didático (manual escolar), nesta revisão buscou-se mostrar o contexto histórico de sua produção no Brasil e o esforço para torná-lo acessível a todos os estudantes brasileiros. Para fortalecer a importância dessa ferramenta para o ensino também foi realizada uma longa revisão do contexto histórico, mais amplo, de seu surgimento e as várias modificações que passou para atender seu propósito de ferramenta de aprendizado. Essa parte mais geral e longa foi disponibilizada no anexo XXIX desta tese.

Uma revisão sobre Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*) e Aprendizado Baseado em Problemas (*Problem-based learning*), ambas metodologias ativas, também foi feita. Cabe ressaltar que estas metodologias foram integradas em uma proposta metodológica na tentativa de desenvolver os três eixos EEAC. Por fim, preocupo-me em apresentar, a análise do discurso de Orlandi, a estrutura argumentativa de Toulmin e Indicadores de Alfabetização científica de Sasseron como ferramentas de análise das produções orais e textuais de estudantes submetidos à metodologia proposta na presente pesquisa.

2.1 Alfabetização e letramento científico

O uso dos termos Alfabetização Científica (AC) e Letramento Científico (LC) por pesquisadores do campo do ensino de ciências teve origem a partir da apropriação de conceitos dos estudos da linguagem (Cunha, 2018). Na leitura de muitos artigos sobre AC e LC é possível, na maioria das vezes, ver estes conceitos se confundirem. Fato que também ocorreu no estudo da linguagem. Por esse motivo serão inicialmente abordados os conceitos oriundos dos estudos da linguagem e o desenrolar dos conceitos de alfabetização e letramento científico, para só depois correlacionar estes conceitos com o campo do ensino de ciências.

Uma das ferramentas básicas do sítio eletrônico *tradutor*, o dicionário apresenta como significado de *literacy*, em língua inglesa, *the state of being able to read and write*, e em português, *capacidade de ler e escrever*. Nos últimos trinta anos, principalmente a partir da década de 1990, o conceito de alfabetização passou a ser vinculado a outro fenômeno: o letramento (Albuquerque, 2007).

Segundo Soares (2009) o termo letramento é a versão para o português da palavra de língua inglesa *literacy*, que significa o estado ou condição que assume aquele que aprende a ler e a escrever. Esse mesmo termo é definido no Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (Priberam, n.d.), como *a capacidade para perceber e interpretar o que é lido*. Em Portugal, os autores preferem fazer uso do termo Literacia (Carvalho, 2009; Mendes & Reis, 2012).

Como a expressão *letramento* só foi dicionarizada recentemente e ainda não é muito difundida fora do campo acadêmico específico que estuda o ensino de língua, não é de admirar que *literacy* seja, na maioria das vezes, associada à *alfabetização* (Cunha et al., 2017).

Kleiman (1995), em seu livro: *Os significados do letramento: uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita*, afirma que se pode definir hoje o letramento como um conjunto de práticas sociais que usam a escrita em contextos específicos, para objetivos específicos. Portanto, o aprendizado da leitura e da escrita é mais que a decodificação de códigos, tem o propósito de inserir indivíduos em práticas sociais das mais diversas.

Soares (2009, p.15), em seu livro: *Letramento: um tema em três gêneros*, diz que o termo *letramento* surgiu no discurso de especialistas da área, no Brasil, na segunda metade da década de 1980 e tinha por objetivo diferenciar a alfabetização de letramento, sendo o primeiro um mero aprendizado da codificação escrita e o segundo o efetivo uso do aprendizado dos códigos nas práticas sociais.

Kleiman (1995) destaca que a escola como o mais importante sítio de letramento, na realidade, se preocupa mais com os processos de aquisição de códigos (alfabéticos e numéricos) que propriamente com o desenvolvimento de práticas sociais, e que outras agências de letramento, tais como a igreja, a família e a rua como lugar de trabalho mostram-se mais eficientes nesse processo.

A leitura de jornais, revistas ou livros, a escrita de bilhetes ou de listas de compra, no seio da família; a leitura da bíblia ou de textos religiosos, no âmbito da Igreja; a leitura do jornal do sindicato; a escrita de correspondência, de relatórios ou atas de reunião, no âmbito do trabalho; a leitura de propagandas em outdoor ou de bulas de remédios são algumas das inúmeras possibilidades de práticas sociais de uso da escrita (Kleiman, 1995; Soares, 2009).

Ao longo do tempo, a visão atribuída à alfabetização como apropriação da capacidade de codificar e decodificar palavras foi sobrepujada, abrindo espaço para as práticas de letramento. O mesmo aconteceu com as áreas das ciências físicas, químicas e biológicas, as quais tomaram para si o conceito de letramento.

Suisso e Galieta (2015) relatam que os termos alfabetização científica e letramento científico têm a mesma origem em meados de 1950 do termo em inglês *scientific/science literacy*, o qual foi usado para especificar um currículo apropriado de ciências para aqueles que não planejavam seguir a carreira científica.

Chassot (2003) usa o termo alfabetização científica e defende que o ensino de ciências seja revisto e não gire mais em torno de decorar conceitos e classificações que logo serão esquecidos e relativize a visão positivista de ciência como verdade definitiva afirmando que:

(...) não podemos ver na ciência apenas a fada benfazeja que nos proporciona conforto no vestir e na habitação, nos enseja remédios mais baratos e mais eficazes, ou alimentos mais saborosos e mais nutritivos, ou ainda facilita nossas comunicações. Ela pode ser – ou é – também uma bruxa malvada que programa grãos ou animais que são fontes alimentares da humanidade para tornarem estéreis a uma segunda reprodução. (Chassot, 2003, p. 99)

Para Cunha (2017), a visão de Chassot do conceito de alfabetização científica traz em seu íntimo o conceito de analfabeto científico e assim põe em lados opostos aqueles conhecedores da ciência e aqueles que nada entendem do assunto, essa visão afasta as partes e torna cada vez mais desinteressante o aprendizado de ciências.

Tal distanciamento entre as partes também é observado por estudiosos da linguagem em relação ao estudo da escrita.:

O distanciamento entre a língua oral e a língua escrita devido à especialização e ao funcionamento diferenciado de ambas configura uma situação diglósica, não de línguas de contato, mas de línguas em conflito. Trata-se de duas modalidades que constituem variedades discursivas da mesma língua, sendo que cada uma tem *status* e prestígios diferentes, e que também teriam diferenças devido às suas funções diferenciadas na sociedade. (Kleiman, 1995, p. 55)

A hierarquização de saberes e a relação de poder entre o professor, que se coloca no papel de transmissor de um conhecimento considerado o único legítimo – aquele de maior prestígio – e relega ao aluno o papel de mero receptor desse conhecimento não se restringe ao ensino de língua materna e tampouco ao ensino de ciências (Cunha, 2017).

A desvalorização dos saberes do aluno é um fenômeno muito antigo e que faz parte da cultura escolar e que, na maioria das vezes, ao invés de aproximar professor e aluno, na realidade os afasta. A não valorização dos conceitos prévios dos alunos pode fazer com que os alunos percam o interesse pela ciência e desta forma conceitos científicos básicos deixam de ser analisados e aprendidos.

Um ponto importante a destacar é o conceito amplo de alfabetização de Paulo Freire, que apesar de não fazer uso do termo letramento traz em seu íntimo o que é defendido pelos autores que preferem fazer uso do termo letramento científico. Freire leva em conta a necessária compreensão crítica do ato de ler não apenas as palavras, mas também, e essencialmente, o mundo:

A leitura do mundo precede a leitura da palavra, daí que a posterior leitura desta não possa prescindir da continuidade da leitura daquele. Linguagem e realidade se prendem dinamicamente. (Freire, 1988, p. 12)

Isto porque a memorização mecânica da descrição do objeto não se constitui em conhecimento do objeto. (Freire, 1988, p. 17)

Conhecer implica estabelecer relações entre texto e contexto, palavra e mundo, processo dialógico no qual a curiosidade ingênua vai sendo superada rumo à curiosidade epistemológica, crítica, insatisfeita, indócil. (Freire, 1996, p. 32)

Segundo Laugksch (2000) o desenvolvimento do letramento científico (*Scientific literacy*) na sociedade americana surgiu do interesse que a comunidade científica tinha em conseguir apoio da população para responder ao lançamento soviético do *Sputnik* e a preocupação de formar uma sociedade preparada para a crescente sofisticação tecnológica estimulada especialmente pela corrida espacial.

Roberts (2007), citado por Suisso e Galieta (2015) conclui que os conflitos conceituais sobre *scientific literacy* giram em torno das duas fontes curriculares (legítimas, mas conflitantes) do ensino de ciências, o que ele chamou de visão 1 e 2. A primeira visão, ou, como diz o autor, visão 1, refere-se às questões essencialmente científicas (definição de conceitos e conteúdos), já a visão 2, refere-se a situações em que a Ciência pode desempenhar um papel, participar em assuntos humanos de outra natureza, que não essencialmente científica (atitudes e comportamentos) (Roberts, 2007, citado por Suisso e Galieta, 2015).

Segundo Roberts (2007), citado por Suisso & Galieta (2015), a visão 1 dá sentido à *Scientific literacy* por meio dos produtos e processos da própria Ciência, enquanto a visão 2 significa *Scientific literacy* por meio

de situações que possuem componentes de diversas ordens, que não apenas a científica, e podem ser enfrentadas pelos alunos como cidadãos. Historicamente, a visão 1 teria sido o ponto de partida para a definição de *Scientific literacy*, no entanto, um número crescente de vozes tem enfatizado a importância das situações do mundo real (visão 2) como ponto de partida para, então, chegar às questões da Ciência e constatar o que é relevante.

Por meio da visão 2, os sujeitos se relacionam mais profundamente com questões relativas à ciência e estabelecem algum tipo de interferência na sociedade, mesmo que opinando sobre tais questões.

Para que fique mais claro, passemos a um exemplo da visão 2. A criação de uma usina hidroelétrica é um assunto de alta relevância social e econômica, pois é sabido dos benefícios que traria uma maior produção de energia elétrica e como consequência o aquecimento da atividade econômica com a criação de novas vagas de empregos.

Apesar dos benefícios sociais e econômicos que a usina traria, é fazendo uso de conhecimentos científicos que se pode questionar qual será o impacto sobre a natureza, sobre a vida aquática e, por consequência, na pesca e na quantidade e qualidade dos alimentos, ou desequilíbrios nas cadeias alimentares, que poderiam aumentar casos de doenças transmitidas por insetos vetores de vírus.

Um dos primeiros autores a trazer o termo letramento científico (*scientific literacy*) colocando-o em um contexto cívico no ensino de ciências foi [Shen \(1975\)](#), ao pregar que o ensino de ciências deve ser mais efetivo, a fim de formar a base de uma familiaridade duradoura com a ciência e a noção de suas implicações sociais, reforçando a ideia de aplicação do conhecimento no seu contexto social.

À luz do que diziam os autores dos estudos da linguagem ([Kleiman, 1995](#); [Soares, 2009](#)), assim como é importante fazer o uso da leitura e da escrita nas práticas sociais é igualmente importante fazer uso do conhecimento científico para entender os riscos e benefícios que a ciência traz no dia a dia e assumindo um comportamento crítico diante das mudanças que ocorrem na sociedade, em especial aquelas resultantes do desenvolvimento tecnológico.

Ayala, presidente da AAAS (American Association for the Advancement of Science), em seu discurso no *World Science Report*, relatório da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), defendeu que

(...) o letramento científico (*Scientific literacy*) entendido como um trabalho diário de conhecimento da ciência é tão necessário quanto a leitura e a escrita (letramento, no sentido geralmente entendido) para um modo de vida satisfatório no mundo moderno. Eu desejo sustentar que o letramento científico é necessário para que haja uma força de trabalho competente, para o bem-estar econômico e saudável do tecido social e de cada pessoa, e para o exercício da democracia participativa. ([Ayala, 1996, p. 1](#))

Ayala (1996) esclarece que ser letrado cientificamente não é entender os detalhes de construtos científicos de diferentes áreas do conhecimento e sim ter a capacidade de perceber que a decisão de apoiar a construção de uma hidroelétrica, por exemplo, não pode estar relacionada à crença de que sempre será prejudicial para o meio ambiente, ou em outro extremo, somente benéfica à economia. É preciso entender nesse caso que as ações humanas no meio ambiente trazem conforto, melhorias econômicas e sociais, mas que podem de algum modo trazer consequências ambientais, tais como aumento de casos de doenças, falta de recursos naturais e etc.

Apesar da discussão sobre *scientific literacy* ter iniciado com o propósito de conseguir apoio popular para pesquisas científicas, como já visto nos Estados Unidos da América e para responder aos interesses das famílias em inserir seus filhos em um mundo cada vez mais tecnológico, observa-se nas últimas décadas a necessidade em formar cidadãos que tenham o interesse em discutir e se envolver em questões relacionadas à ciência, perceber seus benefícios e riscos, das questões éticas, como aborto, o uso de células-tronco embrionárias, impactos ambientais, uso de vacinas como profilaxia para doenças e desenvolvimento econômico entre outros.

Para Gomes e Almeida (2016), o desenvolvimento da sociedade está diretamente ligado ao desenvolvimento tecnológico e os impactos ambientais são consequências desse desenvolvimento. Ainda de acordo com os autores, há a necessidade de compreender as informações científicas para que se tomem decisões responsáveis, que levem ao desenvolvimento da sociedade com impacto mínimo.

Segundo Greszczyszyn et al. (2018), a educação é a mola propulsora das transformações humanas, dos desafios da globalização e dos avanços tecnológicos. O conhecimento científico é o capital mais importante do mundo civilizado e investir na busca de conhecimento tem como retorno uma melhor qualidade de vida para a sociedade.

Silva e Carvalho (2017), em um trabalho sobre LC em física no ensino médio, concluem que o sujeito que não faz uso dos conhecimentos científicos adquiridos para alargar os seus horizontes, para interpretar e compreender os fenômenos de natureza científica (naturais, sociais e etc.), ou que não aplica conhecimentos previamente divulgados para sanar problemas cotidianos enfrentados na sociedade, classifica-se como um sujeito alfabetizado, porém não letrado cientificamente.

Uma visão menos ingênua do mundo e das transformações tecnológicas só se dá com a apropriação de conhecimento. Silva e Carvalho (2017) e Santos et al. (2020) concluem em seus artigos que o modo tradicional de ensino em que frequentemente são realizadas aulas expositivas mediante apresentação de fórmulas, conceitos e leis, distancia o aluno de uma realidade rica em exemplos concretos do seu dia a dia.

Apesar de ambos os termos (AC e LC) terem a mesma origem em inglês, *scientific literacy*, Santos (2007) os distingue apontando que o primeiro estaria relacionado a um processo mais elementar no ensino de

ciências, que inclui: o reconhecimento de alguns de seus vocábulos, a memorização de fórmulas e a resolução de algoritmos; enquanto o termo letramento científico estaria associado à prática social do ensino de ciências.

Por sua vez, Santos et al. (2020) concluem que há autores que categorizam alfabetização científica como termo suficiente para designar competências de resposta científica ao meio social, e outros denominam LC ao fenômeno de percepção, análise e resposta crítica às diversas demandas que se apresentam ao indivíduo.

Devido à pluralidade semântica, é possível encontrar, hoje em dia, na literatura nacional sobre ensino de Ciências, autores que utilizam a expressão *Letramento Científico* (Mamede & Zimmermann, 2005; Santos & Mortimer, 2001), pesquisadores que adotam o termo *Alfabetização Científica* (Sasseron, 2008; Brandi & Gurgel, 2002; Auler & Delizoicov, 2001; Lorenzetti & Delizoicov, 2001; Chassot, 2018) e também aqueles que usam até mesmo a expressão *Enculturação Científica* (Carvalho & Tinoco, 2006; Mortimer & Machado, 1996). Tais autores concordam que o objetivo do ensino de Ciências é a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos, de forma responsável e crítica, a fim de se posicionarem sobre questões relativas à política científica, bem como à cobrança das ações governamentais sobre assuntos científicos, levando-os a exercitar a cidadania participativa.

Pode-se perceber que no cerne das discussões levantadas pelos pesquisadores que usam um termo ou outro estão as mesmas preocupações com o ensino de Ciências, ou seja, motivos que guiam o planejamento deste ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, à sociedade e ao meio ambiente.

Como já dito antes, o significado de alfabetização científica foi influenciado pelos estudos da linguagem quando da tradução literal do termo em inglês *literacy*, ou seja, aqueles que tinham o domínio da escrita e da leitura. Da tentativa de qualificar os indivíduos alfabetizados, que faziam usos desse conhecimento para transformações sociais e pessoais surgiu o termo *letrado/letramento* e com ele o termo letramento científico.

Os termos alfabetização e letramento surgiram em momentos diferentes com significados diferentes, mas seus conceitos convergiram para a formação cidadã dos estudantes, como também para o domínio e uso dos conhecimentos a fim de transformar suas vidas e influenciar a sociedade.

Apesar da existência dos termos Alfabetização Científica, Letramento Científico e Enculturação Científica fica dispendiosa a tentativa de definir com precisão tais termos, uma vez que por serem conceitos ainda novos, necessitam de um tempo maior para que haja um consenso entre os vários pesquisadores que se debruçam nessa temática.

Portanto, ao invés de dar ênfase às suas divergências fica mais proveitoso destacar o que há de compatível entre estes termos, os quais giram em torno da formação de um cidadão que faz uso do conhecimento para lidar com questões do cotidiano.

Sendo assim, à luz do que dizem os autores dos estudos da linguagem [Kleiman \(1995\)](#) e [Soares \(2009\)](#), mas sombreado pelo que preconizava [Freire \(1996\)](#), foi usado o termo Letramento Científico para nos referir ao processo de ensino e aprendizagem que busca formar um cidadão mais reflexivo e atuante em nossa sociedade ([Shen, 1975](#); [Ayala, 1996](#); [Santos, 2007](#); [Silva & Carvalho, 2017](#); [Santos et al., 2020](#)), diante do aprendizado de um novo conceito científico, mesmo que tenham sido pesquisadas referências que fazem uso do termo alfabetização científica, salvo quando da relevância do autor para este trabalho. Nesta situação, em respeito ao autor, foi mantido o termo tal como o autor apresentou.

2.2 Teste de alfabetização/Letramento científico

Uma vez definido o contexto em que surgiu o termo Letramento Científico, bem como o seu significado, passo às tentativas de verificar como esse letramento pode ser quantificado. Algumas pesquisas científicas sobre Ensino e Aprendizagem relatam obstáculos quanto à metodologia utilizada para a coleta de dados. Mensurar o LC não é um trabalho fácil e um proeminente trabalho nesse sentido foi o de [Laugksch & Spargo \(1999\)](#).

Os autores acima criaram um questionário chamado de Teste de Alfabetização Científica Básica (TACB), composto por itens dicotômicos (verdadeiro ou falso) fechados, que abordam aspectos da Ciência aplicados no cotidiano, por meio de exemplos presentes na Física, Biologia, Química, Saúde, Epistemologia e Meio Ambiente. Os respondentes devem fazer uso dos seus saberes para julgar a coerência científica de cada item. Os autores apresentaram o teste como um instrumento de coleta de dados com base nas ideias de [Miller \(1983\)](#) e da AAAS (*American Association for the Advancement of Science*) com o objetivo de mensurar o nível de alfabetização científica de egressos do sistema escolar da África do Sul. Com o passar do tempo, essa referência ganhou notoriedade e foi aplicado em vários países, tais como Austrália ([Murcia & Schibeci, 1999](#)); China ([Chin, 2005](#)); Israel ([Baram-Tsabari & Yarden, 2005](#)); Brasil ([Nascimento-Schulze, 2006](#); [Rivas et al., 2017](#)); Estados Unidos ([Brossard & Shanahan, 2006](#)); Turquia ([Özdem et al., 2006](#)).

Para Miller, os respondentes devem dominar três aspectos: 1) conteúdos de ciências, 2) natureza da ciência e 3) impactos da ciência e tecnologia na sociedade e ambiente.

Não obstante, esse instrumento apresentava limitações. De acordo com os próprios elaboradores, o seu tamanho era um dos empecilhos. O questionário é formado de 110 itens e é considerado, por muitos, demasiadamente longo e por vezes cansativo, mesmo para estudantes de níveis superiores e do ensino médio ([Vizzotto & Pino, 2020](#)). Segundo [Nascimento-Schulze \(2006\)](#), essa demanda poderia comprometer a confiabilidade das respostas obtidas pelos respondentes.

Vizzotto e Mackedanz (2018) foram os autores mais proeminentes na redução do questionário. Após analisarem cada um dos eixos particularmente, os pesquisadores notaram que, mesmo eliminando itens, seus índices de confiabilidade se mantiveram semelhantes ou maiores do que seus valores iniciais. O questionário foi reduzido a 45 itens sendo batizado de TACB-S (Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado). A correlação da quantidade de acertos dos respondentes para os 110 e para os 45 itens, seguiu tendência semelhante.

Fazendo uso do teste TACB-S, Vizzotto et al. (2020) buscaram analisar a confiabilidade do questionário com estudantes do 8.º ano do ensino fundamental e concluiu que as características psicométricas do TACB-S foram consideradas inadequadas para empregá-lo em estudantes do Ensino Fundamental. A justificativa é que estudantes desta série não vivenciaram a discussão de temas científicos de maneira abrangente durante todo o processo de Educação Básica e que uma redução ainda maior de itens do TACB-S poderia perder a validade e confiabilidade do teste.

Apesar da justificativa acima, deve-se considerar que a área de conhecimento da Ciência da Natureza e suas Tecnologias está presente em todo o percurso dos estudantes desde o 1.º ano do ensino fundamental até o 3.º ano do ensino médio, sendo o LC objetivo da educação básica. Nessa direção, é importante quantificar o nível do LC dos estudantes que ingressam no ensino médio com TACB-S, mas com os devidos cuidados ao analisar os resultados, tendo em vista que devem ser considerados o contexto social em que os estudantes estão inseridos, seu percurso ainda incompleto e a forma como os conteúdos de ciências foram trabalhados ao longo de todo o ensino fundamental.

Além do mais, outros cuidados devem ser tomados ao analisar os resultados obtidos do TACB-S, pois os próprios elaboradores afirmam que ele possui certas limitações, uma vez que avalia apenas o aspecto básico da Alfabetização Científica, isto é, estima-se apenas o conhecimento de conceitos interdisciplinares, pois os itens não testam a habilidade de o indivíduo aplicar seus conhecimentos na tomada de decisões (Laugksch & Spargo, 1999).

2.3 Eixos Estruturantes da alfabetização científica

Sasseron (2008), ao analisar diversos artigos tendo por base a visão de alfabetização científica de Miller sobre as habilidades que devem apresentar os alfabetizados cientificamente, percebeu que os autores comungam de ideias que a levou a agrupar tais habilidades em três eixos estruturantes. Os eixos que serão descritos em breve são resultados do trabalho desenvolvido por Sasseron (2008), que usava o termo alfabetização científica tendo, assim como o autor desta tese, o conceito amplo de Freire (1988) para sustentar o termo usado para definir o letramento científico. Em respeito à autora, manteremos a terminologia usando

o termo Alfabetização Científica, sempre que fizermos referência a seus trabalhos, devendo o leitor entender que se trata de Letramento Científico.

Os eixos anteriormente citados foram nomeados por [Sasseron \(2008\)](#) como *Eixos Estruturantes da alfabetização científica* (EEAC), sendo estes as bases suficientes e necessárias de serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas e propostas de aulas que visam à Alfabetização Científica.

O primeiro destes três eixos estruturantes refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais:

(...) concerne na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia. ([Sasseron, 2008](#))

Para [Miller \(1983\)](#) é imprescindível a alguém alfabetizado cientificamente compreender os conceitos e termos utilizados dentro das ciências da natureza. A proficiência neste eixo pode proporcionar criticidade para analisar a ciência aplicada à vida e também a tomada de decisão responsável por parte do cidadão ([Vizzotto & Mackedanz, 2018](#)). Esse eixo tem uma grande dependência da leitura e da escrita. Para [Norris e Phillips \(2003\)](#) em seu artigo *How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy*, saber ler e escrever são habilidades fundamentais para o LC, apesar de enfatizar que não é o suficiente.

Ler e escrever estão intrinsecamente ligados à natureza da ciência e ao fazer científico e, por extensão, ao aprender ciência. Retirando-os, lá se vão a ciência e o próprio ensino de ciências também, assim como remover a observação, as medidas e o experimento destruiriam a ciência e o ensino dela. ([Norris & Phillips, 2003](#))

Os autores ressaltam a necessidade de leitura e escrita nas salas de aula, pois, de certa forma, estas atividades permitem o fazer científico o qual traz no texto escrito elementos desse fazer, como por exemplo, a gravação, a apresentação e reapresentação de dados, a revisão de ideias, a crítica às ideias, a decodificação de posições divergentes ([Norris & Phillips, 2003, p. 33](#)). Os próprios autores ainda sustentam que a interpretação do texto pelo leitor depende dos conhecimentos prévios que ele tem. Pensando nisso, uma leitura individual e o compartilhamento em grupo de interpretações sobre um mesmo assunto poderia ampliar e até mesmo aprofundar o entendimento de um conceito científico.

O segundo eixo preocupa-se com a *compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática*. É importante que o aluno em sala de aula perceba que a ciência é um produto humano e que passa por transformações e direcionamentos influenciados pela ética, política e economia e por ser um produto humano está em constante transformação.

Com vista para a sala de aula do 1.º ano do ensino médio, este eixo fornece-nos subsídios para que o caráter humano e social inerente às investigações científicas seja colocado em pauta.

Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que confrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão. (Sasseron, 2008)

O terceiro eixo estruturante da alfabetização científica compreende o *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente*. Cabe aqui observar que um indivíduo letrado cientificamente deve perceber que os avanços da ciência nem sempre trazem somente benefícios.

O avião, por exemplo, foi criado para possibilitar o transporte de pessoas e objetos com um tempo menor por longas distâncias. Isso trouxe benefícios significativos no comércio entre a Europa e as Américas. No entanto, também foi usado para guerra e para transportar uma bomba atômica.

A própria bomba atômica é resultado do progresso da física nuclear a qual trouxe benefícios para a saúde, em especial no campo da medicina nuclear. No entanto, ainda hoje os seres humanos temem as ameaças vindas de países que têm essas bombas e as usam como meio de coerção.

O segundo e terceiro eixos envolvem discussões de aspectos sociocientíficos, sendo estes assuntos de caráter social, cultural, político, econômico e ambiental, ligados à prática científica, assim como valores atrelados a essas práticas (Vizzotto & Mackedanz, 2018).

Na escola, uma proposta metodológica que tenha interesse na formação de indivíduos letrados cientificamente, obrigatoriamente terá que dar a oportunidade de os indivíduos experimentarem situações que os façam perceber os eixos e desenvolver as habilidades inseridas nestes três eixos.

2.4 Teoria da Aprendizagem significativa e Neurociência

A teoria da Aprendizagem Significativa (AS) tem em Ausubel seu principal autor. Segundo Ausubel (2000), quando um novo saber se conecta de maneira substantiva e não-arbitrária com noções já presentes na mente do indivíduo, pode ocorrer uma Aprendizagem Significativa.

O termo substantiva está relacionado não a quantidade de conteúdos, mas sim a como eles serão ofertados e apreendidos. Devem seguir regras e terem um fundamento lógico, em outras palavras, devem seguir a uma metodologia.

Se por um lado se tem a metodologia, cabe agora conectar os novos saberes ao rol de informações já presentes na mente dos indivíduos, em outras palavras, ou melhor, como dito por Ausubel (2000), aos seus

conhecimentos prévios, a fim de produzir um conhecimento mais maduro, em um nível mais elevado, com maior possibilidade de retenção, com um significado para o aprendente.

O conhecimento prévio foi denominado por Ausubel de *subsumption*, que foi traduzido para a língua portuguesa como *subsunção* (Moreira, 2012). O subsunção pode ser um conceito, uma imagem, um símbolo, uma concepção, uma ideia, um construto pessoal, ou algo que tenha potencial de proporcionar uma ancoragem (conexão; ligação, *link*, associação) com o novo conhecimento assimilado (Vizzotto, 2019).

Não obstante, é importante fazer uma reflexão sobre o papel da neurociência. Esse campo de estudo, que obteve significativos avanços nas últimas décadas, vem confirmando a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e contribuindo de forma significativa à prática pedagógica, especialmente no que confere a estratégias que potencializam a aprendizagem e que, por assim ser, precisam ser levadas em consideração na docência. Do ponto de vista da neurociência, a aprendizagem acontece quando há modificações na estrutura do Sistema Nervoso Central (SNC) do indivíduo submetido a estímulos. Estes estímulos atingem funções nervosas superiores tais como: a memória, motivação, emoção e funções executivas. Por sua vez, tais funções atuam de forma multi e interrelacional, entre si e com outras funções cerebrais, fazendo e desfazendo ligações entre os neurônios (sinapses) no que pode ser chamado de neuroplasticidade (Costa, 2023).

Muitas escolas dedicam-se ao cumprimento de programas educacionais que ignoram a capacidade humana de aprender e dão excessivo valor a um currículo com grande carga de informações ao invés de uma abordagem mais reflexiva, ativa e criativa (Fregni, 2019 citado por Costa, 2023). Tal abordagem força novas sinapses e favorece a ancoragem dos novos conceitos aos conceitos prévios.

Ainda sobre neuroplasticidade, segundo Consenza & Guerra (2011), os cérebros dos indivíduos são diferentes e se utilizam de diferentes estratégias para estabelecer vias muito particulares de conexão. Os mesmos autores ainda denotam uma relação entre suas histórias de vida e as diferentes formas como são construídas e reconstruídas as conexões cerebrais diante de uma nova informação.

As idiosincrasias das aulas, como didática do professor, presença de momentos para discussões, contextualização história e social dos assuntos tratados, proximidade dos conteúdos com a realidade da escola, consideração dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como, a relação do estudante para com a disciplina, como passividade nas aulas, motivação com assuntos científicos, capacidade de relacionar a Ciência da Natureza com o cotidiano, entre outros atributos, podem influenciar no produto da aprendizagem e é necessário que o professor busque estratégias de ensino que permitam aos alunos acessarem em seus arcabouços cerebrais as diferentes âncoras, mesmo em turmas heterogêneas.

Portanto, a partir da leitura feita até aqui, fica claro que uma Aprendizagem Significativa pode ser alcançada sem necessariamente alcançar o Letramento Científico, uma vez que esse carece de elementos que

perpassam pelos três eixos estruturantes da alfabetização científica. No entanto, também é de se perceber que aprendizagens significativas conferem aos indivíduos maior robustez de informações que facilitam a ancoragem de novos aprendizados e que por isso podem mais facilmente alcançar o Letramento Científico.

2.5 O Livro Didático no Brasil

A diversidade de contextos nacionais em que surgiu o LD, bem como as múltiplas dimensões (linguística, política, educacional e cultural), que se fazem presentes em sua formação, dificulta a definição precisa dessa importante ferramenta de ensino, que ao mesmo tempo é produto e produtor de cultura (Cigales & Oliveira, 2020).

O uso mais sistemático do LD no Brasil remete ao período do Império. Influenciado pelo liberalismo francês e pela criação do Colégio Pedro II que atendia as elites brasileiras na década de 30 do século XIX (Silva, 2012). Manuais didáticos em francês ou traduzidos para o português eram importados. A preferência por manuais franceses não se dava apenas pela falta de uma estrutura robusta de imprensa, mas também porque se queria atender a uma demanda da burguesia que tinha como referência a cultura e educação Europeia (Silva, 2012).

A partir de 1930, durante o governo de Getúlio Vargas, houve o colapso da bolsa de Nova York. Tal evento atingiu economicamente o Brasil de forma a inviabilizar a importação de livros da Europa. Somando esse fato às ideias nacionalistas no governo que surgiu com maior robustez, houve uma maior valorização da imprensa para a produção do livro didático no Brasil com autores nacionais (Silva, 2012). Porém, apesar da valorização dos autores nacionais, tal época foi marcada por uma forte influência e controle do Estado em questões políticas e ideológicas, não havendo revisões ou novas edições. Relata Soares, citado por Silva (2012), que muitos livros didáticos tinham numerosas e sucessivas edições e chegavam a ser utilizadas por vários anos. Além disso, era comum que autores escrevessem livros nas áreas em que não tinham formação. Um exemplo foi o autor Carlos Laet, que produziu livros para o ensino de Português, mas era bacharel em ciências físicas e matemática.

Somente a partir dos anos 60, os LDs passaram a ser escritos por autores com formação específica. Foi nesse mesmo período que houve a democratização do ensino com a expansão de oferta de escolas e, por consequência, a necessidade de barateamento do LD, que passou a ser custeado pelo governo por meio do Banco do Brasil (Silva, 2012). Somente após o processo de redemocratização, em 1985, o MEC lançou, em 1990, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) como uma política pública de Estado (Gramowski et al., 2017). O decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017, unificou as ações de aquisição e distribuição de livros

didáticos e literários, anteriormente contemplados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e pelo Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE).

Um mercado gigantesto de produção e vendas do LD foi alimentado especialmente pelo PNLD. A pesquisa realizada por [Silveira e Teixeira \(2020\)](#) concentrou-se em fazer uma análise econômico-financeira do PNLD, junto ao portal da transparência do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE/MEC) entre os anos de 2014 a 2019. Seus resultados mostraram que, apesar do baixo custo unitário, o custo total é da ordem dos bilhões de reais, sendo que no ano de 2018 o custo total foi de R\$ 1.467.232.112,09 (Um bilhão, quatrocentos e sessenta e sete milhões, duzentos e trinta e dois mil, cento e doze reais e nove centavos) para atender a demanda de todos os níveis de ensino.

Mantendo a mesma sigla, o PNLD, além de receber em seu escopo obras literárias passou a ter também materiais de apoio às práticas educativas, tais como: softwares, jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo (recuperação da defasagem idade série), materiais de formação e materiais destinados à gestão escolar, entre outros ([Gramowski et al., 2017](#)).

[Silva \(2012\)](#) sustenta que a permanência do LD nas escolas está relacionada à capacidade que editores e autores demonstraram ao longo da história da educação brasileira de adaptá-lo às mudanças de paradigmas, alterações dos programas oficiais de ensino, renovações de currículos e inovações tecnológicas. Por ter sua distribuição garantida, o livro didático tornou-se um objeto acessível para praticamente todos os estudantes das escolas públicas brasileiras, corroborando para que as críticas e as pesquisas sobre ele passassem a focar na qualidade ([Rosa & Mohr, 2016](#)).

Muitas são as críticas na imprensa sobre a qualidade dos conteúdos trazidos nos LDs. Para [Silva \(2012\)](#), em seu artigo *A Fetichização do Livro Didático no Brasil*, tais críticas podem ser mensuradas em debates acalourados na imprensa. Contudo, sem a devida verificação das condições concretas sob as quais esses materiais são utilizados por professores e alunos.

Assim, a fetichização do LD parece ofuscar discussões significativas como, por exemplo, o papel que ele desempenha e o que deveria desempenhar no ensino, como é e como poderia ser utilizado ou, ainda, as reais condições de formação, trabalho e de ensino/aprendizagem enfrentadas por professores e alunos no cotidiano das escolas brasileiras ([Silva, 2012](#)).

Consoante o trabalho publicado por [Giorgi et al. \(2014\)](#), há, atualmente, seis etapas para a escolha e distribuição do LD:

- Primeira, o MEC publica edital para participação de editoras. No edital são estabelecidas as especificações técnicas, como a gramatura do papel, até o conteúdo a ser apresentado nas coleções didáticas;

- Segunda, a avaliação da qualidade técnica dos livros é realizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo (IPT) e por Universidades Públicas, na especificidade de cada área do conhecimento, ambas supervisionadas pela Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação (SEB/MEC);
- Terceira, é confeccionado o Guia do Livro Didático com as avaliações dos livros aprovados, publicadas pelo FNDE (Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação) em seu sítio eletrônico e em material impresso;
- Quarta, o material é enviado às escolas cadastradas no Censo Escolar para que professores e equipe pedagógica procedam à análise das resenhas das coleções para selecionar e indicar as que melhor atendem ao projeto político-pedagógico da escola; ao aluno e professor; e à realidade sociocultural das instituições;
- Quinta, a negociação é realizada entre o FNDE e editoras que dão início à produção dos livros, com supervisão dos técnicos do FNDE;
- Sexta, a distribuição dos livros é realizada pelas editoras diretamente com as escolas, por meio de um contrato entre o FNDE e a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT).

De acordo com [Moraes \(2018\)](#), o LD é uma das mais importantes modalidades da expressão escrita a qual pode ser ampliada em decorrência dos indícios visuais e gráficos. Figuras, gráficos e tabelas devem ser interpretadas pelos alunos, pois são indispensáveis para o LC e, muitas vezes, são deixadas em segundo plano por alunos e professores. Além do mais, ainda infere que os LDs têm um caráter híbrido, pois, além de trazerem conteúdos puros sob o ponto de vista do currículo, trazem textos com novidades científicas, propostas de experimentos e história da ciência que devem ser consideradas pelos professores e estudantes no LC.

2.6 A sala de aula invertida (Flipped classroom) em uma adaptação para o uso do livro didático

A visão de ensino em que o professor é o único agente ativo no processo de ensino e aprendizagem tem sido alvo de muitas críticas. Proporcionar o desenvolvimento de habilidades que colocam o estudante como agente ativo no processo de aprendizagem se faz cada vez mais indispensável, especialmente em um mundo mutável que exige dos estudantes a capacidade de aprender com maior autonomia (Menegaz et al., 2018).

Uma perspectiva centrada nos estudantes implica em uma pedagogia em que não só o professor seja responsável pela busca e incorporação de matérias, haja vista que o mais importante não são os conteúdos em si, mas, sim, como eles serão incorporados. Destarte, é preciso criar um processo no qual se protagonize o

engajamento dos estudantes para que, com meios próprios, desenvolvam o aprendizado. Uma das metodologias ativas que tem mostrado muito sucesso em vários trabalhos é o *Flipped classroom* (sala de aula invertida) (Bishop, 2013; Kasemsap, 2015; Carvalho & Ramos, 2015; Moran & Milsom, 2015; Pavanelo & Lima, 2017; Menegaz et al., 2018; Kugler et al., 2019).

De acordo com Moran e Milsom (2015), mesmo que o conceito de Sala de Aula Invertida (SAI) ao longo dos anos tenha sido desenvolvido de diferentes formas, frequentemente é atribuído a Bergmann e Sams (2018), que aplicaram pela primeira vez a metodologia a seus alunos de ciências na *Woodland Park High School*, em *Woodland Park*, Colorado, Estados Unidos, no ano letivo de 2007-2008. Esse método consiste na inversão tradicional de apresentações centradas no conteúdo caracterizado pelo ensino (sequência 1), estudo individual (sequência 2) e avaliação (sequência 3). A sequência 1, 2, 3 é invertida para 2, 3 e 1, estudo individual, avaliação e ensino. Entretanto, o mais importante nessa metodologia não é a sequência. Ela não é rígida. O mais considerável correlaciona o envolvimento, o engajamento, a participação, o diálogo e reflexão. Uma vez mantida a centralidade no estudante, o professor poderá eleger o que considera mais pertinente, podendo adaptá-la para melhor beneficiar o discente (Menegaz et al., 2018).

Bishop, um dos mais entusiasmados escritores da sala de aula invertida, alvitra que várias instituições internacionais bem-conceituadas tais como: MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), Harvard, Duke e Stanford adotam a metodologia (Bishop, 2013). O modelo descrito por ele aponta para o uso de ferramentas de tecnologia como vídeos de curta duração, simulações, dentre outros recursos para satisfazer a sequência 2 apontada anteriormente. O professor tem participação mais ativa na sequência 1, agora a última, aprofundando o aprendizado por meio de atividades diversas, esclarecimento de alguma dúvida, estimulando o desenvolvimento de trabalhos em grupo ou até mesmo retornando à aula expositiva.

Bishop e Verleger (2013) destacam o exemplo do MIT, quando iniciaram o *Open Course Ware* (OCW) em 2001, no qual disponibilizou-se uma grande quantidade de informações, antes restritas aos alunos internos. Tais informações, como vídeos de curta duração, impulsionaram a metodologia, visto que facilitavam o desenvolvimento da sequência 2. Os autores definem a SAI como uma técnica educacional que consiste em duas partes: atividades de aprendizagem interativas em grupo, em sala de aula, e orientação individual baseada em computador fora da sala de aula. Essa definição serve como base para destacar duas características marcantes da Sala de Aula Invertida para Bishop (2013): o não uso do tempo em sala para ministrar aulas expositivas, e a centralidade no aluno, sendo esta imprescindível, como afirmaram Menegaz et al. (2018).

Estruturalmente, a SAI é constituída, basicamente, por dois componentes: um requer a interação humana (atividade em sala, discussão em grupos, leituras compartilhadas etc.) e outra é desenvolvida por meio do uso das tecnologias digitais, como vídeo aulas (atividades fora da sala de aula) (Bishop & Verleger, 2013).

Apesar de o segundo componente de Bishop ser o uso de tecnologias digitais, o autor afirma que as teorias de aprendizagem centradas no aluno fornecem a base filosófica para o desenvolvimento dessas

atividades e que ignorar este fato, conceituando a SAI com base apenas na presença (ou ausência) de computador ou tecnologias digitais culmina em um grande erro (Bishop & Verleger, 2013; Bishop, 2013).

Isto posto, sustentado pelo que disseram os autores Bishop e Verleger (2013), uma análise mais aprofundada sobre as vantagens e desvantagens do uso do livro didático em substituição às tecnologias digitais usadas na sala de aula invertida merece atenção. Visto que o seu uso pode contribuir com a metodologia e com o letramento sem ferir o conceito de sala de aula invertida.

As ferramentas de tecnologia têm muita relevância para Bishop, e estão deveras presentes em seus trabalhos. Todavia, a própria teoria do aprendizado centrada no aluno revela que o mais importante não são as tecnologias concentradas em computadores e internet, pois, adicionado a isso, ainda há uma grande parte dos estudantes que não têm acesso a esses instrumentos, e, por outro lado, há conforme descrito em seções anteriores, o LD acessível.

Nesse seguimento, não querendo negar a importância das tecnologias de informação, não se trata da ferramenta, e sim do modo como se opera a metodologia, e para isso se faz necessária uma nova postura do professor. Portanto, uma metodologia que coloque em evidência o protagonismo do estudante, mesmo com pouco ou nenhum recurso digital, é imprescindível em um cenário de fragilidade socioeconômica e o LD poderia ser a alternativa às tecnologias de informação para dar qualidade ao LC.

2.7 Aprendizado baseado em problemas (ABP) e questões sociocientíficas (QSC)

A Aprendizagem Baseada em Problemas consiste no ensino centrado no estudante e baseada na solução de problemas (Borges et al., 2014). Para solucionar um problema, os estudantes recorrem aos conhecimentos prévios, discutem, estudam, adquirem e integram novos conhecimentos (Borges et al., 2014). A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), na língua inglesa *Problem-Based Learning* (PBL) é uma estratégia instrucional que se organiza ao redor da investigação de problemas do mundo real (Silva & Silva, 2019).

O ABP foi sistematizado pela primeira vez em 1969 no curso de Medicina da Universidade McMaster, no Canadá, que a utiliza até hoje. No Brasil, essa prática pedagógica foi introduzida em 1997, sendo pioneiros os cursos de Medicina de Marília (1997) e de Londrina (1998) (Silva & Silva, 2019).

O uso dessa metodologia no ensino médio ainda é incipiente quando comparado aos cursos superiores em especial ao de medicina. Em uma revisão sistematizada realizada por Silva e Silva (2019) verificou-se que, dentre as 210 produções acadêmicas presentes na BDTD (Biblioteca Digital de Teses e Dissertações) apenas 8% estavam correlacionadas à ABP na educação básica, ao passo que 92% estavam relacionadas ao ensino

superior. A maior produção de conhecimento sobre o tema ABP no ensino superior talvez esteja ligada a uma maior preocupação em tornar o aluno capaz de construir o aprendizado conceitual, procedimental e atitudinal por meio de problemas propostos que o expõe a situações motivadoras e o prepara para o mundo do trabalho (Borochovicius et al., 2014).

Andrade (2007), citado por Silva e Silva (2019) propõe que o desenvolvimento de atividades dentro da metodologia do ABP possa ser adotado no Ensino Médio na aprendizagem de Biologia, por exemplo, e que a adoção dessa estratégia para o Ensino Fundamental e Médio tem que ser discutida e adequada às necessidades e possibilidades nesses níveis.

Pensando nessa adequação, emergem as Questões Sociocientíficas (QSC), as quais são problemas ou situações controversas e complexas que podem ser transpostas para a educação científica, por permitir uma abordagem contextualizada de conteúdos interdisciplinares ou multidisciplinares, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para estes problemas (Nunes-neto & El-hani, 2020).

Muitos autores têm adotado o uso de Questões Sociocientíficas (QSC), inclusive como meio para que os estudantes avaliem criticamente valores e interesses envolvidos nas relações CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente) e se engajem em ações para a promoção de uma sociedade mais justa e ambientalmente mais sustentável, sendo esses objetivos educacionais compatíveis com os fundamentos do Letramento Científico (Conrado, 2017; Bencze, 2017; Conrado & Nunes-Neto, 2018).

Segundo Conrado e Nunes-Neto (2018), aspectos culturais, econômicos e políticos são comuns na discussão de QSC, sendo particularmente interessantes para contextualizar a ciência e a tecnologia ensinadas em tal perspectiva. Muitos dos problemas de saúde pública ou os problemas socioambientais atuais são bons exemplos de QSC. Além do mais, outros conhecimentos, particularmente, conhecimentos de história e de filosofia (sobretudo de ética) são relevantes e geralmente mobilizados na abordagem desses problemas.

Uma abordagem de ABP centraliza o ensino no discente, em vez de focar na figura do professor. No entanto, pensando em Letramento Científico de estudantes do ensino médio, é preciso selecionar problemas que contemplem esse LC. Nesse contexto, é possível que QSC tragam boas perspectivas de oportunizar aos estudantes discutirem sobre sustentabilidade ambiental, uso de tecnologias e suas consequências para o meio ambiente. A resolução de QSC pode vir a ser uma estratégia para o fomento dos três eixos estruturantes da alfabetização científica (compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente).

Algumas vantagens e desvantagens podem surgir de um ABP fazendo uso de QSC. Como vantagem pode ser que se evidencie um maior protagonismo do estudante, motivação e maior retenção de informações.

A interdisciplinaridade é outra importante vantagem do ABP sobre o ensino tradicional. A substituição de conhecimento fragmentado, oferecido em disciplinas, por situações reais, que envolvam vários aspectos do conhecimento, favorece uma aprendizagem significativa, contextual e, ainda, promove a integração dos conteúdos curriculares dos ciclos básicos (Borges et al., 2014).

Um argumento convincente para proporcionar aos estudantes oportunidades para enfrentar as QSC num aprendizado ativo por ABP, pode ser construído sobre a base de que isto personaliza a aprendizagem, contextualiza o entendimento da Natureza da Ciência e envolve os estudantes em situações baseadas em problemas reais, que auxiliam o desenvolvimento de habilidades de pensamento de ordem superior (Hodson, 2018). Segundo o autor, o ABP favorece o desenvolvimento de habilidades de comunicação, exposição de ideias e capacidade de argumentação crítica.

Quanto às desvantagens é preciso considerar que o professor não tem um controle rígido sobre o que é aprendido no ABP, no entanto as QSC, se bem escolhidas, podem direcionar o aluno para o aprendizado dos conteúdos curriculares e o professor também pode orientar os estudantes para que estes mantenham-se focados.

Por ser um aprendizado centrado no estudante, isso pode causar um certo desconforto em professores não treinados com ABP. Segundo Borges et. al. (2014) a dificuldade de institucionalizar uma inovação, como o ABP, torna difícil a sua adoção, especialmente porque muitos professores foram formados em um contexto de ensino tradicional.

Borges et al. (2014) ainda sugerem que a implementação ou transição para um método de ensino como o ABP requer investimentos tanto em recursos humanos quanto materiais. Em se tratando de recursos materiais, o livro intitulado: Questões Sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas, dos autores Conrado & Nunes-Neto (2018), traz uma coletânea de questões com potencial transformador, uma vez que se relaciona a uma perspectiva educacional crítica, construída nos diversos textos, expõe aspectos comumente negligenciados sobre a natureza da ciência e da tecnologia a elas associados. Esse livro pode superar, em parte, a falta de recursos materiais necessárias para o ensino por meio do ABP.

Aliado a esse recurso material, é imprescindível que haja o desenvolvimento de um programa de capacitação de professores e alunos, a fim de se familiarizarem com o modelo pedagógico. Essa capacitação, segundo Nóvoa (2022), pode ser realizado dentro do espaço escolar, pois é lá que se manifesta as potencialidades e problemáticas do cotidiano de cada professor dentro da sua unidade escolar, podendo, de forma coletiva, resolver as questões do seu ambiente de aprendizado.

2.8 Letramento Científico em curso: Ferramentas de percepção

Nesta seção são apresentados importantes autores que colaboraram na forma como foram colhidos parte dos dados analisados na presente pesquisa. As subseções trazem informações que caracterizam a Análise do Discurso (Orlandi, 2007), o Padrão de Argumentação de Toulmin (Toulmin, 2006) e os Indicadores de Alfabetização Científica (Sasseron, 2008). Cada um desses autores colaborou com esta tese, porque apresentam ferramentas aqui usadas para perceber o desenvolvimento do LC durante a integração entre a SAI e ABP.

2.8.1 A análise de discurso de Orlandi e a autoria

A língua falada pode trazer significados que tão somente a gramática não é capaz de explicar. São muitas as maneiras de dar significado ao que é dito e por isso o interesse em se analisar o discurso de estudantes durante uma atividade de aprendizado.

A análise do discurso (AD), inaugurada por Michel Pêcheux na França e desenvolvida no Brasil por Eni Orlandi e outros pesquisadores, busca compreender como os textos produzem sentidos, ou seja, de que modo os textos funcionam (Orlandi, 2004, p. 19). Nessa perspectiva, a AD busca compreender a língua fazendo sentido, enquanto trabalho simbólico, e parte do trabalho social geral, constitutivo do homem e da sua história (Orlandi, 2020).

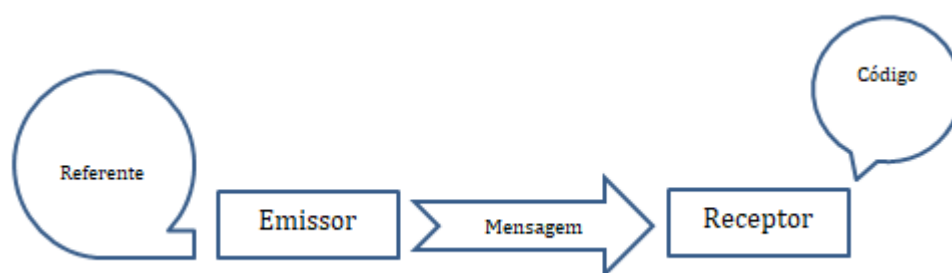
Há que se enfatizar, ainda, que a análise de discurso permite compreender como se dá a interação do homem com a realidade natural e social. Sendo extremamente relevante para esta tese, uma vez que se faz necessário compreender as interações que ocorrem entre os indivíduos dentro de grupos de estudo, bem como sua interação com o livro didático por meio da leitura, a interpretação e os discursos que surgem após leitura e interações entre diferentes sujeitos, tudo com a finalidade de se verificar se está sendo promovido o LC.

Orlandi (2020) reforça a ideia de que a análise de discurso não trabalha a língua enquanto um sistema abstrato, mas como a língua no mundo, com maneiras de significar, com homens falando, considerando a produção de sentidos enquanto parte de suas vidas, seja enquanto sujeitos, seja enquanto membros de uma determinada forma de sociedade.

Torna-se importante diferenciar o discurso de comunicação, uma vez que o discurso, segundo Orlandi (2020), não cabe no esquema que se constitui de: emissor, receptor, código, referente e mensagem (Figura 2), a análise de discurso não se trata apenas de transmissão de uma informação, o emissor e receptor não estão separados em uma sequência fixa. Na realidade os agentes desse processo estão ao mesmo tempo em um processo de significação afetados pela história de cada um deles (Orlandi, 2020).

Figura 2.

Esquema elementar de comunicação.



Nota: Próprio autor.

Para [Orlandi \(2007, p. 64\)](#), a interpretação é uma injunção. Os indivíduos, durante a fala, buscam construir sítios de significância diante de um objeto simbólico, influenciados pela ideologia particularizada dos sujeitos. A autora é categórica ao afirmar que a ideologia não é um conteúdo, mas sim o mecanismo de produzir o conteúdo. Em outras palavras, o sujeito ao falar está fazendo uso da atividade de interpretação, significando e ressignificando suas palavras sob condições específicas.

Segundo [Pêcheux \(2008, p. 53\)](#), todo enunciado é intrinsecamente suscetível de se tornar outro, diferente de si mesmo, se deslocar discursivamente de seu sentido para derivar para um outro. Portanto, é provavelmente no discurso dos outros, que novos elementos do conhecimento podem ser acrescentados ao rol da historicidade de quem ouve, e assim, num jogo de ressignificação, no consenso entre diferentes indivíduos um enunciado pode fazer mais sentido agora que antes.

Assim, na AD, a leitura e a interpretação são discutidas, (re)definidas, desnaturalizadas, ressignificadas ([Pêcheux, 2008](#); [Orlandi, 2004](#); [Indursky & Rodrigues, 2020](#)).

A escola é o sítio em que a leitura está sempre presente, a AD e suas reflexões sobre leitura e interpretação podem ser mobilizadas pelo professor por meio de propostas que promovam em sala de aula outros modos de ler, de se identificar ou não com o que se lê ([Indursky & Rodrigues, 2020](#)), de resistir ([Pêcheux, 2008](#)) de se constituir como autor ([Orlandi, 2004](#)).

Em uma situação de produção de discursos, [Orlandi \(2004\)](#) considera que tal produção se dá quando o sujeito insere seu dizer no repetível (memória discursiva) para que seja interpretável. Para a autora, o sujeito autor surge a partir das repetições e das interpretações que faz. O autor historiciza seu dizer, num jogo com a memória discursiva ligada à interpretação.

Nesse contexto, [Orlandi \(2004\)](#) distingue a repetição empírica, a repetição formal e a repetição histórica. A repetição empírica refere-se ao exercício mnemônico, em que o indivíduo repete exatamente da forma como leu ou ouviu, ele não historiciza o dizer. Na escola, segundo [Orlandi \(2015\)](#), é chamado de efeito papagaio: o aluno repete sem saber o que está repetindo. Esquece logo depois pois o que diz não lhe faz

sentido. A repetição formal trata do exercício gramatical, em que o indivíduo repete o que leu ou ouviu de maneira um pouco diferenciada, muda as frases, isto é, diz a mesma coisa com palavras diferentes, não historiciza, só organiza. Por outro lado, na repetição histórica, ocorre a interpretação, pois o repetível aqui faz parte da memória constitutiva do sujeito, ele consegue formular e constituir seu enunciado no interior das repetições. Ou seja, o autor traz outros textos, costura o texto original com os outros enunciados trazidos pelo enunciador. Apenas na repetição histórica o indivíduo se constitui enquanto autor do texto, pois historiciza seu dizer. Nesse caso ao repetir o aluno consegue produzir deslizamentos, efeitos de derivar no que diz, possibilitando surgir outros dizeres a partir daqueles.

[Indursky \(2012, p. 330-331\)](#) aponta para o fato de que a AD não surge com objetivos voltados para o ensino, mas que nada impede que um professor se aproprie do fazer teórico-metodológico desse campo de conhecimento e o conduza à sala de aula.

De acordo com [Lagazzi-Rodrigues \(2006\)](#) citando [Rodrigues et al. \(2020\)](#), a autoria no ambiente escolar estaria atrelada ao sentido de autor como escritor. No entanto, na maioria das vezes, essa possibilidade não é cogitada na escola e a prática da autoria parece inacessível. Uma possível explicação para isso seria a metodologia tradicional de ensino empregada nas instituições de ensino, as quais priorizam o discurso do professor em detrimento do aluno.

Propiciar os meios para a autoria, então, deve ser entendido como a abertura de espaços interpretativos que convoquem o aluno a tornar-se sujeito de seus próprios gestos de interpretação ([Pfeiffer, 1995, p. 129](#)).

[Leandro e Pacífico \(2019\)](#) concluíram em seu trabalho que é possível que o sujeito-aluno atinja a autoria quando realiza uma leitura sócio-histórica, não apenas decodificando textos, mas, sendo capaz de perceber que a interpretação é uma questão ideológica em que da posição de leitor, poderá ocupar a posição de autor, trazendo o *novo*.

Para inscrever-se na prática da escrita, o sujeito deve ter passado pela prática da leitura e ter construído sua história de leituras ([Indursky, 2019](#)). A autora ressalta que quando ao aluno é solicitado que produza textos em série, sobre temas que surgem instantânea e burocraticamente em sala de aula, a atividade de escrita na escola torna-se desarticulada de práticas discursivas de leitura e debate prévios, em que o aluno poderia exercitar a identificação ou não com textos lidos.

Segundo [Assolini e Tfouni \(2012\)](#) a autoria não ocorre apenas no discurso escrito, mas também no discurso produzido oralmente, sendo que o princípio da autoria pode ser estendido para abranger produtores de linguagem que não sabem ler e escrever. Portanto, não é somente por meio da escrita que se pode identificar a autoria. Verbalizar durante um discurso na tentativa de defender suas ideias, remodelando e refinando a sua fala a cada nova intervenção de um outro sujeito é também uma forma de se fazer autor. Frisa-se que esse

sujeito quando expressa oralmente a interpretação que faz de um objeto é comum fazer uso de analogias, as quais podem trazer mais sentido para ele, bem como para aqueles para quem se expressa.

A forma como a ciência deve ser ensinada na escola, baseada no desenvolvimento das argumentações, recebeu um apoio de grande peso. [Osborne \(2009\)](#) um dos mais respeitados pesquisadores do letramento científico, em um de seus vários artigos sobre o tema diz que a argumentação em sala de aula, traz a ideia de que o argumento e as argumentações oferecem à comunidade de ensino de ciências um cavalo de Troia que pode realizar mudanças na cultura da prática pedagógica em direção a uma que seja mais dialógica, afastando mais ainda a ideia do professor como a fonte do saber. Para o autor uma argumentação bem estruturada, de alta qualidade pode se opor a argumentações sobre conceitos concorrentes ([Osborne & Pimentel, 2023](#)).

Neste sentido, trabalhos em grupo que possibilitem a expressão oral são muito importantes porque diferentes interpretações podem ser dadas, e em um jogo de ressignificação é trazido à tona uma interpretação em comum aos membros do grupo, fruto de um acordo coletivo das diferentes interpretações de diferentes agentes, com diferentes conhecimentos prévios e com diferentes histórias.

2.8.2 O Padrão de Argumentação de Toulmin e qualidade do argumento

[Douek e Pichat \(2003\)](#), citados por [Almouloud & Nunes \(2013\)](#), destacam que o processo argumentativo em sala de aula vem ganhando espaço em pesquisas por diferentes razões, como por exemplo, a necessidade de uma aproximação, desde muito cedo, com competências que são relevantes no processo de justificação; a importância das competências de argumentação ao nível do currículo; o aumento da autonomia intelectual dos alunos e a exploração do potencial da interação social no desenvolvimento do conhecimento, sendo essas duas últimas razões, o aumento da autonomia intelectual e a exploração do potencial de interação social pontos sensíveis para este trabalho.

Tendo como foco principal o argumento jurídico, Toulmin, no livro *Os Usos do Argumento*, publicado originalmente em 1958 e reeditado em 2006, afirma que uma asserção feita defende uma alegação que é apoiada pelos *dados* (D), os quais são os fundamentos com que se constrói o suporte à *conclusão* (C). Portanto, asserção central apoia-se em fatos (dados) apresentados que se relacionem a ela ([Toulmin, 2006](#) citado por [Almouloud & Nunes, 2013](#)).

O autor ainda traz a ideia de que os dados sozinhos não são suficientes para se chegar a uma conclusão em uma argumentação. Por isso aponta para outros elementos, tais como *garantia*, *qualificador modal* e *condições de exceção ou refutação*.

Um importante elemento são as *garantias* (W). Estas permitem entender de que modo o argumento passa dos dados para a conclusão. As garantias não são informações novas, mas sim regras e princípios que se relacionam aos dados, dando assim mais força ao argumento.

O qualificador modal (Q) é, geralmente, um advérbio que dá aval à conclusão obtida. No viés oposto, as *condições de exceção ou refutação* (R) fazem com que a garantia perca força e conteste as suposições por ela criadas.

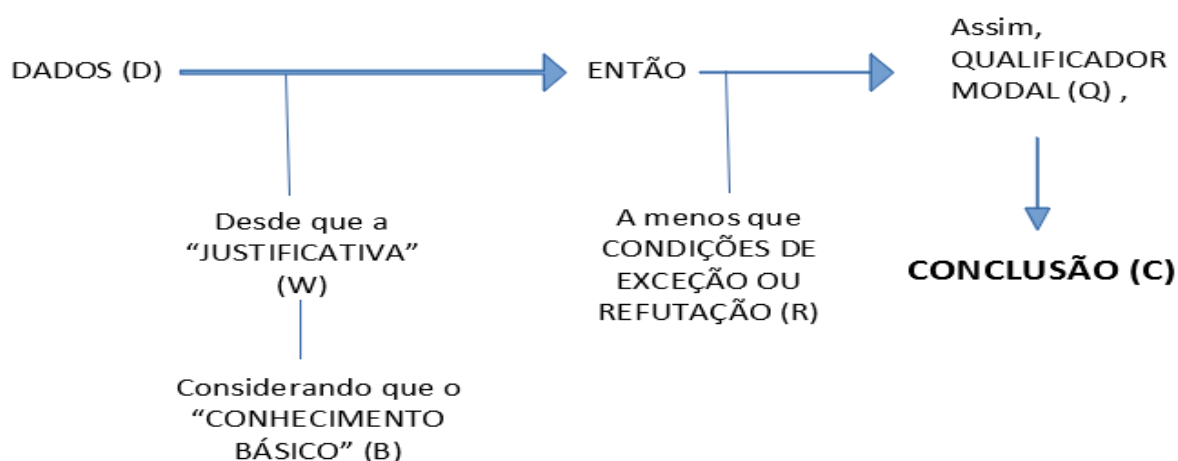
O último elemento apresentado por Toulmin é aquele que dá aval e autoridade às garantias: é o *conhecimento básico* (B) que apoia a garantia do argumento. A partir disso, Toulmin nos apresenta o padrão que confere uma forma ao argumento (Figura 3).

Uma apresentação básica possível do argumento, conforme o padrão de Toulmin, pode ser representada como: D (*dados*) assim, Q (*qualificadores*), C (*conclusão*), já que W (*garantia*), considerando que B (*conhecimento básico*), a menos que R (*condições de exceção ou refutação*) (Sasseron, 2008).

A base do padrão de argumentação proposta por Toulmin é justamente o conhecimento básico (B) e este trabalho preocupa-se em como ele está sendo levado em conta e desenvolvido em sala de aula.

Figura 3.

Padrão de argumentação completa proposta por Toulmin.



Nota: Figura integral da fonte Sasseron (2008).

A construção das garantias indica que houve a formação de reflexões que possibilitaram aos alunos dar validade para as suas conclusões. As condições de refutação apresentadas dão mais qualidade para o argumento, pois isso mostra que o aluno inseriu sua conclusão num contexto maior, em que a alegação formada é contestada.

O fazer pedagógico deve propiciar as interações sociais, e para isso se faz necessário uma postura diferenciada do professor que valorize o estudante como ser autônomo, capaz de agir e compreender as transformações sociais e contribuir com soluções para os problemas enfrentados por meio da aproximação com os objetos de conhecimentos da ciência.

O processo de construção dos argumentos tem sido estudado por diversos autores, como [Galvão et al. \(2018\)](#) e [Sasseron e Carvalho \(2013\)](#), ambos indicam a argumentação como prática relevante na construção do conhecimento.

A resolução de questões sociocientíficas (QSC) coloca os alunos diante de questões que vão além dos conteúdos apreendidos, mas que por várias vezes terão que acessá-los como regra. Sendo assim, as garantias e qualificadores modais aparecem para dar qualidade ao argumento e por consequência indicam que o aprendizado foi mais eficiente. A argumentação é amplamente empregada na cultura científica e deve ser utilizada em sala de aula para explorar o aprendizado e a qualidade dessa argumentação evidencia um processo de Alfabetização Científica.

[Driver e Newton \(1997\)](#) propuseram um modelo hierárquico para a qualidade do argumento tendo por base a estrutura argumentativa de Toulmin. Para os autores, o argumento pode ser categorizado em 5 níveis. Afirmação sem justificativa tem nível 0; afirmação simples com justificativa(s) tem nível 1; afirmações que competem, com justificativas têm nível 2; afirmações que competem, com justificativas e qualificadores ou afirmação(ões) com justificativas respondendo a um refutador tem nível 3; fazer julgamento integrando diferentes argumentos têm nível 4.

2.8.3 Os Indicadores da Alfabetização Científica

Segundo [Sasseron \(2008\)](#) alguns indicadores, aqui chamados de indicadores de alfabetização científica (tabela 1), devem ser observados para que seja comprovada se a LC está em curso.

Segundo a autora há três grupos de indicadores: O primeiro grupo está diretamente relacionado ao trabalho com os dados durante uma investigação (seriar, organizar e classificar informações). O segundo grupo está relacionado à estruturação do pensamento (raciocínio lógico e proporcional). O terceiro grupo está relacionado com os indicadores que buscam entender a situação analisada (levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação).

Tabela 1

Indicadores de Alfabetização Científica Propostos por Sasseron (2008).

Indicador	Descrição
Seriação de Informações	Está ligada ao estabelecimento de bases para a ação investigativa. Não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações: pode ser uma lista ou uma relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar.
Organização de Informações	Surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado. Este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente e ocorre tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão, quando ideias são relembradas.

Indicador	Descrição
Classificação de Informações	Aparece quando se buscam estabelecer características para os dados obtidos. Por vezes, ao se classificar as informações, elas podem ser apresentadas conforme uma hierarquia, mas o aparecimento desta hierarquia não é condição <i>sine qua non</i> para a classificação de informações. Caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos com os quais se trabalha.
Raciocínio Lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Relaciona-se, pois, diretamente com a forma como o pensamento é exposto.
Raciocínio Proporcional	Dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como as variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
Levantamento de Hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Esse levantamento de hipóteses pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema).
Teste de Hipóteses	Trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova.
Justificativa	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. Isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando-a mais segura.
Previsão	Este indicador é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
Explicação	Surge quando se buscam relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebem essas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.

Nota. Adaptada da fonte original em Sasseron (2008).

Sasseron (2015) aponta para o ensino por investigação como sendo um importante indutor desses indicadores, uma vez que encadeia atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação. Importante ressaltar que nesta pesquisa, não é objetivo analisar a argumentação dos estudantes diante de uma abordagem de ensino por investigativa. Deste modo, não se espera que todos os indicadores estejam presentes nas argumentações quando da resolução de questões sociocientíficas. De todo modo, qualquer tentativa, por parte do estudante, de buscar relações causais entre variáveis para explicar fenômenos ou uso de raciocínio hipotético-dedutivo deve ser observada e registrada.

Independentemente de os indicadores aparecerem total ou parcialmente, poderá haver ou não a tentativa de construir um modelo explicativo para melhor compreender o problema que está sendo analisado, remetendo o aprendizado ao fazer científico.

3 METODOLOGIA

A pesquisa para qualquer problema educacional exige do pesquisador um olhar amplo para enxergar uma pequena parte. O olhar deve estar atento a nuances que influenciam os resultados que encontra e por isso deve-se buscar caracterizar algumas dessas variáveis.

Este trabalho apresenta uma proposta metodológica baseada em métodos ativos que possam contribuir para o Letramento Científico (LC). Foram analisadas produções orais e textuais dos estudantes. No entanto, algumas variáveis podem influenciar nesse processo de letramento e podem ter se originado mesmo antes da aplicação da metodologia ou durante ela. No intuito de dar uma maior consistência à pesquisa, algumas variáveis foram analisadas e serão melhor caracterizadas à frente. Nas próximas páginas, são apresentados detalhes de como esta pesquisa foi planejada e realizada.

3.1 Procedimentos norteadores e pressupostos teóricos metodológicos

Nesta seção são apresentados os procedimentos que nortearam a preparação e execução do estudo, sendo uma parte quantitativa, com a finalidade de se determinar o perfil dos indivíduos da pesquisa, e outra parte qualitativa, com o objetivo de se verificar os contributos da metodologia para o desenvolvimento dos Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica e, por consequência, sua contribuição para o LC.

A primeira parte tem como método de análise procedimentos da estatística descritiva e inferencial, que avaliou dados gerados através de dois instrumentos de coleta de dados. Cada um teve por objetivo inferir determinados aspectos da educação dos estudantes da escola onde estão inseridos os estudantes desta pesquisa.

Os instrumentos quantificam o nível de letramento científico e descrevem o perfil de ensino de ciências durante o ensino fundamental, tal perfil é um elemento importante na pesquisa porque pode refletir aprendizagens significativas oriundas de séries anteriores. Essas duas variáveis, nível de letramento e perfil do ensino de ciências durante o ensino fundamental podem exercer algum tipo de influência sob as metodologias ativas, uma vez que um maior nível de letramento e de aprendizagens significativas podem servir como catalizadores das metodologias ativas empregadas no presente estudo. De outro modo, um menor

nível de letramento e de aprendizagens significativas podem ter uma influência negativa sob o aprendizado por essas metodologias ativas.

Complementando os instrumentos, também foi realizada uma análise das características socioeconômicas que podem influenciar no processo de aprendizagem.

A análise quantitativa, com o uso de ferramentas da estatística, foi necessária para expor algumas características dos estudantes da pesquisa. No entanto, generalizações ingênuas foram evitadas, pois os dados estatísticos aqui levantados ajudam a compreender os resultados qualitativos observados durante a metodologia.

Na segunda parte, foram analisadas algumas características do livro didático de biologia usado pelos estudantes que pudessem contribuir para fomentar o LC. Cabe aqui lembrar que o objetivo geral desta tese é verificar contributos de metodologias específicas para o Letramento Científico de estudantes do Ensino Médio. No entanto, para esta tese, tais metodologias fazem uso do LD e por isso foi importante analisar aspectos do LD que contribuíram ou não para o LC, a fim de evitar viés que exclua características do livro didático que possam contribuir com o Letramento Científico.

Ainda na segunda parte, foram analisados os discursos dos estudantes, suas argumentações escrita e oral, quando submetidos a uma proposta metodológica baseada em metodologias ativas. O *design* dessa metodologia será descrito mais adiante. Nesse sentido, entende-se que para a segunda parte, uma descrição, baseada na análise e na discussão qualitativa, foi a melhor opção para evidenciar pormenores que ocorrem durante o processo de aprendizado, os quais podem elucidar as contradições e subjetividades que motivam os participantes.

Portanto, a abordagem metodológica selecionada para esta segunda parte foi a qualitativa, o que configura um estudo de caso (Yin, 2005), tendo por base um processo de investigação participativa (Borda, 2006). A obtenção dos dados foi feita em ambiente natural, a sala de aula, com destaque para o professor investigador, já que existe uma interrelação entre o investigador e os sujeitos investigados, assumindo assim esse papel com a sua própria turma, atuando como observador privilegiado para a compreensão de comportamentos dos sujeitos da investigação. O investigador foi em si mesmo um instrumento na investigação e recolhimento de informações, as quais foram enriquecidas de pormenores descritivos.

A análise qualitativa para esta parte da tese é indispensável para não deixar escapar particularidades, nuances e subjetividades comuns a cada indivíduo. Por isso, buscou-se aqui explorar os fenômenos em profundidade, beneficiando-se da riqueza interpretativa em que o fenômeno se contextualizou.

3.2 Determinação das Características socioeconômicas dos estudantes da pesquisa

Traçar o perfil socioeconômico dos estudantes é importante, pois esse perfil pode ser uma das tantas variáveis que devem ser observadas quando se faz pesquisa na área de Educação. As informações que traçam o perfil dos estudantes foram extraídas do Projeto Político Pedagógico (PPP) que a escola dispõe para toda a comunidade escolar. O Projeto Político Pedagógico é um instrumento que reflete a proposta educacional da Instituição de Ensino (IE) e traz um panorama da comunidade escolar no ano de 2023. O PPP permite verificar as características do corpo discente e dessa forma traçar os projetos que são mais impactantes para a comunidade. Também conhecido apenas como projeto pedagógico, é um documento que deve ser produzido por todas as escolas, segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

3.3 Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado (TACB-S)

O TACB-S é composto por 45 itens com respostas dicotômicas que podem ser verdadeiras ou falsas. Para ser classificado como alfabetizado cientificamente, o participante deve obter o mínimo de 60% de acertos em cada uma das três subdivisões do teste (Laugksch & Spargo, 1996). O procedimento de redução instrumental citado na fundamentação teórica na seção 1.2 foi realizado por Vizzotto & Mackedanz (2018). Os enunciados desse teste encontram-se no [anexo IV](#).

Um formulário eletrônico com o TACB-S foi enviado para um total de 160 estudantes do 1.º ano do Ensino Médio, em fevereiro de 2023. Os estudantes que participaram das outras fases da pesquisa estavam contidos no total de alunos submetidos ao TACB-S. O formulário TACB-S ainda trazia, em seção à parte, questões relacionadas ao perfil dos estudantes quanto à idade, prevalência em escola pública ou particular e características das aulas de Ciência da Natureza no Ensino Fundamental, esses dados são complementares aos dados extraídos do PPP.

No questionário TACB-S há enunciados referentes aos três EEAC. Os enunciados 1 a 3, de 14 a 26 e de 35 a 45, um total de 27 questões refere-se ao primeiro EEAC. As questões de 4 a 13, um total de 10 questões refere-se ao segundo EEAC, enquanto as questões de 27 a 34, um total de 8 questões refere-se ao terceiro EEAC. Os 45 itens do teste apresentam-se como enunciados que possuem as seguintes opções de resposta: *verdadeiro*, representado pela letra V; *falso*, representado pela letra F; e *não sei*, representado por um ponto de interrogação (?). As respostas dadas como *não sei* foram consideradas erradas.

O TACB-S foi realizado por 160 estudantes do 1.º ano do ensino médio de uma escola pública na região central da cidade de Taguatinga-DF em fevereiro de 2023. Todos responderam o TACB-S em sala de aula, usando um formulário do *Google Forms*. O link foi enviado para alguns dos poucos alunos que dispunham de *Smartphones* com internet própria, não havia sinal de internet para alunos fornecido pela escola. O professor compartilhou sinal de internet do próprio *Smartphone* para estudantes que não tinham sinal de internet próprio. Houve o compartilhamento de dispositivos por parte dos alunos que finalizaram o teste antes do tempo previsto, possibilitando que outros alunos que não tinham *Smartphones* pudessem responder às questões. O tempo dado para responder todo o TACB-S foi de 50 minutos.

Antes de começar a responder a TACB-S, no mesmo formulário, os alunos responderam algumas perguntas com o objetivo de conhecer aspectos como a idade, origem de escola pública ou particular e características das aulas de Ciência da Natureza no Ensino Fundamental. As respostas a essas questões foram somadas às obtidas no PPP e PEC (Perfil do Ensino de Ciências) para melhor caracterizar o perfil dos estudantes.

O uso do Teste de Alfabetização Científica Básica - Simplificado – TACB-S foi usado para mensurar o nível de Letramento Científico dos estudantes a partir de um instrumento já referência no contexto nacional e internacional, com vistas a analisá-lo junto a outro instrumento (PEC), em busca de padrões de correlação entre esse constructo e as experiências vivenciadas durante as aulas de Ciências no Ensino Fundamental.

3.4 Construção e aplicação de um instrumento de sondagem da percepção de estudantes quanto ao ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental – Perfil do Ensino de Ciências - PEC

O PEC teve por objetivo descrever o perfil do Ensino e Aprendizado de Ciências da Natureza durante o Ensino Fundamental que pudesse fomentar Aprendizagens Significativas. Esse instrumento de coleta de dados é composto de 22 itens, dispostos em uma escala *Likert* de cinco pontos, cada uma com uma característica do Ensino de Ciências da Natureza que poderia ou não potencializar as aprendizagens significativas. Os estudantes puderam assinalar: nunca, quase nunca, algumas vezes, quase sempre ou sempre. O instrumento foi criado tendo em vista os requisitos básicos para a ocorrência de uma aprendizagem significativa (Ausubel, 2000). Os enunciados do teste encontram-se no anexo V.

O instrumento de coleta de dados foi analisado quanto a validação dos conteúdos dos itens. Para tanto, o questionário, formado por 24 itens, foi enviado para um total de 5 professores doutores da área de Educação,

sendo três deles especialistas em biologia, um em química, um em língua portuguesa, os quais puderam analisar a clareza, linguagem, relevância, adequação semântica e a coerência das questões.

Os avaliadores classificaram os itens como: 1 - Não relevante ou não representativo; 2 - Questão necessita de grande revisão para ser representativa; 3 - Necessita de pequena revisão para ser representativa; e 4 - Relevante ou representativo. Essa classificação teve como objetivo calcular o Índice de Validade de Conteúdo – IVC, proposto por [Alexandre e Coluci \(2011\)](#).

A confiabilidade do PEC foi realizada por meio da determinação de sua consistência interna, uma vez que a aplicação do instrumento sob as mesmas condições para dois momentos distintos é praticamente impossível em um contexto escolar. A determinação da consistência interna indica se todas as partes e subpartes medem a mesma característica. O teste estatístico escolhido foi a determinação do coeficiente Alfa de Cronbach. Para tal, após a aplicação do instrumento com os alunos, os dados foram testados no software estatístico *PSPP*, versão 3 (*Free*) para Windows.

Dentro do grupo de 160 estudantes que fizeram o TACB-S, um total de 64 estudantes responderam a PEC na primeira semana de março de 2023, sendo que todos esses estudantes participaram também de outras fases da pesquisa.

3.5 Análise do Livro Didático: Relação entre os dos pressupostos teóricos e metodológicos com os EEAC

O livro utilizado pelos estudantes como fonte de pesquisa foi de autoria de Eduardo Mortiner, Andreia Horta, Alfredo Mateus, Danusa Munford, Luiz Granco, Santer Matos, Arjuna Panzera, Esdras Garcia e Marcos Pimenta, da editora Spione. Intitulado: *Evolução, biodiversidade e sustentabilidade*. O livro aborda a seguinte temática: *Matéria, Energia e vida (Uma abordagem interdisciplinar)*. Ensino médio. Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, publicado em 2021, foi desenvolvido para atender as competências gerais e específicas, bem como as habilidades para a área da Ciências da Natureza previstas pela BNCC (Base Nacional Comum Curricular) articulando os componentes curriculares de Biologia, Física e Química.

A análise do LD se deu por meio do confronto dos pressupostos teóricos e metodológicos trazidos pelos autores do LD com os EEAC. Para esse particular, foi criada uma matriz que correlaciona as competências gerais, específicas e habilidades da BNCC-EM com os EEAC. Buscou-se por termos e/ou ideias que estavam presentes nos textos das competências gerais, competências específicas e habilidades, os quais coadunavam com os conceitos que definem os EEAC.

3.6 Análise do capítulo 5 *desafios para a sustentabilidade* e os elementos textuais e não textuais que contribuem para o LC

A análise pormenorizada das figuras e textos (semiótica multimodal), do capítulo 5 do LD, também foi feita, a fim de identificar elementos que potencializem a transmissão de informações, conceitos, ideias e valores que contribuam para o LC. Essa análise pode ser vista com mais detalhes no capítulo 3, seção 3.6 desta tese.

3.7 A análise do discurso, padrão de argumentação e indicadores de Letramento científico como instrumentos de percepção dos EEAC.

Neste trabalho, intentou-se mostrar como as diferentes situações, discussões e argumentações na sala de aula se relacionam e fornecem indícios de que o LC está ocorrendo entre os alunos do 1.º ano do Ensino Médio.

O estudo de caso foi pertinente para esta pesquisa porque buscou-se responder a uma pergunta explicativa: *De que forma a aplicação de uma metodologia baseada na integração do Flipped classroom (Sala de Aula Invertida) e no Problem-based learning (Aprendizado Baseado em Problemas) podem contribuir para o LC de estudantes do Ensino Médio?*

Para trilhar todos os EEAC foram usadas duas metodologias ativas, a SAI e ABP. A SAI foi usada como ponto de partida para o fortalecimento do primeiro EEAC. Nesse caso foi usado somente o LD fornecido pela escola como ferramenta de aprendizado. A necessidade de percorrer por esse eixo é indispensável, pois somente com a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais será possível compreender os demais eixos, os quais foram trilhados fazendo uso da metodologia ativa ABP tendo como ferramentas as QSC e também o LD.

Para alcançar o primeiro eixo, foi analisado o discurso dos estudantes durante a tentativa de compreender e explicar um conceito, as interações discursivas, o dissenso, as analogias, a formação de consenso e a síntese feita por eles, observando-se as repetições empíricas, formais e históricas (autoria) (Orlandi, 1998).

O segundo e terceiro EEAC tratam especificamente da compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, bem como do entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Para alcançar esses eixos, buscou-se, na produção escrita, dos

grupos de estudantes, padrões de argumentação como proposto por [Toulmin \(2006\)](#), bem como analisar a qualidade dos argumentos tomando como referência [Driver e Newton \(1997\)](#). Objetivou-se também identificar indicadores de alfabetização científica de [Sasseron \(2008\)](#) nos argumentos escritos.

3.8 Design da metodologia SAI/ABP e Caracterização dos Estudantes

A pesquisa foi realizada em uma escola pública do Ensino Médio de uma cidade do Distrito Federal, Brasil, no mês de março do ano de 2023. A escola atende alunos com faixa etária dos 14 anos de idade até 17 anos de idade. A instituição ficará no anonimato para que sejam preservados seus dirigentes, alunos e responsáveis, no entanto será caracterizada por meio do PPP nos resultados desta tese.

Um total de 4 turmas de estudantes do 1º ano do Ensino Médio (64 alunos) respondentes do TACB-S e também o PEC, foi submetido a uma proposta metodológica de ensino por um período de 3 semanas, tempo suficiente para desenvolver a proposta metodológica ativa de parte de uma unidade temática.

O professor-pesquisador foi apresentado aos estudantes no primeiro encontro (Semana 1), momento em que também a pesquisa foi apresentada aos estudantes, os problemas a serem investigados, os objetivos e a metodologia a ser empregada. Ainda no primeiro encontro, foi dada a oportunidade para que os alunos se manifestassem quanto à importância do ensino de ciências e quanto à metodologia a ser empregada, sempre buscando em suas falas contribuições que ajudaram a melhorar o *Design* da metodologia ou possibilitaram o aperfeiçoamento da prática pedagógica.

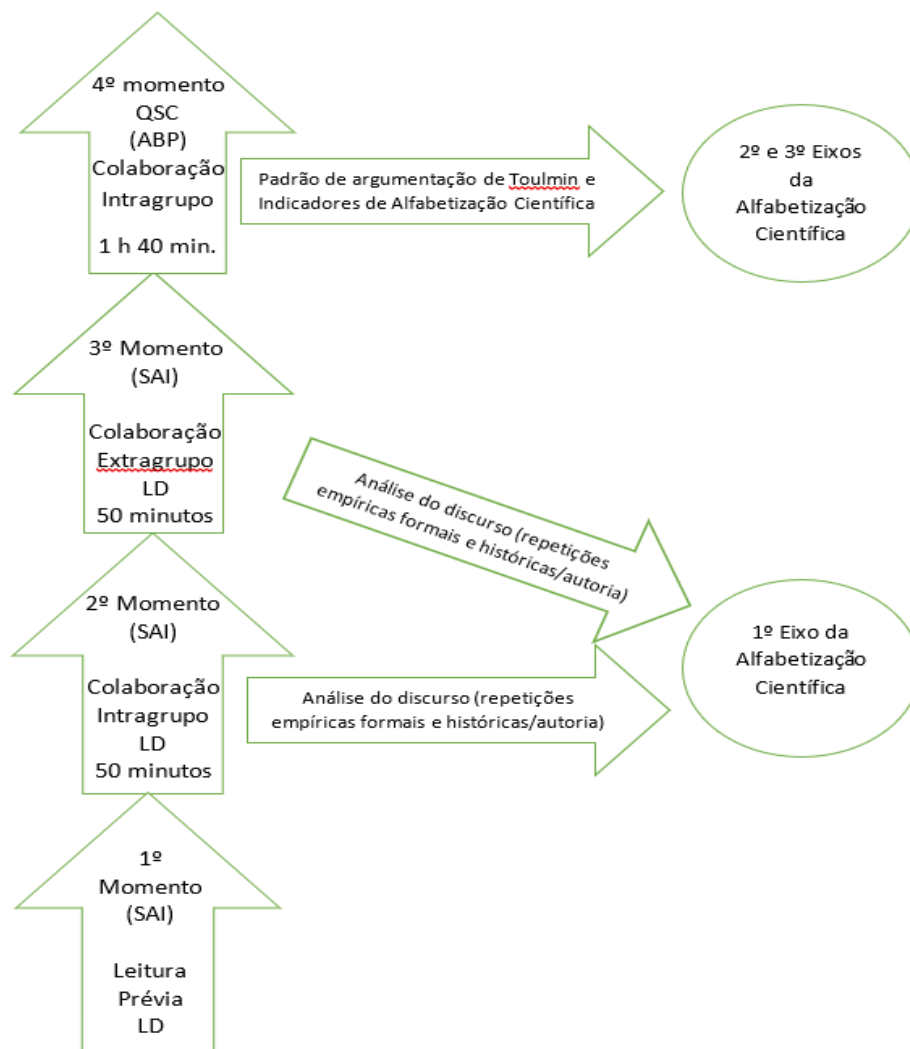
A metodologia tem por base 4 momentos de aprendizado, baseada na integração da SAI com ABP. As principais características que estruturam a metodologia podem ser vistas esquematizadas na [figura 4](#). Além do mais, na figura 4, pode-se perceber a existência de uma relação de desenvolvimento contínuo e crescente, representados pelas setas largas. Há também os instrumentos de percepção do fomento dos EEAC, representado pelas setas finas. Os detalhes da metodologia estão descritos abaixo.

- 1.º momento: Dando início à metodologia baseada na SAI, os alunos receberam instruções para que realizassem a leitura prévia, em seus lares, de parte do capítulo 5 do LD. O tema deste capítulo foi *Desafios para a sustentabilidade*. Para cada capítulo há títulos que abordam aspectos teóricos e conceituais relacionados a unidade temática. Para este capítulo específico os títulos são: A ecologia dos ecossistemas: mecanismos de manutenção da vida (5.1); A manutenção do equilíbrio ecológico (5.2); Relações ecológicas (5.3), Dinâmica de Populações (5.4); Espécies exóticas (5.5) e Fragmentação de habitat (5.6) e Ações e políticas para a

sustentabilidade (5.7). Tendo em vista que se trata de um longo capítulo, os estudantes foram instruídos a darem prioridade às leituras dos títulos 5.1 e 5.2 fazendo uso somente do LD.

Figura 4.

Esquema que estrutura a integração da SAI com ABP.



Nota 1: A leitura prévia, no primeiro momento, é feita de forma individualizada e em casa.

Nota 2: O próprio autor.

O título 5.1 traz os conceitos básicos de ecologia, indivíduo, população, comunidade, ecossistema e biosfera. Também traz os conceitos de fatores bióticos e abióticos (não explícitos, mas com vários exemplos). O título 5.2 traz os conceitos de nicho ecológico, cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia nas cadeias e teias alimentares.

No segundo momento os alunos formaram três grupos que variavam o número de componentes de quatro até seis estudantes dispostos aleatoriamente no espaço do laboratório de biologia. Cada grupo ficou responsável pelo estudo de um ou mais conceitos presentes nos títulos 5.1 e 5.2 da seguinte maneira:

- Grupo 1 - Conceitos básicos de ecologia, indivíduo, população, comunidade, ecossistema, biosfera, fatores bióticos e abióticos.
- Grupo 2 - Cadeia alimentar e Nicho Ecológico.
- Grupo 3 - Teia alimentar e Nível Trófico.

Esta separação por conceitos diminui a quantidade total de leitura e concentra maior esforço para compreender os conteúdos presentes no tópico que está sendo estudado.

Uma vez organizados os grupos e distribuídos os assuntos a serem estudados foi dado início ao segundo momento de aprendizagem da seguinte forma:

- 2.º momento: Discussão e aprendizagem compartilhado, que se caracteriza pela apresentação para os parceiros do grupo dos conceitos estudados (Colaboração Intragrupo). Nesse caso, os alunos foram responsáveis por ensinar uns aos outros. O professor-pesquisador teve o papel de corrigir entendimentos errados, suprimir dúvidas, fazer analogias sempre que solicitado ou aperfeiçoar analogias feitas pelos estudantes, bem como criar as condições de discussão dentro do grupo, a fim de permitir a colaboração entre eles. Além disso, o docente observou, anotou e gravou os discursos produzidos pelos estudantes, observou a formação do dissenso e do consenso dentro dos grupos. O tempo desta atividade não ultrapassou os 50 minutos. O LD esteve presente no momento 2 para releituras e para dirimir dúvidas, também serviu para que os alunos pudessem fazer apontamentos uns para os outros.
- 3.º momento: Apresentação para os outros grupos, a qual se caracterizou pela exposição das aprendizagens realizadas dentro dos grupos (Colaboração intergrupo). Foi escolhido aleatoriamente um estudante de cada grupo para apresentar. O estudante trouxe para os demais alunos, de forma sucinta, o que o grupo entendeu dos conceitos. O professor-pesquisador teve um papel importante de incentivar e corrigir eventuais erros ou mesmo lembrá-los dos novos significados que foram dados por eles durante o segundo momento de aprendizagem. Importante lembrar que os conceitos estudados por cada grupo se complementam e são interdependentes, o que não impediu o aluno de consultar os conteúdos abordados nos outros grupos durante o momento 2, ou mesmo ressignificar o que aprendeu no momento 3. A apresentação foi iniciada pelo grupo 1 e finalizada com o grupo três. O tempo do momento 3 foi de 50 minutos.
- 4º momento: O professor fez uma síntese dos conceitos aprendidos durante o momento 2 e 3, destacando as partes mais importantes. Duas questões sociocientíficas (QSC) foram apresentadas ao grupo.

As produções textuais ([anexos XXVI e XXVII](#)) foram analisadas a fim de se verificar padrões de argumentação de [Toulmin \(2006\)](#), nível de argumentação de [Driver e Nilton \(1997\)](#) e Indicadores de Alfabetização Científica de [Sasseron \(2008\)](#) que pudessem contribuir com desenvolvimento do segundo e o terceiro EEAC. O tempo de duração dessa atividade foi de 1h e 40 minutos. As questões sociocientíficas estão no [anexo II e III](#).

A QSC (Aspectos socioambientais do uso de agrotóxico – QSC-1), [anexo II](#), originalmente, é formada de um total de 20 questões, no entanto, os estudantes e professor/pesquisador concluíram que deveriam ser analisadas somente as questões 3, 11, 13 e 19. As motivações que levaram para essa conclusão foram as características das questões que as aproximavam mais do segundo e terceiro EEAC que outras questões, como também a adequação ao tempo para resolução da atividade.

A QSC (o envenenamento das abelhas – QSC-2), pelos mesmos motivos do parágrafo anterior, foi reduzida às questões 5 e 12. As QSC-1 e QSC-2 foram extraídas do livro: Questões Sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas, publicado pela Universidade Federal da Bahia ([Conrado & Nunes-Neto, 2018](#)).

Os momentos 2 e 3 tiveram áudio gravado. Para cada um dos grupos foi disponibilizado um microfone, gravador de voz digital, modelo MT-556 – da marca *Tomate*. Os áudios foram gravados em formato WMA e manualmente transcritos pelo pesquisador e anexados a esta tese ([anexos XII a XXII](#)). Junto a cada um dos anexos das transcrições foi disponibilizado link que dá acesso aos áudios em formato WMA. Os áudios foram editados usando o programa *Audacity* a fim de se retirar ruídos que interferiram na compreensão do áudio ou de falas que não estavam dentro do contexto do trabalho realizado.

Antes de iniciar a pesquisa com os estudantes, os pais dos alunos receberam um comunicado explicando o porquê da pesquisa e das gravações das aulas e foi solicitada a concessão do som para uso exclusivo como dados de pesquisas. Mesmo com a concessão do uso do som pelos pais, foram dados pseudônimos para os estudantes nos áudios transcritos. Os pais dos estudantes receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, em linguagem acessível à compreensão. Um modelo do termo de consentimento está disponível no [anexo I](#).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES RECOLHIDAS

4.1 Características socioeconômicas dos estudantes da escola

Os estudantes que participaram da pesquisa estão inseridos em um contexto escolar, no ano de 2023, com as seguintes características: A escola era composta por 1.314 estudantes, sendo grande parte oriunda da região administrativa de Taguatinga (cidade do Distrito Federal) e outras cidades adjacentes a Taguatinga, como Ceilândia, Samambaia, Sol Nascente, Pôr do Sol, Acampamento 26 de Setembro, Vicente Pires, Colônia Agrícola Samambaia e atende até mesmo estudantes que residem em cidades mais distantes, fora do Distrito Federal, como é o caso de município de Águas Lindas de Goiás.

As características socioeconômicas foram produzidas a partir de uma pesquisa realizada via *Google Forms* com uma amostra representativa de 373 alunos (cerca de 28,4%) de um total de 1314 estudantes, em que foram coletados dados relativos a série, sexo, idade, raça/cor, orientação religiosa, local de residência, meio de transporte, com quem reside, com quantas pessoas reside, características do imóvel onde mora, renda mensal da família, grau de instrução do pai e da mãe, origem de escola particular ou pública no ensino fundamental, reprovação, abandono escolar, perspectivas para o futuro. Os dados citados acima foram extraídos do PPP do ano de 2023.

Segundo dados do PPP, a escola possuía no ano de 2023, 44,77% de estudantes matriculados no 1.º ano, 31,64% no 2.º ano e 23,59% no 3.º ano do Ensino Médio. Não há dados no PPP que indiquem que esses números decrescentes estejam relacionados ao abandono escolar durante o Ensino Médio (PPP, 2023).

Quanto ao gênero, os dados do PPP mostram um predomínio do gênero feminino com 61,39% e 38,61% do sexo masculino. A idade predominante é de 15 e 16 anos, com 35,12% e 34,12%. Os resultados também mostraram estudantes com 18 anos de idade 3,22%, não havia dados no PPP que indicassem a série onde esses estudantes estavam matriculados.

O local de residência predominante dos estudantes era a cidade de Taguatinga com 54,16%, mesmo local onde se encontra a escola. Um total de 13,14% dos estudantes eram da Cidade Vicente Pires, região administrativa que fica a aproximadamente 5 quilômetros da escola. Essa segunda maior porcentagem tem

como justificativa o fato de a cidade não ter escolas de ensino médio públicas e a escola da pesquisa era a mais próxima.

Geograficamente, a escola está situada em uma região muito bem localizada, e em uma das principais avenidas da cidade, próximo a importante comércio varejista, clubes, centros universitários, hospitais de grande porte privados e públicos e outras escolas que atendem desde a Educação Infantil até o Ensino Fundamental e o Ensino Médio.

O meio de transporte mais comum para os estudantes irem à escola era o público (ônibus/autocarros) com 47,72% e a caminhada 23,86%. Um importante aspecto que contribui para o interesse de muitos pais matricularem seus filhos na escola era a questão da mobilidade, pois se trata de uma região amplamente atendida por linhas de transporte coletivo.

A maioria dos estudantes, 52,28%, moravam com ambos os genitores (pai e mãe), somente com a mãe, 35,66%, somente com o pai 4,29%, com outros membros da família 7,77%. A maioria das famílias, 35,92%, era formada por mais de três membros e 40,48% moravam em residências alugadas.

As rendas familiares eram de até 1 salário-mínimo 17,43%, entre 1 e 2 salários-mínimos 37,80%, entre 3 e 4 salários-mínimos 26,54%, entre 5 e 6 salários-mínimos 8,85, acima de 6 salários-mínimos 8,31%. No Brasil, o salário-mínimo, na época da pesquisa, era de R\$ 1.320,00, ou €247,19 (Conversão realizada em 05/09/2023).

Os dados trazidos no PPP revelavam que a maioria dos genitores possuía escolaridade no nível médio completo. Os dados do PPP traziam níveis de escolaridade separando pais e mães. Entre os pais, 28,69% tinham ensino médio completo e entre as mães 34,58% possuíam ensino médio completo. Os percentuais também revelavam uma maior porcentagem de mães com ensino superior 30,83%, quando comparado com os pais 21,45%. Os dados ainda informavam que 11,26% dos pais e 6,97% das mães apresentavam somente o ensino fundamental completo.

O PPP também trazia dados sobre a origem acadêmica dos estudantes, se oriundos de escolas públicas ou particulares. A maioria, 71,58% responderam que vieram de escolas públicas.

Questionados quanto à reprovação e abandono escolar, 85,79% disseram que nunca reprovaram e 95,71% disseram que nunca abandonaram a escola e que 71,05% têm perspectivas de estudar e trabalhar após o fim do ensino médio, contra 15,28% que pretendem só estudar. A maioria 72,92% pretendem seguir com o ensino superior e 12,87% não souberam opinar.

4.1.1 Conclusão – Perfil socioeconômico dos estudantes da escola

Em suma, os dados extraídos do Projeto Político Pedagógico (PPP) revelam que estudantes são, em sua maioria, do sexo feminino, dentro da faixa etária para a série, moram, em geral, nas proximidades da

escola, são na maioria, famílias de baixa renda e com pais, na maioria, com nível médio de escolaridade. O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) usando parâmetro do Banco Mundial definiu como baixa renda aquelas famílias que têm renda *per capita* igual ou inferior a R\$ 665,00 por mês (IBGE, 2024).

No artigo publicado na Revista Brasileira de Economia da Fundação Getúlio Vargas, intitulado: *Desempenho dos estudantes ao final do ensino médio: Mensurando a influência direta e indireta da educação dos pais*, Feijó et al. (2022) concluíram que filhos de pais e mãe com ensino superior registraram pontuações mais elevadas em todas as áreas do conhecimento no Exame Nacional do Ensino Médio. No entanto, quando usados controles como renda, tamanho da família, infraestrutura domiciliar e escolar, o grau de instrução superior pareceu não ser tão relevante assim. Aparentemente, para este artigo a renda parece ser o mais impactante na educação dos filhos.

Feijó et al. (2022) ainda levantam a possibilidade de que outros fatores podem estar envolvidos na qualidade da educação dos filhos, tais como a transmissão de valores, culturas, carga genética e envolvimento parental. Silva (2019) concluiu que o estudo realizado por ela não apoia os estudos de que um nível de escolarização elevado dos pais seja benéfico para o desempenho do seu filho e que é mais benéfico para o estudante que um dos pais seja encarregado de sua educação corroborando com o envolvimento parental citado no parágrafo anterior.

Os dados trazidos no PPP não fazem qualquer menção sobre o engajamento dos pais no acompanhamento dos estudos dos filhos. No entanto, os dados sobre renda familiar são relevantes para esta tese, porque colaboram ao traçar um perfil de estudantes que por causa de poucos recursos econômicos podem ter pouco acesso às tecnologias de informação digitais como computadores, *smartphones* e internet de alta velocidade.

Não há qualquer interesse nesta tese de negar o uso das tecnologias de informação digital, às quais devem ser implementadas, com rapidez e qualidade, a fim de aproveitar todo o potencial que elas podem oferecer. Mas aqui, na presente tese, deve-se assumir que o pouco acesso às tecnologias digitais pode ser ainda pior em regiões mais distantes dos grandes centros urbanos. Segundo a UNESCO (2023), em relatório intitulado: *Relatório de Monitoramento Global da Educação 2023: Tecnologia na educação: Uma ferramenta a serviço de quem?*, há questionamentos se realmente essas tecnologias digitais são democratizadoras do conhecimento ou só ajudam a distanciar ainda mais aqueles que fazem uso delas daqueles que não têm acesso a elas.

Sendo assim, esses dados reforçam a importância do livro didático como ferramenta democratizadora dos conteúdos, não custa lembrar que esta ferramenta é amplamente distribuída em todo o território nacional e de forma gratuita.

Esse resultado também ajuda a responder, em parte, à questão acessória desta tese, pois, dado o contexto socioeconômico dos estudantes da pesquisa, o qual reduz o acesso a tecnologias de informação digital, o livro didático pode ser um substituto dessas tecnologias usadas no *Flipped classroom* (Sala de Aula Invertida). No entanto, uma resposta mais contundente a essa questão acessória depende de outras informações relacionadas às características do livro didático que virão mais adiante.

4.2 Perfil dos alunos do 1.º ano do ensino médio e algumas de suas percepções quanto ao ensino e aprendizado de Ciências da Natureza

Esta parte da pesquisa buscou caracterizar com maior detalhe os alunos que participaram das outras fases do estudo. Como os dados do Projeto Político Pedagógico (PPP) são amplos e não respondem a certas questões de maior interesse, foram feitos alguns questionamentos, no mesmo formulário onde foi respondido a TACB-S, que melhor caracterizaram os estudantes do 1.º ano do ensino médio.

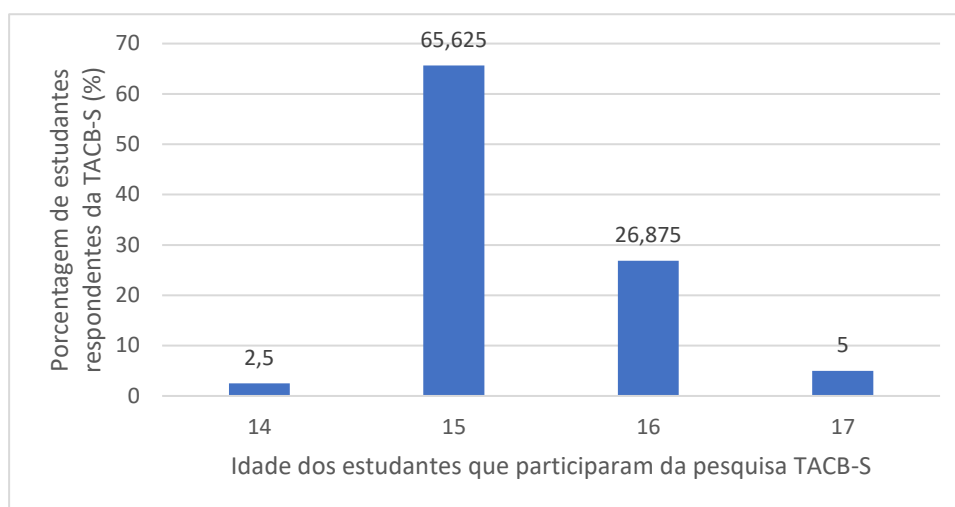
Diferentemente do PPP que traz resultados de uma pesquisa ampla sobre as características dos estudantes de todo o ensino médio, esta parte da pesquisa traz um retrato mais preciso dos estudantes do 1.º ano do ensino médio, os quais também fizeram parte de outras fases da pesquisa.

Do total de 160 estudantes do 1.º ano do ensino médio, 50% declaram ser do gênero masculino, 48,1% declaram ser do gênero feminino e 1,9% não responderam ser masculino nem feminino. Esse resultado não corrobora com disponibilizado pelo Projeto Político Pedagógico. Deve-se considerar aqui que os dados do PPP trazem um retrato amplo com alunos do 1.º, 2.º e 3.º ano do Ensino Médio, enquanto os dados aqui representados mostram um recorte do 1.º ano do Ensino Médio.

Um total de 105 estudantes, 65,62%, tinham a idade de 15 anos, portanto a maioria dentro da faixa etária esperada para a referida série e 2,5% ainda tinha 14 anos, mas completariam 15 anos no ano da pesquisa e um total de 31,87% estavam acima da faixa etária com 16 até 17 anos ([Figura 5](#)).

Figura 5.

Faixa etária dos estudantes respondentes do questionário TACB-S.

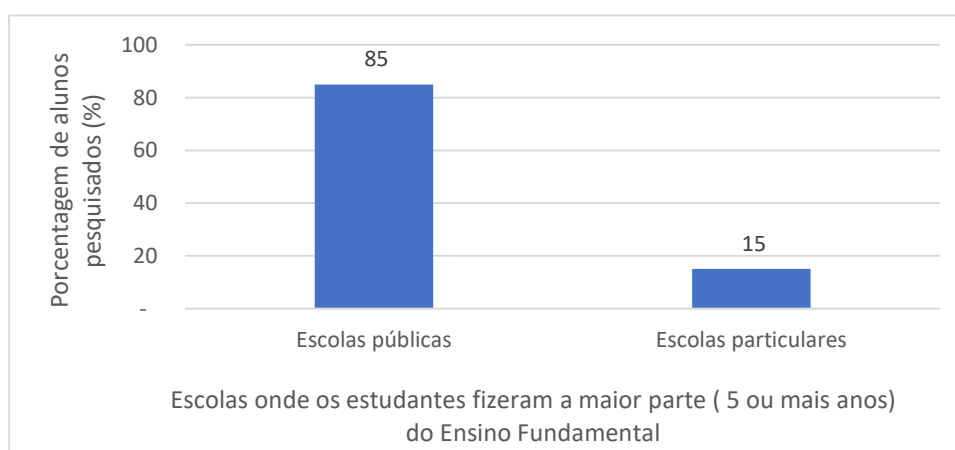


Nota: O próprio autor.

Questionados quanto à origem da escola em que fizeram a maior parte do ensino fundamental (5 ou mais anos), se pública ou privada, os resultados mostraram que 85% dos estudantes fizeram a maior parte do ensino fundamental em escolas públicas, ao passo que apenas 15% estudaram a maior parte do tempo (5 ou mais anos) em escolas particulares (Figura 6).

Figura 6.

Origem dos estudantes do ensino médio que participaram da pesquisa TACB-S, escolas públicas ou particulares.

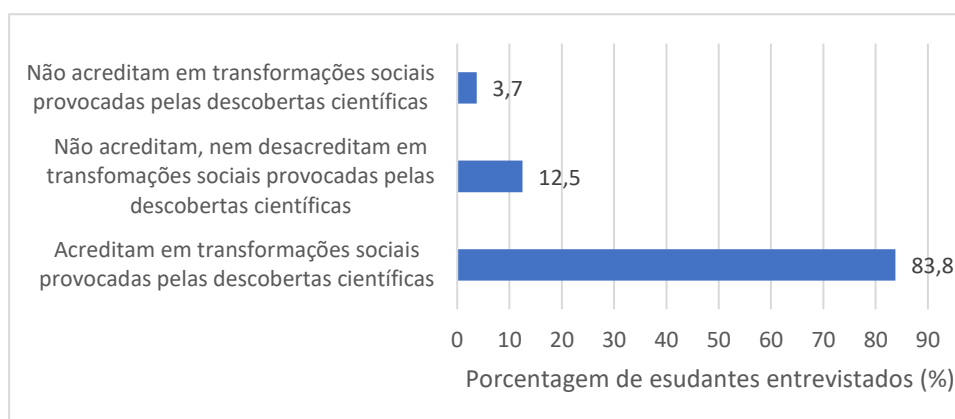


Nota: O próprio autor.

Os estudantes também foram questionados se acreditavam que descobertas científicas poderiam provocar alguma mudança na sociedade. Os resultados mostraram que 83,8% dos estudantes acreditam em transformações sociais provocadas pelas descobertas científicas, enquanto 12,5% não acreditam nem desacreditam e 3,7% não acreditam (Figura 7).

Figura 7.

Opinião dos estudantes acerca da influência das descobertas científicas nas transformações sociais.



Nota: O próprio autor.

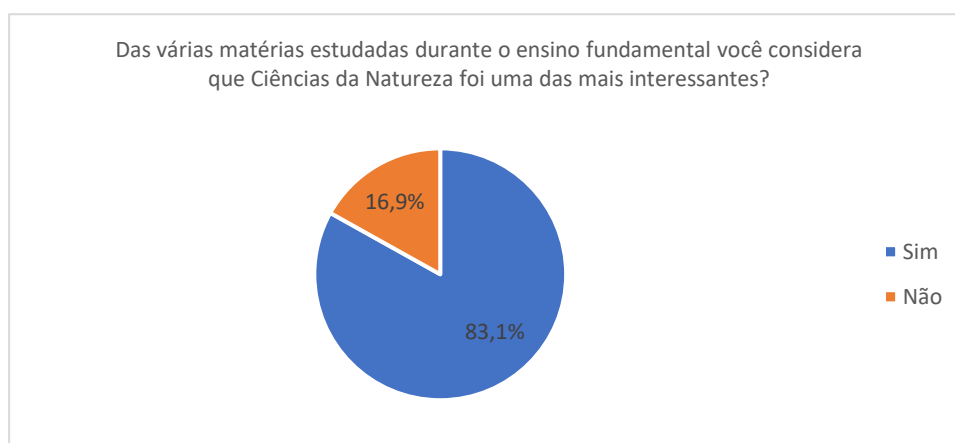
Tais resultados mostram que ainda há uma parcela dos estudantes entrevistados, 16,2%, que provavelmente não compreendem a intrincada relação existente entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (3.º EEAC). Uma explicação provável é a pouca oportunidade que essa parcela de alunos teve, durante sua formação, de relacionar ciência e tecnologia com as transformações da sociedade, em outras palavras, provavelmente, faltou reflexão sobre aspectos sociais, culturais, políticos, econômicos e ambientais ligados à prática científica. Cabe ressaltar que os estudantes da pesquisa fizeram uma parte do seu Ensino Fundamental II durante a pandemia de Covid-19 e provavelmente tiveram poucas oportunidades de refletir sobre temas que fortaleçam o 3.º EEAC.

Os estudantes também foram questionados quanto ao interesse, no ensino fundamental, pelo componente curricular Ciências da Natureza. Cabe aqui lembrar que o Ensino Fundamental é subdividido em Ensino Fundamental I (1.º ano ao 5.º ano) e Ensino Fundamental II (6.º ano ao 9.º ano). Para esse particular foram alertados que se tratava do Ensino Fundamental II e em seguida foi feita a seguinte pergunta: *Das matérias estudadas durante o Ensino Fundamental, você considera que Ciências da Natureza foi uma das mais interessantes?*

O resultado mostrou que 83,1% dos estudantes disseram que sim e 16,9% disseram que não (Figura 8).

Figura 8.

Percepção dos estudantes quanto ao interesse pela disciplina de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental.



Nota: O próprio autor.

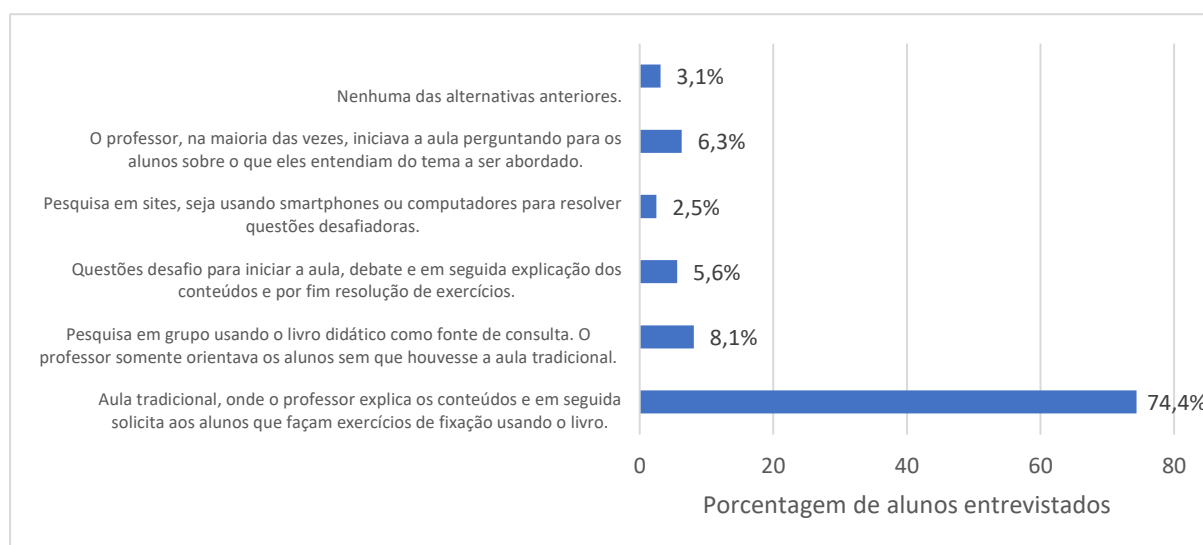
Os resultados apresentados na figura 8 ajudam a compreender a opinião do grupo de alunos que disseram acreditar nas transformações sociais provocadas pelas descobertas científicas (Figura 7). Uma provável explicação é que alunos que demonstram maior afetividade com um determinado componente curricular acabam por ter maior facilidade de aprender assuntos relacionados a esse componente e por consequência estão em maior contato com leituras e reflexões sobre os assuntos de seu interesse.

Para entender melhor como eram conduzidas as aulas no Ensino Fundamental, foi feita a seguinte pergunta para os estudantes: *Há várias metodologias que podem ser trabalhadas pelo professor durante as aulas. Como seu professor de ciências (Ensino Fundamental – 6.º ao 9.º ano – Alertados oralmente) trabalhou a maior parte do tempo?*

Os resultados mostraram que a maioria, 74,4%, respondeu que as aulas eram tradicionais, ou seja, o professor explicava os conteúdos e em seguida solicitava aos alunos que fizessem exercícios de fixação usando o livro como fonte de pesquisa e por fim, corrigia os exercícios. 8,1% disseram que os professores pediam para fazer pesquisa em grupo usando o livro didático como fonte de consulta. 6,3% disseram que o professor, na maioria das vezes, iniciava a aula perguntando para os alunos sobre o que eles entendiam do tema a ser abordado, antes de começar a explicar os conteúdos para no fim propor resolução de questões trazidas no livro didático. 5,6% dos estudantes disseram que o professor iniciava a aula com um debate sobre o tema para em seguida explicar os conteúdos e por fim resolver exercícios, enquanto 2,5% dos estudantes disseram que o professor iniciava a aula com pesquisa em sites, seja com *smartphones* ou computadores para resolver questões desafiadoras (Figura 9).

Figura 9.

Visão do estudante de como o professor conduzia as aulas de Ciências da Natureza.



Nota: O próprio autor.

4.2.1 Conclusão – Perfil dos alunos do 1.º ano do Ensino Médio e suas percepções quanto ao ensino e aprendizado de Ciências no Ensino Fundamental

Os resultados mostraram que para esse recorte de estudantes do 1.º ano do Ensino Médio, a aula tradicional, com alunos passivos, foi predominante nas escolas de Ensino Fundamental e que parece não haver uma relação inversa entre aulas tradicionais e interesse desses estudantes pelo componente curricular de Ciências da Natureza.

Um maior cuidado nessa análise foi necessário tendo em vista que os referidos estudantes tiveram aulas durante todo o ano letivo dentro do espaço escolar somente no 6.º e 9.º ano. O 7.º e parte do 8.º ano tiveram aulas *on-line* em razão do isolamento social imposto pela pandemia de Covid-19. Alguns estudantes relataram que estavam buscando na memória os acontecimentos durante as aulas de ciências do 9.º ano porque era mais recente e que na maioria das vezes, por problemas diversos, mas especialmente dificuldade de acesso, não participavam das aulas *on-line* ou que não lembravam das aulas *on-line* quando participavam.

Um outro ponto que merece uma reflexão é o fato de acreditarem em transformações sociais provocadas por descobertas científicas. A princípio, pode se desconfiar de que os estudantes, em sua maioria, compreendem o caráter social, cultural, político, econômico e ambiental, ligados à prática científica, e que, portanto, foi fomentado, durante o Ensino Fundamental o segundo e terceiro eixos estruturantes da alfabetização científica. No entanto, como veremos adiante o teste de alfabetização científica básico simplificado (TACB-S) não corrobora com esse resultado.

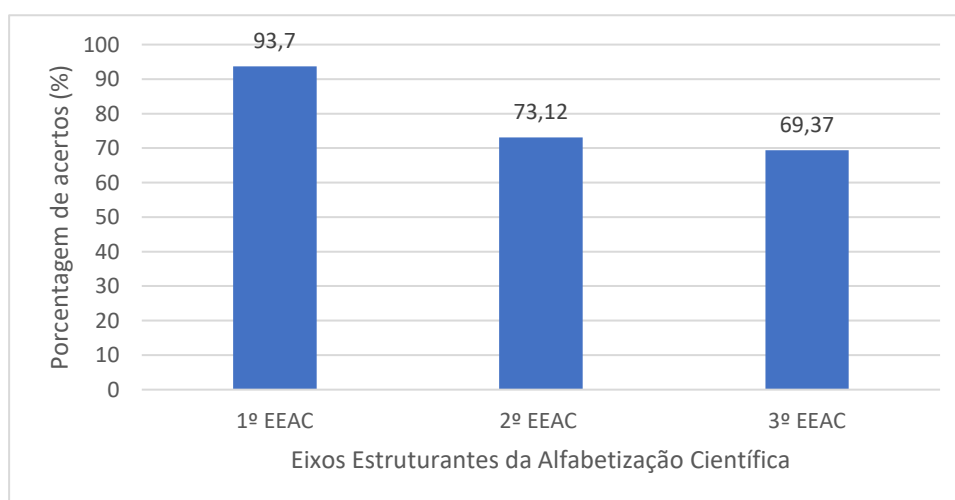
4.3 Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado (TACB-S)

A TACB-S é um questionário composto por 45 itens, que versam sobre aspectos científicos de forma básica e interdisciplinar e é apresentado na íntegra no anexo IV. O mesmo possui três subdivisões (sub testes), cada um trabalha um eixo: O 1.º EEAC (compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais) contém 27 itens que abordam os conteúdos da ciência, desde sua nomenclatura, significados, até mesmo, aspectos históricos. O 2.º EEAC (compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática) contém 10 itens. O 3.º EEAC (entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente) contém 8 itens.

Os resultados mostraram que 93,7% dos estudantes de um total de 160, acertaram 60% ou mais das questões relacionadas aos conhecimentos gerais (1.º EEAC), 73,12% dos estudantes acertaram mais que 60% das questões relacionadas com a natureza da ciência (2.º EEAC) e que 69,37% dos estudantes acertaram 60% ou mais das questões relacionadas com a ciência e sociedade (3.º EEAC) (Figura 10).

Figura 10.

Porcentagem de estudantes que acertaram mais que 60% cada um dos EEAC.



Nota: O próprio autor.

O eixo com maior porcentagem de acertos foi o 1.º EEAC. Isso pode ser devido a um provável foco dos estudos, no Ensino Fundamental, nos conceitos e termos técnicos e científicos, com menor ênfase na natureza da ciência para explicar modelos de realidade, assim como o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade e no meio ambiente. Metodologias de ensino que buscam despertar o interesse da aplicação do método científico, da postura ética e política para discutir e se envolver em questões de natureza científica podem trazer um melhor desenvolvimentos do 2.º e 3.º EEAC.

Segundo [Laugksch e Spargo \(1996\)](#), para serem classificados como alfabetizados cientificamente, os participantes devem obter o mínimo de 60% de acertos em cada um dos três subtestes. Em outras palavras, cada aluno deve ser analisado individualmente e só será considerado alfabetizado cientificamente se obtiver 60% de acertos, ou mais, para cada um dos subtestes. Se um estudante obtiver, por exemplo, 70% de acertos no primeiro eixo, 90% de acertos no segundo eixo e 50% de acertos no terceiro eixo, não será considerado alfabetizado cientificamente.

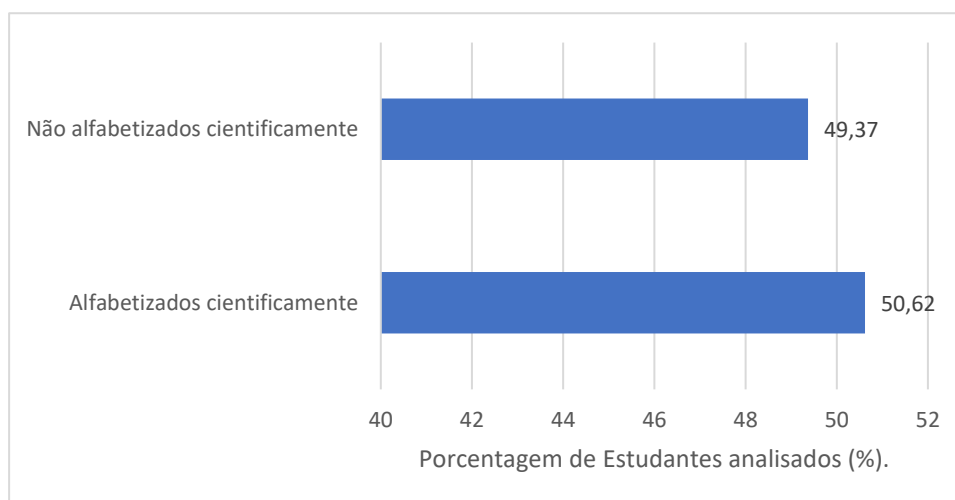
A percentagem de acertos de cada um dos estudantes para cada um dos subtestes foi analisada. Estudantes que obtiveram para qualquer dos subtestes percentagem inferior a 60% foram classificados como não alfabetizados cientificamente, ao passo que estudantes que obtiveram 60% ou mais foram classificados como alfabetizados cientificamente.

Os resultados mostraram que 50,62% dos estudantes obtiveram acertos iguais ou acima de 60% em todos os subtestes, podendo ser considerados, segundo [Laugksch e Spargo \(1996\)](#), alfabetizados cientificamente e que 49,37% dos estudantes não podem ser considerados alfabetizados cientificamente ([Figura 11](#)).

Em pesquisa feita por [Rivas et al. \(2017\)](#) com alunos egressos do ensino médio que ingressaram no curso superior de Ciências Biológicas, verificou-se que de um total de 46 estudantes 40 poderiam ser considerados alfabetizados cientificamente, ou seja, 86,95%, valor bem acima do apresentado aqui. Essa grande diferença pode ser explicada, como dito antes, pelo ciclo de ensino incompleto dos estudantes desta pesquisa e somado a isso o fato de que os estudantes da pesquisa de Rivas e colaboradores serem ingressantes de um curso que demanda um conhecimento prévio mais amplo na área das ciências da natureza e suas tecnologias. [Nascimento-Schulze et. al. \(2006\)](#) indicaram que existe relação entre os desempenhos satisfatórios no TACB-S e o alto interesse por temas científicos, assim como as boas notas e a frequência escolar.

Figura 11.

Resultado TACB-S de estudantes do 1.º ano do Ensino Médio para não alfabetizados e alfabetizados cientificamente de acordo com Laugksch e Spargo (1996) e Vizzotto & Mackedanz (2018).



Nota: O próprio autor.

Corroborando com o dito por [Laugksch & Spargo \(1999\)](#) e [Vizzotto & Mackedanz \(2018\)](#), os resultados obtidos pela TACB-S até aqui demonstram que praticamente a metade dos alunos participantes da pesquisa são alfabetizados cientificamente. Esses resultados mostram um perfil de aluno heterogêneo quanto à bagagem de conhecimentos adquiridos ao longo da sua vida, quando se analisa os três eixos e os critérios dos autores acima. No entanto, deve-se ter cuidado ao analisar esses dados, especialmente quanto aqueles ligados ao 1.º EEAC, visto que o TACB-S traz uma variedade de conteúdos de diferentes componentes curriculares e para a presente tese interessa mais aqueles conteúdos que estão correlacionados aos conteúdos inseridos no capítulo 5 do livro didático.

Pelo motivo exposto no parágrafo anterior, foram analisadas algumas das questões da TACB-S, cujos os resultados encontram-se mais adiante, tendo como critério de inclusão para análise as questões que abordavam temas relacionados aos conteúdos do capítulo 5 do LD, tais como: *A ecologia dos ecossistemas, cadeia e teia alimentar, fluxo de energia, pirâmides ecológicas, a manutenção do equilíbrio ecológico, ciclos biogeoquímicos, as relações ecológicas, a dinâmica de populações, espécies exóticas, classificação dos seres vivos, taxonomia, evolução e fragmentação de habitat.*

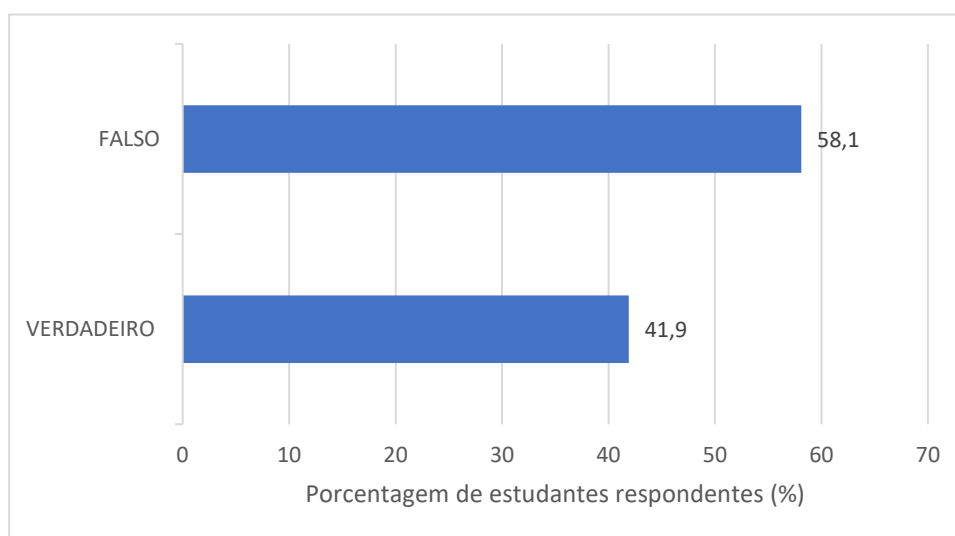
Quanto à análise de dados ligados ao 2.º e 3.º EEAC, não foi usado o mesmo critério de inclusão do parágrafo anterior, uma vez que para esses dois eixos faz-se o uso de processos reflexivos que vão além dos conteúdos de Ciências da Natureza e que podem mostrar uma capacidade interpretativa dos sujeitos. Por esse motivo, foram analisadas, mais profundamente, questões que obtiveram maior porcentagem de acertos e erros.

Considerando o critério usado para análise das questões que se relacionam ao 1.º EEAC, uma questão que se destaca foi a seguinte: *Os elementos que compõem as moléculas dos seres vivos são continuamente reciclados*, com 58,1% dos estudantes marcando a opção incorreta ([Figura 12](#)).

Perguntado a um grupo de alunos que fizeram o teste: Quais elementos eram esses que compõem as moléculas? Disseram não saber. É preciso que o estudante perceba que os elementos que compõem essas moléculas estão em constante ciclagem, para isso faz-se necessária uma melhor compreensão dos ciclos biogeoquímicos, assunto que não tinha sido abordado pelo professor até aquele momento, no 1.º ano do ensino médio. No entanto, 41,9% dos estudantes consideraram a proposição verdadeira o que pode revelar conhecimentos prévios sobre o assunto.

Figura 12

Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como falsa a proposição: Os elementos que compõem as moléculas dos seres vivos são continuamente reciclados.

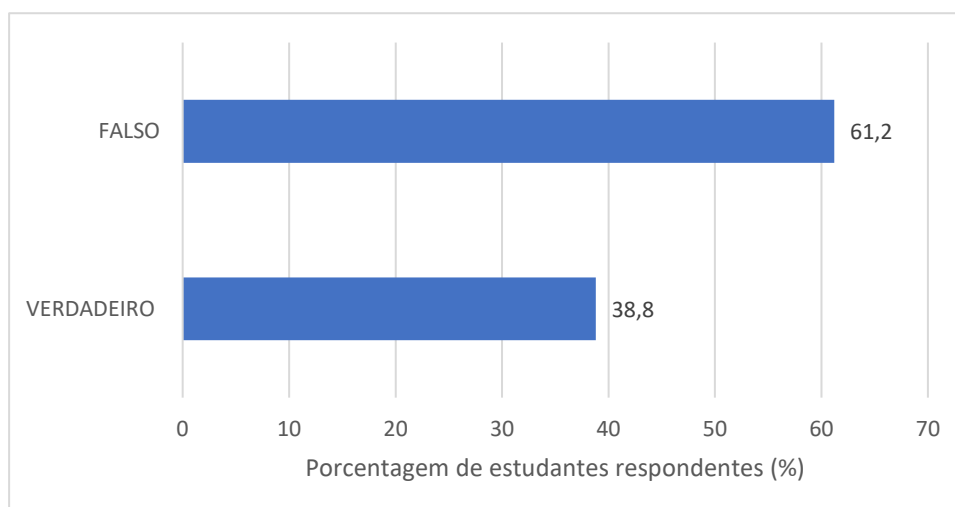


Nota: O próprio autor.

Uma outra questão que também se destaca trazia o seguinte enunciado: *Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos são diferentes de outros organismos vivos*. Para essa questão, 61,2% dos estudantes marcaram a opção incorreta (Figura 13), ao considerarem que os seres humanos são diferentes de outros organismos vivos, na maioria dos aspectos biológicos. Percebe-se aqui uma baixa compreensão quanto à classificação dos seres vivos, fisiologia, taxonomia e evolução. Esses assuntos são pouco abordados no Ensino Fundamental, com maior ênfase no 2.º ano e 3.º ano do Ensino Médio, tendo em vista que os estudantes respondentes estão no 1.º ano do ensino médio, era de se esperar um maior número de erros no julgamento dessa questão.

Figura 13

Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como falsa a proposição: Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos são diferentes de outros organismos vivos.

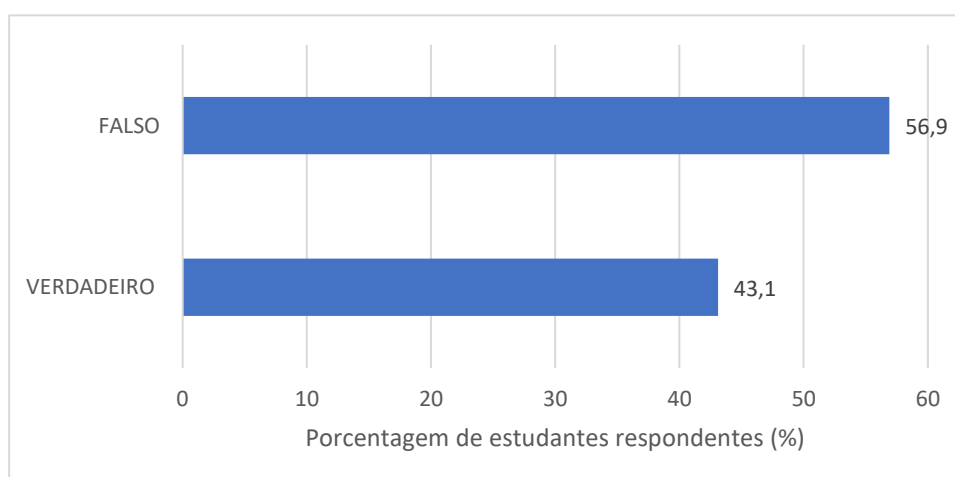


Nota: O próprio autor.

Para questão que trazia o enunciado: *A boa saúde independe do esforço coletivo das pessoas de tomar medidas para manter seu ar, solo e água preservados*, resultou em 56,9% dos estudantes marcando a opção incorreta (Figura 14). Apesar de a maioria acertar a proposição marcando-a falsa, 43,1% marcaram como verdadeira. Questionados quanto ao porquê desse julgamento, a maioria disse ter se equivocado ao fazer a leitura do termo *independe*, tendo entendido como *depende*. Durante todo o período em que os estudantes estavam respondendo às questões, o professor ficou à disposição para dirimir dúvidas sobre a leitura e interpretação dos itens. No entanto, não houve questionamentos sobre esse item em específico. De qualquer forma, os resultados devem ser vistos com cuidado, considerando a capacidade interpretativa do estudante.

Figura 14.

Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como verdadeira a proposição: A boa saúde independe do esforço coletivo das pessoas de tomar medidas para manter seu ar, solo e água preservados.

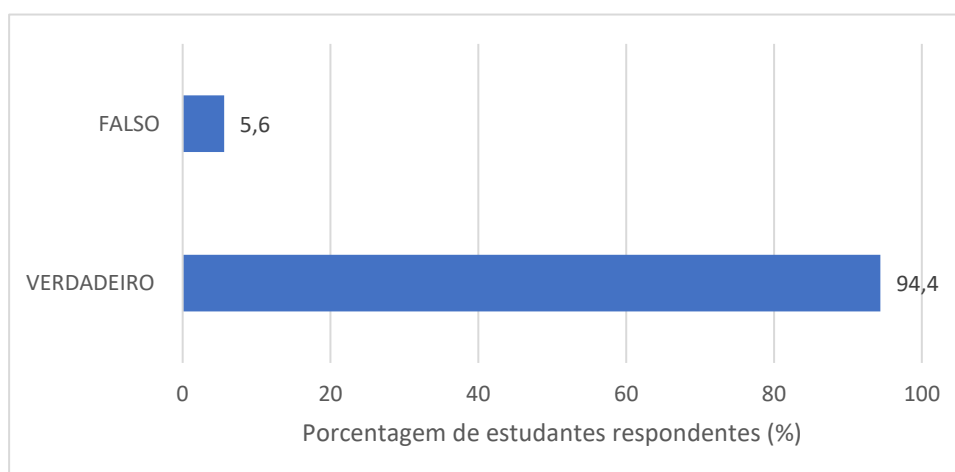


Nota: O próprio autor.

Com relação ao 2.º EEAC (compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática), as questões que obtiveram maior percentagem de acertos foram as seguintes: *Cedo ou tarde, a validade das afirmações científicas é comprovada através da observação de fenômenos*, com 94,4% dos estudantes marcando a opção correta (Figura 15) e *A disseminação da informação científica não é importante para o progresso da ciência*, com 83,1% dos estudantes marcando falso, portanto acertando a questão (Figura 16).

Figura 15.

Porcentagem de alunos que acertaram a questão marcando como verdadeira a proposição: Cedo ou tarde, a validade das afirmações científicas é comprovada através da observação de fenômenos.

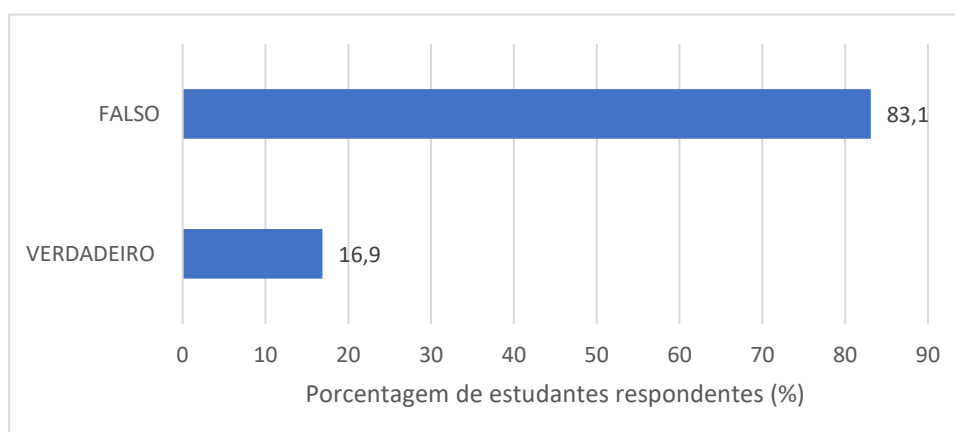


Nota: O próprio autor.

Esses resultados demonstram uma confiança na ciência como ferramenta transformadora da sociedade e corroboram com os resultados que mostram que 83,8% dos estudantes acreditam em transformações sociais provocadas pelas descobertas científicas (Figura 7).

Figura 16

Porcentagem de alunos que acertaram a questão marcando como falsa a proposição: A disseminação da informação científica não é importante para o progresso da ciência.



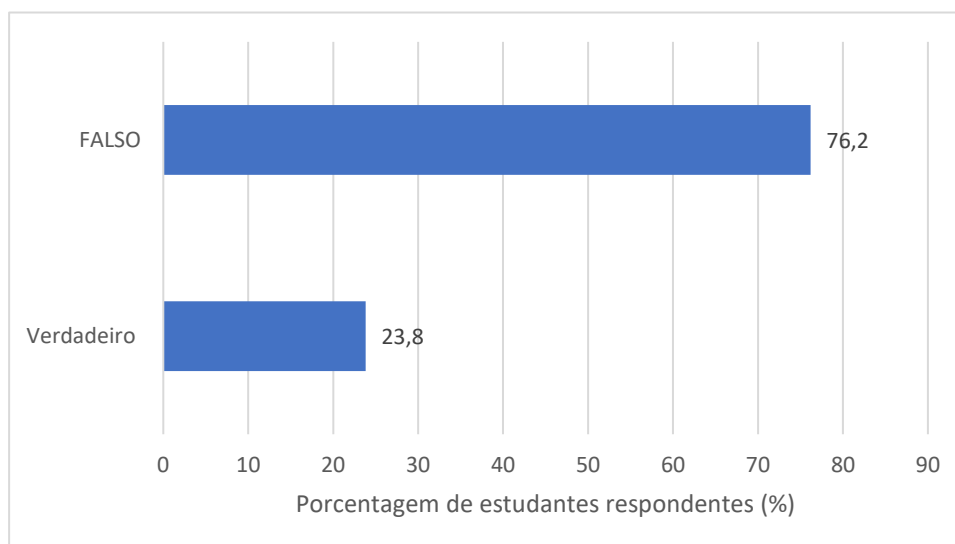
Nota: O próprio autor.

Por outro lado, os enunciados com maior número de erros foram os seguintes: *Os cientistas tentam dar sentido aos fenômenos dando explicações para eles. Essas explicações raramente usam princípios científicos atualmente aceitos*, com 23,8% de respondentes marcando como verdadeiro e, portanto, errando o julgamento do enunciado (Figura 17) e, *Ao levar a cabo uma investigação, nenhum cientista deve sentir que ele / ela deve chegar a um determinado resultado*, com 76,2% de erro (Figura 18). Essas questões tocam em um ponto muito importante, que é a natureza da ciência. Percebe-se que, apesar de alcançarem a média mínima nesse eixo, a quantidade de respostas erradas para tais enunciados mostra ainda uma baixa compreensão da ciência como um produto humano, que passa por transformações e direcionamentos influenciados pela ética, política, economia e pela própria natureza da pesquisa, podendo levar a resultados não esperados.

Devido à alta porcentagem de julgamentos errados (Figura 18), dois alunos foram questionados sobre o que eles entenderam do enunciado e ambos declararam que entenderam que os cientistas sempre buscam um determinado resultado, que eles têm uma perspectiva, se não alcançado, o resultado está errado. *Errou em algum experimento*, nas palavras de um dos alunos, e foi por isso que marcaram o enunciado como falso. Não estava claro para estes estudantes o método científico em especial o levantamento de hipóteses e teste de hipóteses.

Figura 17

Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como verdadeira a proposição: Os cientistas tentam dar sentido aos fenômenos dando explicações para eles. Essas explicações raramente usam princípios científicos atualmente aceitos.

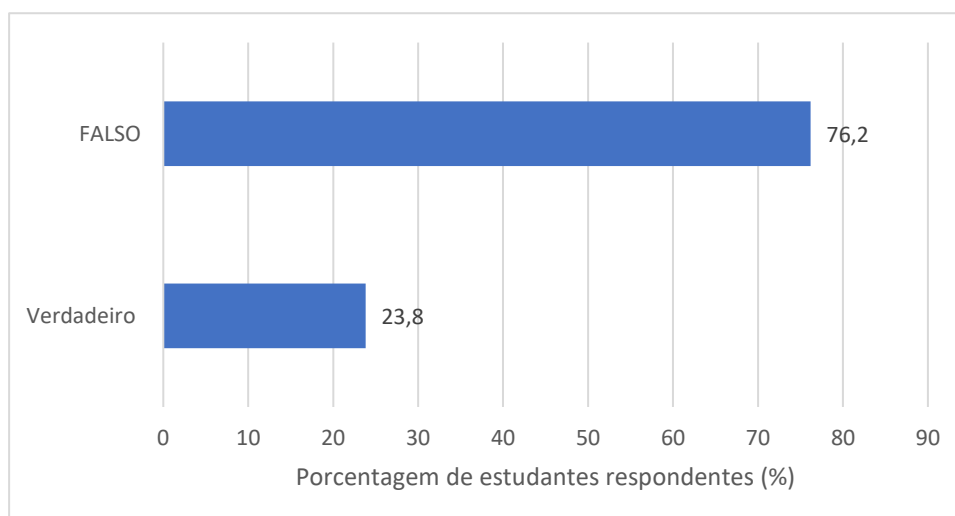


Nota: O próprio autor.

Com relação ao 3.º EEAC (entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente), as questões mais acertadas foram as seguintes: *Não importa quais precauções sejam tomadas ou quanto dinheiro é investido. Qualquer sistema tecnológico pode falhar*, com 86,9% dos estudantes marcando a opção correta (Figura 19) e *A tecnologia teve pouca influência sobre a natureza da sociedade humana*, com 80% dos estudantes marcando falso, portanto acertando a questão (Figura 20).

Figura 18.

Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como falsa a proposição: Ao levar a cabo uma investigação, nenhum cientista deve sentir que ele / ela deve chegar a um determinado resultado.

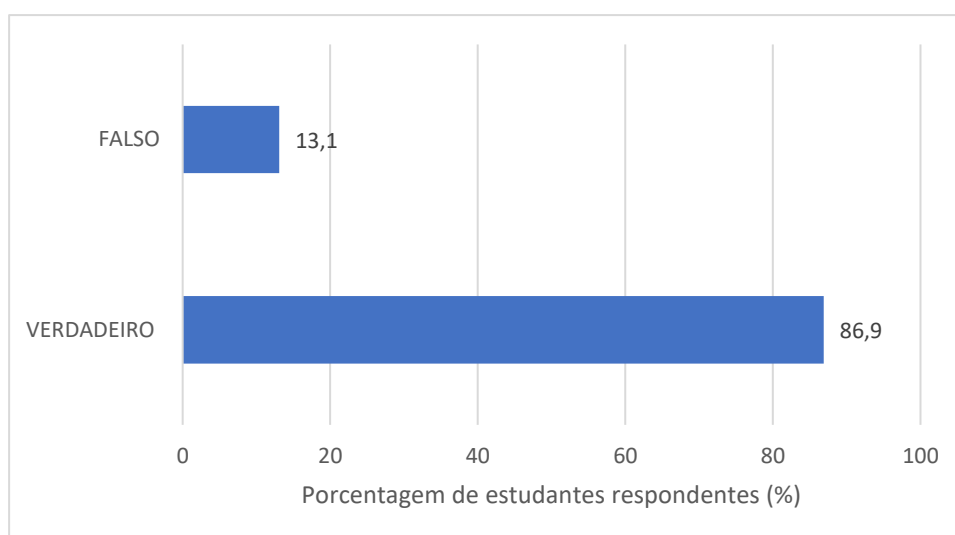


Nota: O próprio autor.

Esses resultados podem evidenciar a compreensão dos respondentes que a ciência influencia a sociedade, mas por ser um produto humano, está sujeita a falhas.

Figura 19

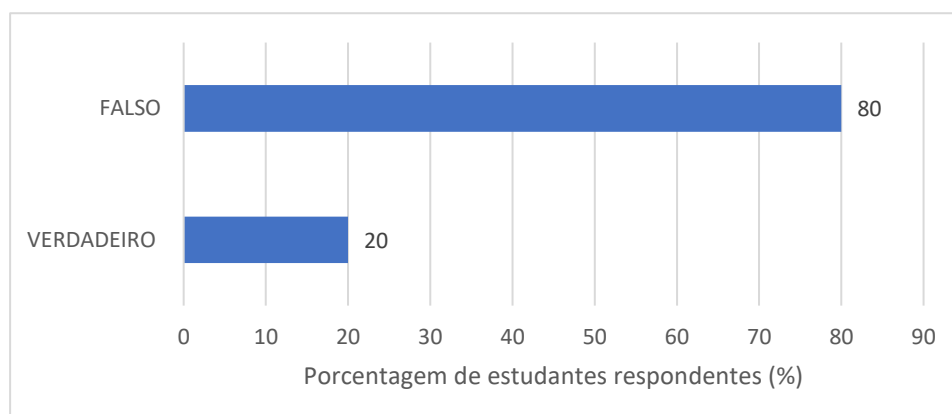
Porcentagem de alunos que acertaram a questão marcando como verdadeira a proposição: Não importa quais precauções sejam tomadas ou quanto dinheiro é investido. Qualquer sistema tecnológico pode falhar.



Nota: O próprio autor.

Figura 20

Porcentagem de alunos que acertaram a questão marcando como falsa a proposição: A tecnologia teve pouca influência sobre a natureza da sociedade humana.

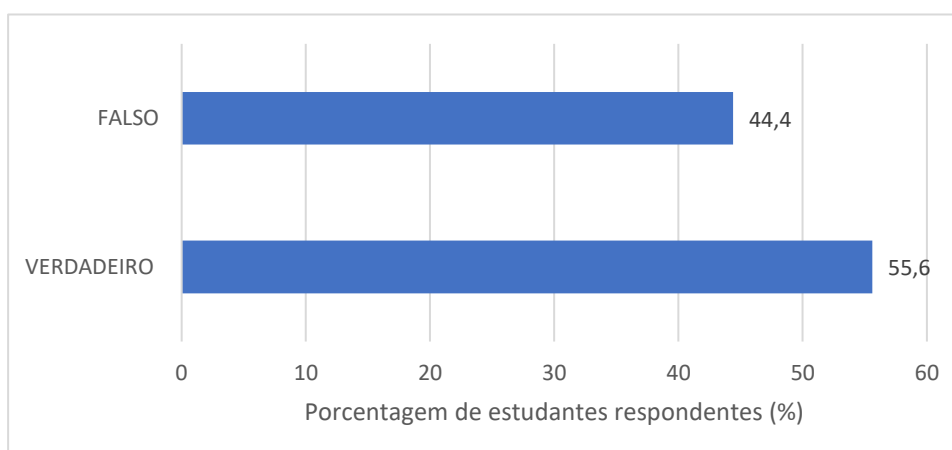


Nota: O próprio autor.

Por outro lado, os resultados mostram uma maior porcentagem de alunos que erram o enunciado: *Apesar da grande complexidade dos sistemas tecnológicos modernos, todos os efeitos colaterais de novos projetos tecnológicos são previsíveis*, com 55,6% de estudantes marcando a opção verdadeira, portanto errando o julgamento da proposição (Figura 21).

Figura 21

Porcentagem de alunos que erraram a questão marcando como verdadeira a proposição: Apesar da grande complexidade dos sistemas tecnológicos modernos, todos os efeitos colaterais de novos projetos tecnológicos são previsíveis.



Nota: O próprio autor.

Trata-se de perceber a robusta relação existente entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente e, por estarem relacionadas à solução para um problema de uma determinada área, podem trazer como consequências problemas para outra área.

4.3.1 Conclusão - TACB-S

Depreende-se desses resultados que, apesar da incompletude do ciclo básico de ensino e por consequência dos conteúdos de Ciências da Natureza, há uma maior aproximação dos alunos com o 1.º Eixo Estruturante da Alfabetização Científica (EEAC) o que pode revelar conhecimentos prévios adquiridos durante as séries anteriores, uma vez que naquela altura não se tinha falado sobre temas relacionados aos conhecimentos presentes nas proposições do Teste de Alfabetização Científica Básico Simplificado (TACB-S) no 1.º ano do ensino médio. A afinidade dos estudantes com o componente curricular pode ser um fator que influencia no seu desempenho, independentemente se os conteúdos tenham sido ofertados com aulas tradicionais ou não.

A menor porcentagem de acertos em proposições relacionadas ao 2.º e 3.º EEAC revela a necessidade do envolvimento dos alunos em temas que possibilitem o processo de reflexão e a criticidade, inicialmente no ensino fundamental, mas também em outras etapas de sua vida estudantil.

Por outro lado, algumas questões, quando analisadas individualmente, podem revelar que há alguma compreensão da natureza da ciência (segundo eixo) e também a relação entre ciência tecnologia e sociedade e meio ambiente (terceiro eixo). No entanto, pode haver por parte dos estudantes uma confiança excessiva na ciência, acreditando na previsibilidade de todo e qualquer efeito colateral.

Segundo [Gomes e Santos \(2018\)](#) o processo de letramento científico pode receber uma grande contribuição já nos anos iniciais, na faixa etária variando de 6 a 10 anos, porque é nessa fase de grandes descobertas e curiosidades que o ensino de ciências pode ser usado na alfabetização na língua materna.

Dados da OCDE trazido no relatório [PISA \(2022\)](#) mostram que o desempenho em ciências dos estudantes do Brasil manteve-se sem grandes alterações entre 2009 e 2022, sendo que os percentuais foram considerados baixos para a OCDE. Percebe-se, portanto que as ações realizadas em toda a educação básica para melhorar o desempenho dos estudantes parecem não surtir qualquer efeito.

Em suma, há a necessidade de se reinventar a educação escolar, sobretudo o ensino de ciências. A alfabetização científica trata-se de uma meta a ser alcançada e requer práticas pedagógicas que viabilizem o desenvolvimento dos eixos que estruturam o letramento científico.

4.4 Percepção de estudantes quanto ao ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental – Perfil do Ensino de Ciências (PEC)

O PEC é um instrumento de coleta de dados composto de 22 itens, dispostos em uma escala *Likert* de cinco pontos, cada uma com uma característica do Ensino de Ciências da Natureza que poderia ou não potencializar as aprendizagens significativas.

Antes de sua aplicação, o instrumento de coleta de dados foi analisado quanto a validação dos conteúdos dos itens e sua confiabilidade.

Das 24 questões ([Anexo XXIV](#)) submetidas à avaliação de especialistas, 22 receberam pontuação 3 ou 4 ([Anexo XXV](#)), obtendo-se um IVC (Índice de Validade do Conteúdo) de 0,91.

[Polit e Beck \(2006\)](#) recomendam um IVC não inferior a 0,78 quando houver 6 ou mais avaliadores, no caso de 5 ou menos avaliadores todos devem concordar avaliando com 3 ou 4. Para se adequar às recomendações de [Polit e Beck \(2006\)](#), dois itens avaliados com 1 e 2 foram excluídos, obtendo-se assim um IVC de 1, para um total de 22 questões. As recomendações dadas pelos especialistas foram atendidas, resultando em correções ortográficas, gramaticais ou substituições de termos.

A confiabilidade do PEC foi realizada por meio da determinação de sua consistência interna. Este índice demonstra o grau de variância entre os itens de uma escala. Dessa forma, quanto menor a soma da variância dos itens, mais consistente é considerado o instrumento. Este cálculo gera um coeficiente entre 0 e 1, sendo que valores entre 0 – 0,21 têm pequena consistência, entre 0,21 e 0,40 têm consistência razoável, valores entre 0,41 e 0,80 têm consistência substancial e 0,81 e 1,0 representa uma consistência quase perfeita ([Landis & Koch, 1977](#)).

O PSPP (ferramenta para análise estatística dos dados amostrados), *software* livre derivado do SPSS (*Statistical Package for the Social Science*), trouxe uma confiabilidade estatística (alfa de Cronbach) de 0,74 para as 22 questões analisadas que segundo [Landis e Koch \(1977\)](#), apresenta consistência substancial.

O instrumento de coleta de dados (PEC) criado nesta pesquisa tem por objetivo trazer à tona a percepção dos estudantes quanto ao ensino e aprendizagem de ciências da natureza no ensino fundamental. As questões da PEC avaliam se as aulas nessa etapa da educação básica favoreciam as aprendizagens significativas.

Essa percepção é importante, pois aulas que favorecem aprendizagens significativas podem revelar um perfil de estudante que tenha mais conhecimentos prévios. Um estudante com esse perfil é capaz de se comprometer mais facilmente com a metodologia pois pode trazer consigo um rol de informações ou maior

retenção, o que pode facilitar o aprendizado com a metodologia aqui proposta, o contrário também pode ser verdadeiro. Sendo assim, os resultados da PEC podem ajudar a entender as produções orais e textuais produzidas pelos alunos quando submetidos à proposta metodológica ativa, cujos resultados serão apresentados mais adiante.

Os resultados trazidos pelos respondentes (64 estudantes) mostram uma maior porcentagem de recordações na escala *Algumas Vezes*. Para uma única questão (Questão 20) houve uma maior porcentagem de recordações na escala *Quase Nunca* e para duas questões (Questão 4 e 21) houve uma mesma porcentagem nas escalas como *Algumas Vezes* e *Quase Sempre*. As escalas *Sempre* e *Nunca* foram pouco escolhidas pelos estudantes (Figura 29).

Numa análise mais geral dos resultados pelo PEC, não se percebe uma tendência de respostas que favoreçam fortemente aprendizagens significativas, também não há uma tendência de respostas que desfavoreçam fortemente essas aprendizagens. A maior tendência na escala de *Algumas Vezes* pode revelar uma heterogeneidade atitudinal dos professores durante o ensino fundamental que algumas vezes favoreciam tais aprendizagens e outras vezes não, segundo recordações dos estudantes.

No entanto, há uma fragilidade no alfa de Cronbach, que considera as questões igualmente relevantes para aprendizagens significativas. Sabe-se, na realidade, que algumas questões podem ser mais relevantes que outras e podem contribuir mais com as aprendizagens significativas e, por conseguinte, revelar um perfil de estudante mais preciso.

Para melhor caracterizar esse perfil, foram analisadas algumas das 22 questões e as respostas dadas pelos alunos. O critério utilizado para incluir a questão na análise levou em consideração o parecer dado pelos especialistas ao avaliarem o Índice de Validade de Conteúdo – IVC (descrito na metodologia). Foram incluídas somente questões avaliadas como relevantes ou representativas por 4 ou mais especialistas.

Questão número 2:

Os assuntos desenvolvidos pelo professor(a) de ciências no ensino fundamental lhe motivava ao ponto de querer aprender mais sobre os assuntos?

A motivação é imprescindível no processo de ensino e aprendizagem e o envolvimento com o que vem sendo trabalhado em sala de aula leva o estudante à uma aprendizagem sedutora e, por conseguinte, ele encontra sentido em aprender (Lourenço & Paiva, 2010).

Os resultados apresentados na figura 22, questão 2, mostram que, para 39,1% dos estudantes, os assuntos desenvolvidos pelos professores de ciências no ensino fundamental os motivavam a querer aprender mais somente algumas vezes e que, para 28,1% dos estudantes, isso acontecia quase sempre. Somente para uma pequena porcentagem, 3,1%, os assuntos desenvolvidos pelos professores de ciências no ensino fundamental não os motivavam. Esses resultados revelam uma maior tendência de um ensino e aprendizagem

motivador para esse grupo analisado. O resultado ajuda a explicar a afinidade dos estudantes pelo componente curricular de Ciências da Natureza (Figura 8).

Questão número 3:

Durante as aulas de ciências havia uma maior preocupação em decorar palavras ou termos comuns da ciência do que buscar seus significados?

Evidencia-se, ao observar a figura 22, questão 3, que, para 39,1% dos estudantes, havia uma maior preocupação em memorizar palavras ou termos comuns da ciência do que buscar seus significados somente algumas vezes e para 34,4% dos estudantes acontecia quase nunca. Somente para uma pequena porcentagem de estudantes 9,4% isso acontecia sempre.

Krug (2015), em seu artigo intitulado: *A importância da leitura para o leitor*, diferencia o *saber ler* e *formar um leitor*. A primeira trata-se de decifrar a mensagem simbólica, expressada por meio das sílabas que formam as palavras, enquanto na segunda, o sujeito leitor é induzido a aprender a compreender, interpretar e inserir-se no universo do pensamento de outra pessoa - o autor - compartilhando pensamentos, ideias e hipóteses, aceitando, ou contrapondo-se ao que analisa.

Freire (1921, p.5) recorda que: *De alguma maneira, porém, podemos ir mais longe e dizer que a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo, mas por uma certa forma de escrevê-lo ou de reescrevê-lo, quer dizer, de transformá-lo através de uma prática consciente*. Para o autor, a interpretação que se faz pela leitura possibilita a reescrita do que se lê, dando origem ao que Orlandi (2004) chama de autoria.

Questão número 4:

Os(as) professores(as) iniciavam um novo assunto questionando o que os alunos já sabiam do tema?

Essa questão teve por objetivo verificar se era uma prática comum evocar conhecimentos prévios dos estudantes. Tal processo é muito importante para as *Aprendizagem Significativas*, uma vez que prepara o estudante para fazer ligações dos novos conhecimentos com aqueles que já se encontram em suas memórias. Alguns estudantes têm fácil acesso às informações guardadas na memória, em outros, essas informações são guardadas de maneira mais profunda e esse processo de questionar o que sabem sobre o assunto possibilita o acesso a memórias menos acessíveis.

Por outro lado, e fazendo uma ligação com a questão 1, tem-se verificado, em pesquisas realizadas ao longo da última década, concepções alternativas de Ciências, incompatíveis com o efetivo saber científico, sendo necessário realizar um trabalho em sala de aula que permita (re)construir essas concepções.

Figura 22.

Perfil da escala Likert para cada uma das questões que avaliam o PEC.



Nota: O próprio autor.

Evidencia-se, ao observar a [figura 22](#), questão 4, que, para 28,1% dos estudantes, o professor iniciava um novo assunto questionando o que os alunos já sabiam sobre o tema, somente algumas vezes, para outros 28,1% de estudantes, isso acontecia quase sempre. Apenas para uma pequena porcentagem de estudantes 6,3%

isso acontecia sempre. Esses resultados podem revelar que os alunos tiveram uma percepção que a prática era comum nas escolas por onde passaram os estudantes.

Moreira (2011) citado por Raber et al. (2017), informa que a relação entre os novos conhecimentos e os prévios deve considerar a diferenciação progressiva (apresentação de ideias mais gerais e mais inclusivas e posteriormente as mais específicas); a reconciliação integradora (integração de conceitos mais específicos aos conceitos mais gerais); o processo de aprendizagem não deve ser mecânico, mas sim significativo e crítico.

Aprender de forma significativa os conceitos de ciências é recomendação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino fundamental e médio (Brasil, 2017). Astolfi et al. (1988), citados por Raber et al. (2017) reforçam essa importância, ao dizerem que é essencial que ocorra uma melhor participação dos cidadãos na tomada de decisões relativas à aplicação dos novos conhecimentos, sendo necessário difundir a educação científica e tecnológica em todas as culturas e setores da sociedade.

Uma aula estruturada para desenvolver aprendizagens significativas pode trazer ganhos cognitivos mesmo para aqueles com maior nível de conhecimento. Isso foi demonstrado por Nogueira e Duarte (2019), ao observarem que o nível de senso comum na Física reduziu ao longo das atividades desenvolvidas pelos alunos destinados a integrar conceitos.

Questão número 6:

Após ter aula sobre um novo conceito físico, químico ou biológico, no ensino fundamental geralmente você conseguia observar tais fenômenos em situações do seu cotidiano?

O ensino de ciências deve se caracterizar pela construção de um conhecimento com sentido para o estudante e que o torne apto a compreender seu ambiente, para que, assim, possa se reconhecer como parte integrante e agente de transformações do mundo. O objetivo dessa questão é perceber se os conceitos aprendidos são realmente efetivos para o indivíduo conseguir enxergar o mundo que o cerca.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino fundamental recomenda que nessa etapa do ensino deve-se valorizar os elementos mais concretos e os ambientes que os cercam (casa, escola e bairro), oferecendo aos alunos a oportunidade de interação, compreensão e ação no seu entorno (Brasil, 2017).

Evidencia-se, ao observarmos a figura 22, questão 6, que, para 43,8% dos estudantes, após ter aula sobre um novo conceito físico, químico ou biológico, no ensino fundamental, geralmente eles conseguiam observar tais fenômenos em situações do seu cotidiano, somente algumas vezes, ao passo que para 23,4% dos estudantes isso acontecia quase sempre. Para 12% dos estudantes isso acontecia sempre e para 9,4% dos estudantes isso nunca acontecia. Há uma maior tendência de reconhecer esses fenômenos, indicando uma aprendizagem significativa.

Ausubel (2003), citado por Raber et al. (2017), traz o conceito de Reconciliação Integradora. Esse conceito pode ser aplicado toda vez que fenômenos físicos, químicos e biológicos são reconhecidos na

natureza, uma vez que, para reconhecer esse fenômeno, é preciso relacionar alguns conceitos e integrá-los ao fenômeno.

Questão número 9:

Nas aulas de ciências havia atividades experimentais, nas quais os alunos participavam da realização dos experimentos?

Aulas experimentais devem estabelecer um elo entre o contexto e sua finalidade, a fim de apreender novos conhecimentos de maneira mais enraizada. A Ciência experimental, possibilita o uso de Atividades Experimentais (AE), podendo ser um recurso ou ferramenta didática para facilitar o conhecimento do conteúdo teórico e sua relação com fatos que acontecem na natureza (Saraiva et al., 2017).

Evidencia-se, se analisar a [figura 22](#), questão 9, que, para 28,1% dos estudantes, havia AE, nas quais os alunos participavam da realização dos experimentos, somente algumas vezes, enquanto 26,6% dos estudantes isso acontecia quase nunca e para 20,3% isso nunca acontecia. Apenas para 17,2% dos estudantes isso acontecia quase sempre e para 7,8% dos estudantes, sempre acontecia. Os estudantes recordaram que as aulas experimentais eram pouco frequentes.

Em um trabalho realizado por [Santana et al. \(2019\)](#), em 35 escolas públicas de ensino fundamental do Rio Grande do Sul, verificou-se que apenas 16 possuíam laboratório de ciências e que a maioria não estavam adequados ou não havia interesse do professor em usar. Por outro lado, a mesma pesquisa também mostrou que a inexistência de laboratório não foi impedimento para que experimentos acontecessem, tendo em vista que muitos professores driblavam a carência com criatividade.

Questão número 12:

Você percebia que os conceitos aprendidos nas aulas de Ciências eram esquecidos logo depois das provas?

A questão teve por objetivo verificar se os conceitos, supostamente aprendidos, mantinham-se na memória de mais longo prazo. [Ausubel \(2000\)](#) é claro ao falar que uma Aprendizagem Significativa produz um conhecimento mais maduro, em um nível mais elevado, com maior possibilidade de retenção. Essa retenção será melhor quanto melhores forem os elementos que possibilitam as ancoragens de novos conhecimentos.

Revela-se, ao observar a [figura 22](#), questão 12, que, para 35,9% dos estudantes, os conceitos aprendidos nas aulas de Ciências eram esquecidos logo depois das provas, quase sempre, para 31,1% dos estudantes isso acontecia algumas vezes e para 14,1% isso sempre acontecia. Apenas 3,1% dos estudantes afirmaram que isso nunca acontecia. Portanto, há uma tendência de não haver a retenção dos conceitos nas memórias dos estudantes.

Costa (2023), em um artigo sobre neurociência e aprendizado, conclui que não é incomum os estudantes prepararem-se, às vésperas, para as provas, ativando apenas a memória de curto prazo (memorização de informações), e preocuparem-se mais com um diploma e uma aprovação do que necessariamente com o que aprendem, essa pode ser, provavelmente, a explicação para os resultados trazidos pelos estudantes desta pesquisa.

Propostas metodológicas que trazem qualidade para as informações e conceitos são necessárias para minimizar as memorizações de curto prazo. Reforçando o que foi dito, Fregni (2019, p. 7), citado por Costa (2023), ressalta que o grande equívoco que alguns docentes cometem é o de se preocuparem majoritariamente com a quantidade de conteúdos quando, na verdade, quanto maior a capacidade de o aluno estabelecer relações de sentido entre os conceitos (ampliando e solidificando conexões neurais), maior também a chance de ele vivenciar uma aprendizagem significativa, profunda e duradoura, a qual, passando a ocupar a memória de longo prazo, poderá ser recuperada posteriormente.

Questão número 13:

Os(as) professores(as) de Ciências estimulavam os alunos a buscarem ampliar seus conhecimentos através de pesquisas, vídeos, reportagens ou simulações?

Revela-se, ao observar a figura 22, questão 13, que, para 34,4% dos estudantes, os(as) professores(as) de Ciências estimulavam os alunos a buscarem ampliar seus conhecimentos através de pesquisas, vídeos, reportagens ou simulações, algumas vezes, para 25% dos estudantes isso acontecia quase sempre e para 18,8% isso sempre acontecia. Apenas para 9,4% dos estudantes isso nunca acontecia. Portanto, há uma maior tendência de que esse estímulo acontecesse mais frequentemente.

Questão número 14:

O(a) professor(a) de Ciências apresentava algum material introdutório (textos científicos, reportagens, vídeos, filmes ou simulações) antes de apresentar o conceito, a fim de familiarizar o aluno com o tema?

Assim como a questão 13, a questão 14 busca verificar se o aluno se recorda das diferentes estratégias usadas pelos professores durante o ensino fundamental que pudessem contribuir com uma aprendizagem significativa. No entanto, para questão 14, essas estratégias ocorrem antes de serem dados os conteúdos. Busca-se revelar se havia estratégias que evocam da memória dos estudantes conhecimentos prévios oriundos de sua história como estudante, ou mesmo do senso comum, que pudessem ser desconstruídas, visto que nem todo conhecimento prévio está de acordo com os preceitos científicos, ou que pudessem servir para ancorar novos conhecimentos, ainda durante o percurso da aula e não após, como na questão 13.

Evidencia-se, ao se observar a figura 22, questão 14, que, para 35,9% dos estudantes, o(a) professor(a) de Ciências apresentava algum material introdutório antes de apresentar o conceito, a fim de familiarizar o

aluno com o tema, algumas vezes, para 29,7% dos estudantes isso acontecia quase sempre e para 18,8% isso quase nunca acontecia. Apenas para 9,4% dos estudantes isso nunca acontecia. Portanto, houve uma maior tendência, nas percepções dos estudantes, de que esse estímulo acontecia com frequência.

Questão número 16:

Os professores de Ciências permitiam que o aluno apresentasse exemplos do seu cotidiano ligado ao assunto que estava sendo abordado?

Evidencia-se, ao se analisar a [figura 22](#), questão 16, que, para 43,8% dos estudantes, os professores de Ciências permitiam que o aluno apresentasse exemplos do seu cotidiano ligados ao assunto que estava sendo abordado, algumas vezes, para 25% dos estudantes isso acontecia quase sempre e para 10,9% isso quase nunca acontecia. Apenas para 7,8% dos estudantes isso nunca acontecia. Portanto, os estudantes perceberam que na maioria das vezes era dada liberdade de participação discente.

As concepções epistemológicas de aprendizagem consideram que os conceitos devem ser discutidos de forma progressiva, avaliando os níveis de dificuldade e com participação ativa do estudante, ao invés de concebê-lo como uma tábula rasa ([Raber et al., 2017](#)). Esses autores concordam com [Freire \(1988\)](#) o qual diz que a leitura do mundo precede a leitura da palavra. De outro modo [Orlandi \(2020\)](#) reforça a ideia da língua não como um sistema abstrato, mas como a língua no mundo, com maneiras de significar, com homens falando, considerando a produção de sentidos enquanto parte de suas vidas, seja enquanto sujeitos, seja enquanto membros de uma determinada forma de sociedade.

Todos os autores do parágrafo anterior reforçam a importância de se ouvir o que os estudantes têm a acrescentar, pois estes estão inseridos em um mundo cheio de exemplos que fazem sentido para eles. Portanto a aprendizagem será mais significativa quanto mais rica em exemplos do cotidiano dos estudantes e, para isso, se faz necessária uma participação ativa.

Questão número 18:

Durante as aulas de Ciências o(a) professor(a) valorizava as analogias (comparações) que os estudantes faziam?

Geralmente, as analogias fazem comparações entre um domínio observável e um não observável, um abstrato e um concreto, um desconhecido e um conhecido ([Almeida & Júnior, 2020](#))

Destaca-se, ao analisar a [figura 22](#), questão 18, que, para 35,9% dos estudantes, o(a) professor(a) valorizava as analogias que os estudantes faziam algumas vezes, para 35,9% dos estudantes isso acontecia quase sempre e para 15,6% isso sempre acontecia. Apenas para 6,3% dos estudantes isso nunca acontecia. Portanto, os estudantes perceberam que na maioria das vezes o professor valorizava as analogias dadas pelos alunos.

A didática das ciências, segundo [Astolfi et al. \(1997\)](#), compreende que há dificuldades intrínsecas de apropriação dos saberes. Portanto, a dificuldade que os alunos possuem na apropriação dos conceitos científicos só pode ser compreendida sob a análise de sua didática específica, de sua singularidade. A exemplo disso, temos a grande quantidade de termos técnicos somadas a fragmentação e a descontextualização do conhecimento, o que reduz o ensino de Ciências a uma simples reprodução memorística de termos técnicos-científicos.

Na escola, as analogias são usadas para aproximar do aluno um conceito distante da sua realidade. Aqui, entende-se a realidade como o contexto no qual o aluno está inserido e as suas conexões (casa, escola, família, amigos, religião, etc.) ([Almeida & Júnior, 2020](#)).

De acordo com [Harrison e Treagust \(2006\)](#), citados por [Melo e Paraguaçu \(2021\)](#), as salas de aula de ciência são cenários comuns em que analogias são usadas para aprimorar conceitos; portanto, melhorar a maneira como as analogias são usadas tem importantes consequências no ensino e aprendizagem.

No entanto, o uso de analogias não pode ser feito de qualquer maneira. Segundo [Bachelard \(2001\)](#), a analogia mal utilizada pode tornar-se obstáculo epistemológico à formação do conhecimento científico, por se basear na experiência primeira, no conhecimento geral, no abuso das imagens usuais, no conhecimento unitário e pragmático, no substancialismo, no realismo, no animismo e no conhecimento quantitativo, por conseguinte, seriam as causas da estagnação e até regressão do progresso da ciência. O que remete a [Harrison e Treagust \(2006\)](#), os quais se preocupam em dar qualidade a essas analogias e não ao seu uso indiscriminado.

As analogias são usadas geralmente pelos professores, mas devem-se valorizar também as analogias feitas pelos alunos, porque pode ser feita a devida correção da analogia no momento do seu uso e não deixar que uma analogia equivocada vá compor sua memória. Aulas que valorizam a participação do aluno e, em especial os seus argumentos, bem como um professor preparado para perceber incoerências nas analogias são ações necessárias para um melhor aprendizado de ciências da natureza.

Questão número 19:

Os(as) professores(as) de ciências usam o espaço da escola ou outro ambiente para mostrar fenômenos físicos, químicos ou biológicos?

Não é de hoje que se valorizam outros ambientes, fora da escola, para melhorar o aprendizado. [Freinet \(1975\)](#) percebeu que as crianças se sentiam mais felizes estando fora de sala de aula e o interesse era maior. As aulas passeio de Freinet permitiam novas experiências, proporcionando aos alunos a possibilidade de observar cada detalhe ao explorar o ambiente.

Destaca-se, ao analisar a [figura 22](#), questão 19, que, para 28,1% dos estudantes, os(as) professores(as) de ciências usavam o espaço da escola ou outro ambiente para mostrar fenômenos físicos, químicos ou biológicos algumas vezes, para 26,6% dos estudantes isso acontecia quase nunca e para 18,8% isso nunca

acontecía. Apenas para 9,4% dos estudantes isso sempre acontecia. Portanto, há uma maior tendência de não haver, durante o ensino fundamental, momentos de aprendizado fora de sala de aula.

Questão número 21:

Os(as) professores(as) de ciências faziam grupos em sala de aula para resolver problemas mais complexos sobre fenômenos físicos, químicos ou biológicos?

Panitz (1999, p. 3), citado na tradução feita por Pinheiro e Soares (2022), defende que na colaboração há autoridade e responsabilidade compartilhadas, sem que um indivíduo em específico direcione as ações do grupo. O ato de colaborar consiste, então, no alcance de consensos, no trabalho comum e no compartilhamento, tendo a autoridade deslocada do professor para o aluno.

Destaca-se, ao se analisar a figura 22, questão 21, que, para 29,7% dos estudantes, os(as) professores(as) de ciências faziam grupos em sala de aula para resolver problemas mais complexos sobre fenômenos físicos, químicos ou biológicos, algumas vezes, para 28,1% dos estudantes isso acontecia quase sempre e para 20,3% isso acontecia quase nunca. Para 14,1% dos estudantes isso nunca acontecia e para 7,8% isso sempre acontecia. Portanto, há uma maior tendência de ocorrência de formação de grupos para resolução de problemas mais complexos.

4.4.1 Conclusões - PEC

Os resultados da análise mais detalhada das questões julgadas mais relevantes para favorecer aprendizagens significativas revelam que somente três questões (questões 4, 9, 12 e 19) mostraram uma tendência que desfavorecia aprendizagens significativas, enquanto a maioria das questões (questões 2, 3, 6, 13, 14, 16, 18 e 21) mostraram uma tendência que favorecia as aprendizagens significativas.

Levando-se em conta os critérios aqui usados, é possível concluir que a maioria dos processos que fomentam as aprendizagens significativas, durante o ensino fundamental, estavam presentes nas aulas dos estudantes desta pesquisa, segundo suas percepções e que provavelmente esses processos tenham contribuído para formar um perfil de estudantes munidos de conhecimentos prévios (subsunçores). Tais conhecimentos prévios podem ser facilitadores do aprendizado por meio da metodologia ativa empregada no presente estudo.

Cabe ressaltar que o Perfil de Ensino de Ciências (PEC) revela uma tendência de ensino que favorece aprendizagens significativas em sentido amplo, pois é resultado das lembranças atitudinais, especialmente dos professores do ensino fundamental, sem qualquer referência aos conteúdos que foram aprendidos. Sendo assim, ainda que tenha havido um ensino que tenha fomentado as aprendizagens significativas, seria necessária uma análise específica relacionada aos conteúdos que estão presentes no capítulo 5 do livro didático usado na presente pesquisa para evidenciar os conhecimentos prévios em sentido restrito.

Retornando aos resultados mostrados pelo Teste de Alfabetização Científica Básico Simplificado (TACB-S) e fazendo uma ligação com os resultados da PEC, verifica-se que o maior número de acertos nas questões do 1.º EEAC pode ser explicado pelo fomento às aprendizagens significativas que ajudaram na compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.

No entanto, a ausência de atividades que propiciam o fomento do 2.º e 3.º EEAC, como atividades experimentais, metodologias que estabeleçam relações de sentido entre os conceitos ou atividades ricas em elementos que possibilitam as ancoragens de novos conhecimentos ou que favoreçam a reflexão e criticidade pode ser o motivo da baixa pontuação dos estudantes desta pesquisa na TACB-S para esses eixos.

4.5 Análise do Livro Didático: Relação entre os pressupostos teóricos e metodológicos do livro didático com os Eixos estruturantes da alfabetização científica

O livro didático *Evolução, biodiversidade e sustentabilidade – Ensino Médio – Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, publicado em 2021, 1ª Edição, contou com a colaboração de oito autores de diferentes áreas. Seus nomes e qualificações podem ser vistas mais detalhadamente no anexo XXVIII.

A BNCC-EM (Base Comum Curricular do Ensino Médio) foi homologada em 14 de dezembro de 2018. O documento se constitui na definição do que qualquer estudante em todo país deverá aprender no ensino médio, possui caráter normativo e define progressivamente o conjunto de aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas pelos alunos em cada etapa e modalidade da Educação Básica (Brasil, 2017).

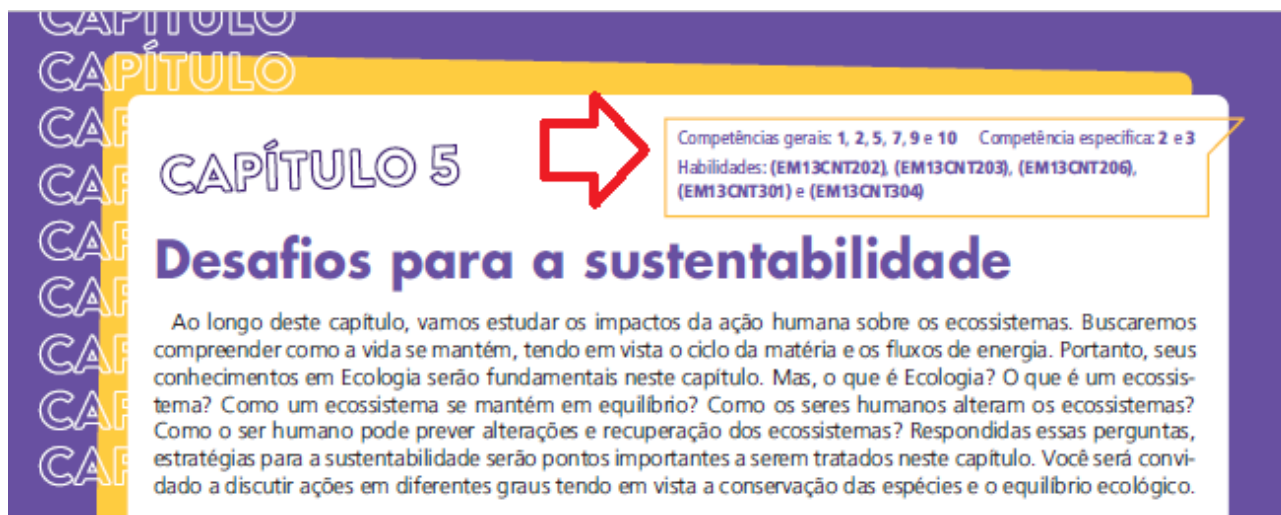
Tendo por base as diretrizes da BNCC-EM os editais do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) regram as editoras a produção de livros didáticos que integrem os componentes curriculares de biologia, química e física em uma única área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Provavelmente, com o intuito de atender a essa regra, o Livro Didático (LD) em questão foi desenvolvido por um grupo de autores especialistas em diferentes componentes curriculares. Os próprios autores, em texto direcionado aos estudantes (Anexo VI), informam que o LD oferece atividades e textos destinados ao estudo introdutório das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e à compreensão de fenômenos, dispositivos e práticas que envolvem articulações interdisciplinares.

Os autores trazem em seus pressupostos teóricos metodológicos uma proposta de estudo que consolide e amplie o desenvolvimento das competências gerais, das competências específicas e das habilidades da área de Ciências da Natureza previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) iniciada no Ensino Fundamental, articulando os componentes curriculares de Biologia, Física e Química. Essa consolidação e ampliação será promovida por meio de uma proposta investigativa e integradora, procurando trabalhar, de

forma contextualizada, uma postura ativa e reflexiva para que o estudante possa ser protagonista de sua aprendizagem. No início de cada capítulo do LD há um quadro descrevendo quais competências gerais, específicas e habilidades pretende-se desenvolver (Figura 23).

Figura 23.

Início de capítulo 5. Destaque ao quadro informativo sobre competências e habilidades a serem alcançadas.



Nota:

Figura integral da fonte original em *Evolução, biodiversidade e sustentabilidade* (Mortimer et al. 2021).

Segundo os autores, os objetivos desse LD (Anexo VII) foram construídos tendo como norte as competências gerais da BNCC-EM (Anexo VIII), competências específicas (Anexo IX) e habilidades (Anexo X).

Para facilitar a leitura dos resultados dessa análise, foi criada uma matriz (Tabela 2, 3, 4, e 5) que correlaciona as competências gerais, específicas e habilidades indicadas no capítulo 5 do livro didático (Figura 23), apontado pela seta em vermelho, com os EEAC. Buscou-se por termos e/ou ideias que estão presentes nos textos das competências gerais, competências específicas e habilidades, os quais coadunavam com os conceitos que definem os EEAC.

Para evidenciar com maior notoriedade a harmonização entre competências gerais, competências específicas e habilidades com os EEAC, foram considerados somente termos e/ou ideias que estavam explícitas no texto e nesse caso a intersecção foi preenchida com o termo *presente*. Quando termos e/ou ideias estavam ausentes a intersecção foi mantida em branco.

Matriz correlacional entre as competências gerais da BNCC-EM do Livro Didático *Evolução, biodiversidade e sustentabilidade* com os EEAC

O LD usado na pesquisa aponta para seis competências gerais em seus pressupostos, quais sejam: Conhecimento, pensamento crítico, cultura digital, argumentação, empatia e cooperação, responsabilidade e cidadania. Os resultados mostram um forte componente correlacional da primeira, segunda e décima

competência geral com os EEAC. Não foi evidenciada correlação entre a quinta, sétima e nona competência geral com os EEAC (Tabela 2).

Tabela 2

Matriz Competências Gerais da BNCC-EM × EEAC.

	1.º EEAC	2.º EEAC	3.º EEAC
1ª Conhecimento	Presente		Presente
2ª Pensamento Crítico	Presente	Presente	
5ª Cultura Digital			
7ª Argumentação			
9ª Empatia e Cooperação			
10ª Responsabilidade e Cidadania		Presente	Presente

Nota: O próprio autor.

Depreende-se da primeira competência geral da BNCC-EM uma valorização do conhecimento construído ao longo da história humana para explicar a realidade.

Primeira competência geral da BNCC-EM:

Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Tal valorização também pode ser vista no texto que traz o conceito do 1.º EEAC, em especial quando se trata de explicar a realidade.

Primeiro EEAC:

Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.

Segundo [Sasseron \(2008\)](#) a compreensão de conceitos-chave é necessária para entender até mesmo pequenas informações e situações do dia a dia. A própria autora traz também na definição do primeiro EEAC que os conhecimentos científicos devem ser aplicados em situações diversas e de modo apropriado, algo que se vê também na primeira competência geral da BNCC-EM quando se sugere o uso do conhecimento para colaborar com a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Ao analisar o texto da primeira competência geral da BNCC-EM, não se verifica, explicitamente, relação com o segundo EEAC. Esse eixo trata dos fatores éticos e políticos que circundam as práticas científicas, e não há, explicitamente, qualquer elemento no texto da primeira competência geral da BNCC-EM que remeta a influência das políticas e ética no desenvolvimento da ciência.

Segundo EEAC:

Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.

É possível deprender do texto da primeira competência geral da BNCC-EM uma valorização do conhecimento científico para a construção de uma sociedade mais justa, corroborando com o terceiro EEAC, uma vez que esse eixo denota a importância da tomada de decisões baseada nos saberes, para construir uma sociedade mais justa.

Terceiro EEAC:

Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

Depreende-se da segunda competência geral da BNCC-EM (Pensamento Crítico) um incentivo ao exercício da curiosidade intelectual vinculado à metodologia científica para a resolução de problemas.

Segunda competência geral da BNCC-EM:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Nesse sentido, estimula-se a investigação, reflexão, análise crítica, imaginação e criatividade, elaboração e testes de hipóteses. O primeiro EEAC traz de forma explícita que deve-se trabalhar com os alunos a construção do conhecimento científico. Essa construção faz uso dos processos de investigação típico da metodologia científica.

Ao analisar o texto da segunda competência geral da BNCC-EM, é possível perceber uma convergência com o segundo EEAC, no que diz respeito ao processo de reflexão e análise crítica. Segundo [Sasseron \(2008\)](#), o pensamento científico deve considerar o conjunto de informações que exige uma análise de contexto antes da tomada de decisões. Espera-se que ao desenvolver o letramento científico, seja considerado o contexto em suas reflexões, análises críticas e levantamento de hipóteses.

A sétima competência geral da BNCC-EM aponta para argumentação como um importante elemento que deve estar presente nos estudantes. Essa argumentação deve estar consolidada em fatos, dados e informações confiáveis, tudo para defender ideias e decisões que respeitem os direitos humanos, a consciência ambiental e o consumo responsável, tanto no âmbito regional quanto no global.

Sétima competência geral da BNCC-EM:

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a

consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Não se verificam termos relacionados com a argumentação na defesa de ideias e decisões em nenhum dos EEAC. Porém, é preciso ter um olhar cuidadoso quanto às convergências que podem estar implícitas nas competências gerais da BNCC-EM e EEAC, uma vez que todos os eixos estão relacionados às práticas que põem os estudantes como agentes críticos e que contribuem para as transformações da sociedade e espera-se que sujeitos com essas características se envolvam na defesa de suas ideias, fazendo uso de argumentos baseados nos conhecimentos trazidos pela ciência.

A nona competência geral da BNCC-EM traz em seus pressupostos o exercício da empatia, do diálogo, da resolução de conflitos, do respeito a si mesmo e ao próximo. Existe nessa competência uma preocupação com o respeito à diversidade cultural e aos direitos humanos.

Nona Competência geral da BNCC-EM:

Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

Analisando o texto do EEAC não se verifica qualquer informação explícita que remeta aos dizeres da nona competência geral.

A décima competência geral da BNCC-EM traz em seus pressupostos o agir pessoal e coletivamente na tomada de decisões baseada em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Décima competência geral da BNCC-EM:

Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

A tomada de decisões no primeiro EEAC tem por base os conhecimentos adquiridos, portanto um forte componente de aprendizado de conceitos que está implícito nessa competência. Por outro lado, o segundo e terceiro EEAC estão relacionados a aspectos sociocientíficos, sendo estes assuntos de caráter social, cultural, político, econômico e ambiental, ligados à prática científica, sendo assim estudantes que desenvolvem essa competência também estarão desenvolvendo esses eixos.

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver

demandas complexas da vida cotidiana (Brasil, 2017). Tendo essa definição em mãos, é notório o uso do conhecimento para atuar na transformação da sociedade, tornando-a mais justa.

Ayala (1996) sustentava que um o LC é necessário para que haja uma força de trabalho competente, para o bem-estar econômico e saudável do tecido social e para o exercício da democracia participativa. Portanto, mesmo que não se verifiquem, explicitamente, algumas competências gerais da BNCC, coadunando com alguns eixos, é difícil pensar, nos dias de hoje, por exemplo, a ausência de competências digitais na quinta competência, da ausência da argumentação baseada em fatos na sétima competência e da ausência da cooperação na nona competência.

Matriz correlacional entre competências específicas da BNCC-EM do Livro Didático Evolução, biodiversidade e sustentabilidade com os EEAC

Os resultados revelam que a 2ª e 3ª competências específicas coadunam com todos os EEAC (Tabela 3).

Segunda competência específica da BNCC-EM:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do 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.

A segunda competência específica enfatiza a importância de se analisar e interpretar a dinâmica da Vida, da Terra e do 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.

Os conhecimentos conceituais são sistematizados em leis, teorias e modelos (Brasil, 2017). Sendo assim, a análise e interpretação de qualquer fenômeno deve considerar o fazer científico que respeite essas leis e modelos. Essa ideia se assemelha ao que é apresentado no primeiro EEAC, quando traz a possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos necessários para que sejam aplicados em diversas situações no dia a dia, proporcionando tomadas de decisões responsáveis.

Terceira competência específica da BNCC-EM:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

A investigação de situações-problemas fortalece o encontro desses três eixos uma vez que para a investigação faz-se necessária a aplicação do conhecimento científico usando a linguagem própria da ciência e sua aplicação em diferentes contextos. O segundo eixo está fortemente representado pois se faz necessária uma análise de contexto para resolução de problemas locais, regionais e globais. O terceiro eixo também está fortemente representado quando se traz a discussão das implicações do conhecimento científico e tecnológico para o mundo.

Em reforço ao que foi dito no parágrafo anterior, percebe-se, ao fazer uma leitura mais cuidadosa da BNCC-EM nos fundamentos que construíram as competências específicas, que há uma preocupação de fazer os estudantes entenderem do contexto social, histórico e cultural da ciência e da tecnologia, a fim de que compreendam que é um empreendimento humano e social (Brasil, 2017).

Tabela 3

Matriz Competências Específicas da BNCC-EM × EEAC

	1.º EEAC	2.º EEAC	3.º EEAC
2.ª Competência Específica	Presente	Presente	Presente
3.ª Competência Específica	Presente	Presente	Presente

Nota: O próprio autor.

A segunda competência específica também aponta para os segundo e terceiro EEAC uma vez que a defesa de decisões éticas e responsáveis depende de uma reflexão dos estudantes considerando o contexto antes de tomar uma decisão e que essa decisão tem consequências para a sociedade e meio ambiente.

A terceira competência específica enfatiza a importância da investigação de situações-problemas e a aplicações dos conhecimentos científicos e tecnológicos e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Verifica-se uma coadunação dessa competência específica com os três EEAC.

Matriz correlacional entre habilidades derivadas da segunda competência específica da BNCC-EM com os EEAC

Matriz correlacional entre habilidades (derivada da segunda competência específica) da BNCC-EM do Livro Didático Evolução, biodiversidade e sustentabilidade com os EEAC. Portanto, as habilidades que serão aqui representadas estão apontadas no início do capítulo 5 do livro didático (Figura 23). É por meio do exercício de habilidades que certas competências são desenvolvidas. Uma escola que se preocupa em alcançar essas competências precisa garantir a implementação de ações que levem os alunos a desenvolverem essas

habilidades. Para esta tese, uma vez que haja pontos em comum com os EEAC, estaria o livro didático contribuindo com o letramento científico dos estudantes.

As habilidades foram representadas como no exemplo: EM13CNT202, onde EM equivale a ensino médio; 13 indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio, conforme definição dos currículos; CNT é o mesmo que Ciências da Natureza e Suas Tecnologias; 2 é a competência da área; 02 é a habilidade relativa a competência (Brasil, 2017). O quadro dessas habilidades pode ser visto integralmente no anexo X.

A habilidade EM13CNT202 pretende desenvolver:

Capacidade de 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, como ou sem uso de dispositivos e aplicativos digitais.

Essa análise deve ser feita por meio da mobilização de conceitos relacionados às categorias de organização dos seres vivos, tais como espécie, população, comunidades e ecossistemas e outros conceitos como cadeias e teias alimentares, portanto uma forte ligação com aprendizado de conceitos trazido no primeiro EEAC (Tabela 4).

A habilidade EM13CNT203 busca desenvolver:

Capacidade de avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, como base no mecanismo de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

Essa avaliação deve ser feita por meio do recrutamento de conceitos relacionados a cadeias, teias alimentares e pirâmides ecológicas, portanto ligados ao primeiro EEAC. Verifica-se uma forte relação com o terceiro EEAC, uma vez que busca desenvolver a previsibilidade diante de intervenções nos ecossistemas e seus impactos para os seres vivos. Portanto, relaciona-se com aspectos sociocientíficos, sendo estes assuntos de caráter social, cultural, político, econômico e ambiental, ligados à prática científica (Tabela 4).

O capítulo 5 do LD pretende desenvolver a habilidade EM13CNT206, a fim de que o estudante seja capaz de discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, bem como avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais.

Essa habilidade está ligada ao segundo e terceiro EEAC, pois evidencia a natureza humana da ciência, além dos aspectos sociocientíficos atrelados à prática da ciência.

Tabela 4

Matriz Habilidades (segunda competência específica) × EEAC

	1.º EEAC	2.º EEAC	3.º EEAC
EM13CNT202	Presente		
EM13CNT203	Presente		Presente
EM13CNT206		Presente	Presente

Nota: O próprio autor.

Matriz correlacional entre habilidades derivadas da terceira competência específica da BNCC-EM com os EEAC

Matriz correlacional entre habilidades (derivada da terceira competência específica) da BNCC-EM do Livro Didático Evolução, biodiversidade e sustentabilidade com os EEAC

A habilidade EM13CNT301 pretende desenvolver no estudante a capacidade de construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

A compreensão de conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia a dia pode ser realizada ao desenvolver essas habilidades. Nesse sentido, ao desenvolver essa habilidade em sala de aula também estará sendo fomentado o desenvolvimento do primeiro EEAC (Tabela 5).

Além do mais, o enfrentamento de situações-problema coloca o estudante diante de questões relacionadas à natureza da ciência, podendo o estudante confrontar informações e circunstâncias que exige reflexão para tomada de decisões, ideia muito presente no segundo e terceiro EEAC (Tabela 5).

Tabela 5

Matriz Habilidades (terceira competência específica) × EEAC.

	1.º EEAC	2.º EEAC	3.º EEAC
EM13CNT301	Presente	Presente	Presente
EM13CNT304	Presente	Presente	Presente

Nota: O próprio autor.

4.5.1 Conclusão - Análise do Livro Didático: pressupostos teóricos e metodológicos × E EAC

Confrontando a habilidade EM13CNT304 com os eixos estruturantes da alfabetização científica, percebe-se uma ampla relação. O capítulo 5 do livro didático pretende desenvolver a capacidade de analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos das Ciências da Natureza, como por exemplo as estratégias de controle de pragas, com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. Inicialmente, o primeiro eixo está representado quando da aplicação dos conhecimentos das Ciências da Natureza. O segundo eixo estruturante da alfabetização científica também está representado quando do debate das situações controversas dos conhecimentos científicos, uma vez que este debate é influenciado pelas circunstâncias e influenciado pela ética e política. O terceiro eixo estruturante da alfabetização científica também está representado pois são exatamente as controversas que fazem o estudante perceber que os avanços da ciência nem sempre trazem somente benefícios.

Os resultados até aqui devem ser interpretados com os devidos cuidados. Não era de se esperar que todas as competências e habilidades fizessem intersecções com os eixos estruturantes da alfabetização científica. De forma geral essas competências e habilidades são mais ambiciosas que os eixos estruturantes da alfabetização científica e por isso pretendem promover certas competências e habilidades que vão além daquelas que contribuem para o letramento científico.

Depreende-se desses dados que os autores do livro didático *Evolução, biodiversidade e sustentabilidade – Ensino Médio – Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, publicado em 2021, 1ª Edição* preocuparam-se em estruturar os conteúdos com base em pressupostos teóricos e metodológicos orientados pela Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC-EM), sendo que a maioria das competências gerais, específicas e habilidades remetem a ao menos um eixo estruturante da alfabetização científica de forma explícita por meio de termos e ideias.

Para se verificar com maior exatidão a contribuição desse livro didático para o letramento científico dos estudantes, é necessário ir além da análise de seus pressupostos, é preciso a utilização de outra ferramenta, como por exemplo a semiótica multimodal, que pode vir a revelar nos elementos textuais e não textuais, os quais podem ou não transmitir informações, conceitos, ideias e valores, e facilitar ou não o aprendizado.

4.6 **Análise do capítulo 5 *Desafios para a sustentabilidade e os elementos textuais e não textuais que contribuem para o LC***

O livro didático *Evolução, Biodiversidade e Sustentabilidade* inicia o capítulo 5 apresentando o seguinte texto:

Ao longo deste capítulo, vamos estudar os impactos da ação humana sobre os ecossistemas. Buscaremos compreender como a vida se mantém, tendo em vista o ciclo da matéria e os fluxos de energia. Portanto, seus conhecimentos em Ecologia serão fundamentais neste capítulo. Mas, o que é Ecologia? O que é um ecossistema? Como um ecossistema se mantém em equilíbrio? Como os seres humanos alteram os ecossistemas? Como o ser humano pode prever alterações e recuperação dos ecossistemas? Respondidas essas perguntas, estratégias para a sustentabilidade serão pontos importantes a serem tratados neste capítulo. Você será convidado a discutir ações em diferentes graus tendo em vista a conservação das espécies e o equilíbrio ecológico.

O texto acima foi construído em 1ª pessoa do plural. Esta opção denota a preocupação que os autores tiveram em aproximar o LD aos estudantes. Percebe-se que o LD conversa com os estudantes e sugere que os acompanharão na empreitada pelo conhecimento. Em seguida, apresenta quais conceitos básicos devem aprender para compreender a dinâmica do funcionamento da natureza e como o homem pode interferir nessa dinâmica.

Somados ao texto, há uma imagem de uma mata reflorestada no município de Arataca (BA) (Figura 24). A figura traz ainda uma questão para o estudante refletir sobre desmatamento e reflorestamento. Essa questão faz um resgate de conhecimentos prévios, tendo em vista que é um assunto muito discutido em outras séries do ensino básico, além do mais essa reflexão contribui para o desenvolvimento do terceiro EEAC. Porém, não há qualquer outro texto além da legenda que possa melhor explicar a figura. Não há qualquer informação que defina *Mata Reflorestada e Áreas Devastadas*.

Segundo Souza e Rego (2018) a leitura do livro didático vai muito além da simples leitura de textos ou visualização de imagens. Os textos podem, por vezes, servirem para identificar os elementos que compõem as imagens, ou ainda, servir como complementos um do outro, sendo que a falta de um ou outro poderia tornar a mensagem incompleta ou demasiadamente complexa, portanto, imagem e texto juntos contribuem para estimular o leitor a continuar a leitura.

De qualquer forma, ainda que os autores, nessa parte do texto, tenham perdido a oportunidade de dialogar, trazendo à baila questões relacionadas ao dia a dia do estudante, percebe-se uma intencionalidade de estimular o autoquestionamento quanto ao significado dos termos *Desmatamento e Reflorestamento*.

O professor em sala de aula é o ator que pode minimizar a falta de elementos textuais que melhor caracterizariam a figura 24. O professor pode trazer para a sala de aula exemplos mais próximos da realidade vivida pelos estudantes. Pode ainda levar os alunos para observar o próprio ambiente escolar e a degradação de seus espaços naturais, ou mesmo a reflexão sobre a ausência e recuperação desses espaços, remetendo ao que [Freinet \(1969\)](#) chamava de aula-passeio. Essa atividade também pode ser realizada em parques ecológicos, reservas naturais e qualquer outro ambiente fora da escolar.

Figura 24

Imagem de introdução/contextualização do capítulo 5.



Nota. Figura integral da fonte original em Mortimer et. al. (2021).

[Oliveira et al. \(2021\)](#), em seu artigo de revisão sobre *eye-tracking* (tradução: rastreamento ocular), citam [Almeida \(2014\)](#) o qual traz à tona o princípio da sinalização, que diz que a aprendizagem é mais eficiente quando existem sinais ou pistas que indicam, no texto, o que deve ser analisado na imagem.

Os mesmos autores ainda citam [Scheiter e Eiter \(2015\)](#), que apontam várias formas de sinalização que visam ajudar a integração de materiais multimídia, sejam estáticos ou dinâmicos, como destaque de palavras, fixo ou sincronizado com narração, rótulos idênticos fornecidos no texto e nas ilustrações, referências dêiticas e a utilização de cores, seja apenas em imagens ou codificação de cores (do inglês 'color-coding') em textos e diagramas.

Segundo [Oliveira et al. \(2021\)](#) há um processamento precoce no campo visual com relação às cores e que quanto mais brilhantes mais tendem a chamar a atenção focal. Corroborando com esse entendimento, [Hwang et al. \(2007\)](#) compararam cenas do mundo real em cores naturais e em escalas de cinza, enquanto eram registrados dados de rastreamento ocular (*eye-tracking*). Os resultados indicaram que as informações de cromaticidade levaram a uma detecção do alvo mais rápida. Assim, é possível empregar as cores de várias formas como guia do processo atencional, como por exemplo, usar imagens, estrategicamente coloridas, para ilustrar conceitos ou exemplos relevantes em materiais instrucionais, diferenciar seres vivos pela predominância de certas cores.

Segundo [Oliveira et al. \(2021\)](#) em suas conclusões, o nível de conhecimentos prévios dos alunos pode interferir na qualidade da aprendizagem e o uso de cores mostrou ser mais relevante para aqueles que têm menos conhecimentos prévios, direcionando-os para uma maior atenção e na rápida busca visual.

Os títulos e subtítulos do capítulo 5 apresentam formato de letra arredondada que segundo [van Leeuwen \(2006\)](#) apresenta maior fluidez, naturalidade e suavidade. Além do mais, o tema sustentabilidade é extremamente atual o que reforça mais ainda o aspecto citado.

Um importante pesquisador que se debruça sobre a análise de LD é Hummel. O autor aponta para uma categoria que dá qualidade ao LD chamada de *apresentação*. Essa categoria está relacionada com o sequenciamento e estruturação do material e conteúdo factual ([Hummel, 1988](#)). É possível observar tal categoria no capítulo 5 quando se verifica uma subdivisão dos assuntos em títulos que respeitam uma lógica interna de hierarquia dos conteúdos de ecologia. Essa apresentação, segundo [Hummel \(1988\)](#), na forma sequencial estimula os estudantes a continuar a leitura com maior fluidez e por consequência contribui para o primeiro EEAC pois estimula a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.

Voltando a análise da figura que dá início ao capítulo 5 ([Figura 24](#)), adicionalmente, seria mais interessante uma figura rica em informações que mostrasse a comparação de uma mesma região desmatada e posteriormente reflorestada ([Figura 25](#)) o que poderia dar uma ideia mais clara da dimensão e importância do assunto.

O LD em questão traz algumas seções importantes que apresentam um diferencial, quais sejam: Seção Investigação e Seção Projeto. A investigação é um trabalho experimental composto por objetivos, materiais, métodos e perguntas para reflexão dos resultados encontrados. O projeto propõe atividades integradoras que podem ser desenvolvidas em grupo, pesquisas, debates e atividades de divulgação científica. O capítulo analisado apresenta três investigações e um projeto e logo no início do capítulo 5, ainda na primeira página, os autores sugerem uma atividade investigativa experimental para compreender alguns mecanismos de manutenção da vida, tendo em vista a ação dos fatores bióticos e abióticos ([anexo XI](#)).

As seções Investigação e Projeto estão fortemente ligadas ao desenvolvimento do Letramento Científico. [Hummel \(1988\)](#) aponta para a categoria *Estimulação* uma vez que se trabalha os conceitos de fatores bióticos e abióticos de forma estruturadas, com linguagem clara e promoção do pensamento crítico. A criatividade e autodirecionamento também podem ser contempladas nessas seções, pois há um estímulo à pesquisa, com vários Indicadores da Alfabetização Científica de [Sasseron \(2008\)](#) que podem se fazer presentes com a realização das atividades dessas seções. Além do mais, a abordagem investigativa trazida logo no início do Capítulo 5 do LD estimula o trabalho em grupo, o qual dá condições para o desenvolvimento de comportamentos de comunicação e cooperação. Já as questões de reflexões trazidas no texto do experimento levam o estudante a comportar-se com criticidade, elemento essencial para o letramento científico.

Figura 25.

Fazenda Bulcão, antes (2001) e depois de ser transformada em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural e passar por um reflorestamento com plantas nativas da Mata Atlântica (2019).



Nota. Foto do Facebook (Instituto Terra).

O título 5.1: A ecologia dos ecossistemas: mecanismos de manutenção da vida, dá início ao estudo dos conceitos básicos desse capítulo. Um agrupamento de vários elementos se comunica com os estudantes, tais como título, texto, imagem, glossário e legenda (Figura 26).

Figura 26.

Imagem introdutória do capítulo 5.

5.1 A ecologia dos ecossistemas: mecanismos de manutenção da vida

Ao longo deste capítulo, vamos estudar as relações entre organismos (figura 5.2), ambiente e impactos da ação humana. Para avaliar e prever efeitos de ações **antrópicas** em **ecossistemas**, vamos discutir algumas noções básicas da Ecologia que darão suporte às análises.

[**antrópico**: relativo à ação humana.]

Figura 5.2 – Representação esquemática de alguns elementos que constituem um ecossistema. Observe que fatores bióticos e abióticos são considerados em interação. Os elementos não estão representados em proporção. Cores fantasia.



Nota. Figura integral da fonte original em Mortimer et. al. (2021).

O texto é um convite para os estudantes refletirem sobre os assuntos que serão trabalhados no capítulo e deixa claro que o homem é protagonista nos impactos no meio ambiente, o que remete ao terceiro EEAC. Termos incomuns aos estudantes são destacados nos textos, tais como *antrópica* e *ecossistemas*. Um dos termos *antrópica* é definido em um glossário logo abaixo do texto, próximo ao termo e grifado. Isso também aconteceu com o termo *efeito estufa* na mesma página. O fato de estar próximo facilita muito a busca por essa definição. O termo *ecossistema* apesar de estar destacado em negrito não é definido em um glossário, uma vez que é melhor definido e exemplificado nos textos que se sucedem.

A compreensão do termo *ecossistema* é indispensável para se alcançar o primeiro dos três EEAC, pois é na compreensão desse termo que o estudante pode evoluir para um debate mais profundo sobre questões relacionadas ao funcionamento da natureza de forma crítica e aplicar o conhecimento de forma responsável e com menor impacto possível no ambiente. Esse e outros termos, tais como: Ecologia, indivíduo, população, comunidade, ecossistema e biosfera, foram apresentados de forma destacada (Figura 27).

Na figura 27 verifica-se uma preocupação dos autores de facilitar e destacar os conceitos básicos mais importantes para se compreender o funcionamento da natureza. Esse formato de apresentação dos conceitos tem uma estrutura que se assemelha a um glossário e por consequência coloca em destaque os conceitos. Segundo Hummel (1988) a linguagem mais clara, resumida, direta e com apresentação que a destaca reforça o aspecto estimulação.

Figura 27.

Caixa em destaque com conceitos de ecologia, indivíduo, população, comunidade, ecossistema e biosfera.

Ecologia é o ramo da Biologia que estuda as complexas inter-relações dos organismos vivos entre si e com o mundo. Para estudar os fenômenos biológicos, a vida é organizada em diferentes níveis. Para a Ecologia, o **indivíduo** é a unidade fundamental, sendo definido como um único exemplar de uma espécie qualquer, ou seja, um espécime. Uma **população**, por sua vez, representa um conjunto de indivíduos de uma mesma espécie, vivendo em determinada região, em um certo período de tempo. Uma **comunidade** é uma interação de populações diferentes. As comunidades influenciam os processos populacionais e, conseqüentemente, as abundâncias relativas a populações de seres vivos. O **ecossistema** é formado pelo conjunto de comunidades bióticas que habitam e interagem em uma área e por fatores abióticos que exercem influência sobre essas comunidades. Já **biosfera** é um conceito amplo, utilizado para definir o conjunto de todos os ambientes em que há vida na Terra.

Nota. Figura integral da fonte original em Mortimer et al. (2021).

Por vezes, no capítulo 5, há figuras que ajudam a explicar o significado das informações trazidas no glossário (Figura 28). Somados, glossário e figura, facilitam a autoinstrução e são para o leitor elementos que se destacam no texto que lhe prendem a atenção, propositadamente destacada por ser pré-requisito para passar para leituras mais densas, seja no próprio LD ou em outros livros que tratam do mesmo assunto.

Figura 28.

Definição de efeito estufa no glossário junto a representação esquemática.

A temperatura global tem aumentado nas últimas décadas em virtude da intensificação do **efeito estufa**, gerando consequências graves à vida na Terra (figura 5.3). Pesquisas têm indicado, por exemplo, a grande diminuição dos anfíbios, o que, em parte, é explicado pelo aumento da temperatura global. Esses animais são bastante sensíveis a variações de temperaturas e correm risco de extinção.

[**efeito estufa**: fenômeno físico natural no qual parte da radiação infravermelha recebida do Sol e refletida pela superfície terrestre não volta ao espaço, pois é absorvida por gases presentes na atmosfera.]



Figura 5.3 – Representação esquemática da radiação solar na superfície terrestre. Parte da radiação é refletida para o espaço (32%) e parte é absorvida (68%). Essa relação mantém a temperatura média do planeta em torno de 15 °C. Os elementos não estão representados em proporção. Cores fantasia.

Nota. Figura integral da fonte original em Mortimer et. al. (2021).

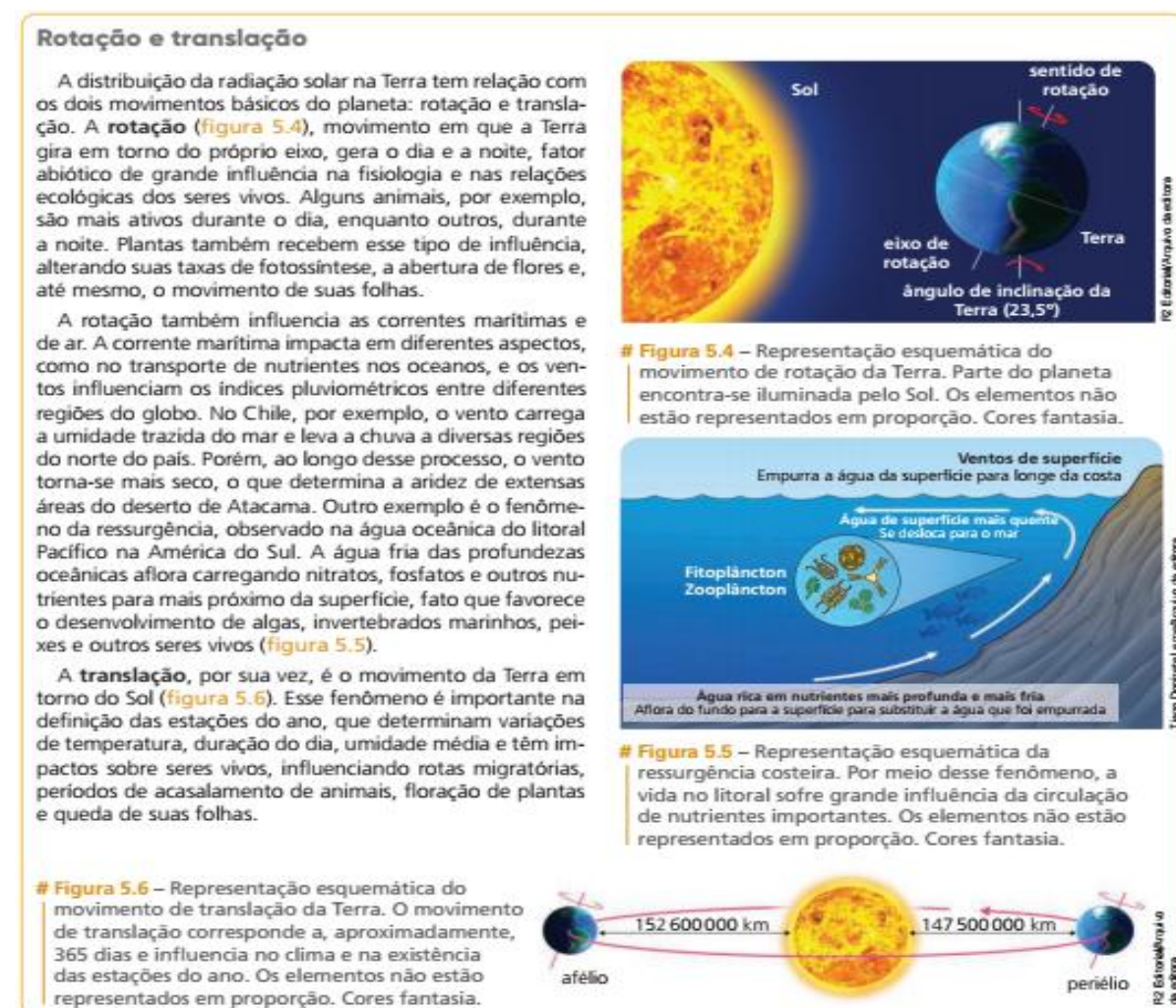
Um outro elemento presente nesse LD é a caixa de textos das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Figura 29). Tal elemento é composto por figuras e textos que exemplificam o conceito que está em estudo. No capítulo 5, a caixa traz um texto sobre movimentos de rotação e translação e sua importância na manutenção da vida e na biodiversidade, remetendo ao conceito de fatores abióticos e sua influência sob a vida.

Considerando que a ligação com a realidade é um aspecto importante para estimular os estudantes, é possível apontar um ponto muito frágil nas escolhas feitas pelos autores para explicar o movimento de rotação e translação da Terra e sua influência na natureza. A caixa de textos (Figura 29) traz exemplos do deserto do Atacama e do litoral da América do Sul no pacífico, regiões bem distantes da realidade dos estudantes da pesquisa.

Por vezes, essa caixa de texto/figura pode aparecer acompanhada de uma outra caixa de questões, chamada de *articulando ideias*, que visa articular o conteúdo abordado no capítulo de forma que o estudante possa aplicar os conhecimentos, relacionar ideias e interpretar textos (Figura 30 e Figura 31).

Figura 29.

Caixa de texto/figuras que complementam o tema abordado.



Nota. Figura integral da fonte original em Mortimer et. al. (2021).

Figura 30.

Caixa de texto para análise e resolução de questões em articulando ideias.

Os lobos no Parque Nacional de Yellowstone

Ao longo do século XIX, várias florestas dos Estados Unidos foram derrubadas para dar lugar à crescente atividade agropecuária. Isso gerou perdas de *habitat* e uma das consequências foi a predação de lobos sobre os rebanhos. Com os ambientes naturais cada vez mais restritos, os lobos passaram a preda o gado dos pastos. Isso deu origem a uma intensa caça aos lobos pelos seres humanos, o que os levou à quase extinção (figura 5.8).

Um fenômeno interessante relacionado à diminuição dos lobos foi observado e estudado no Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos. Com a dizimação de lobos, o número de veados e alces passou a aumentar gradativamente, pois os lobos eram seus principais predadores. O número crescente desses animais gerou uma grande devastação na vegetação do parque.

Em 1995, catorze lobos foram reintroduzidos no parque. Eram poucos, mas as consequências foram impressionantes. Além de começar a preda alguns veados, a população de lobos fez com que veados e alces mudassem seu comportamento (figura 5.9).

Eles passaram a evitar os locais próximos aos lobos, como vales e rios. A vegetação desses locais começou a se regenerar (figura 5.10). Com a presença de árvores maiores e mais variadas, começaram a chegar pássaros, aves migratórias e castores. O número de coelhos e ratos também aumentou, pois os lobos mataram alguns coiotes que habitavam o parque. Isso atraiu falcões e raposas.

A regeneração da vegetação reduziu a erosão do solo. Com maior vegetação nas margens dos rios do parque, o curso dos rios tornou-se mais estável e estes passaram a serpentear menos.



Michelle Hall/Getty Images

Figura 5.8 – Fotografia de lobo da espécie *Canis lupus* (até 2 metros de comprimento), no Parque Nacional de Yellowstone (Estados Unidos).



Stocksien Kistner/Getty Images

Figura 5.9 – Com a ausência dos lobos, os veados (*Odocoileus* spp., até 2 metros de comprimento) passaram a frequentar as bordas de rios e lagos, dizimando a vegetação desses ambientes. Parque Nacional de Yellowstone.



W.J. Ray/PlayCreative Commons 4.0 (a) 2002 (b) 2015 N.L. Baasch/PlayCreative Commons 4.0

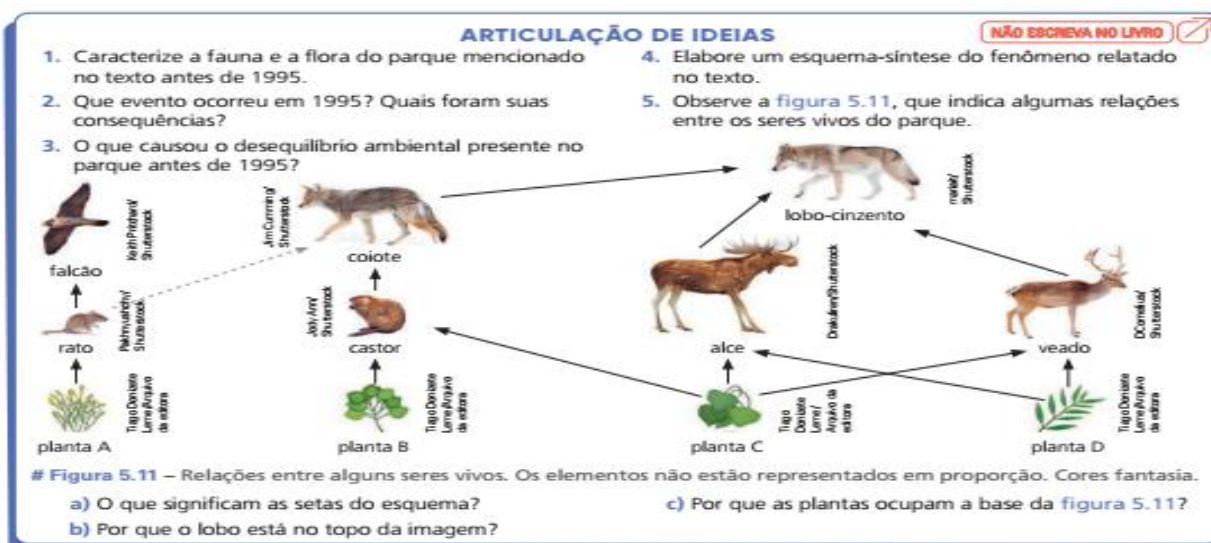
Figura 5.10 – Com a reintrodução de lobos no Parque Nacional de Yellowstone, o equilíbrio populacional de herbívoros foi gradativamente restabelecido e permitiu a recuperação da vegetação do parque. Fotografias do parque em 2002 e em 2015.

Nota. Figura integral da fonte original em Mortimer et. al. (2021).

As caixas de textos/figura e caixa de questões não são elementos decorativos ou estéticos, eles se integram para motivar, facilitar a compreensão do texto, a manutenção da leitura e retenção de informações. Portanto esses elementos textuais e não textuais contribuem para o LC ao fomentar, em especial, o primeiro EEAC.

Figura 31.

Caixa de questões articulando ideias relacionado ao texto *Os lobos no parque de Yellowstone*.



Nota. Figura integral da fonte original em Mortimer et. al. (2021).

Uma figura importante e digna de nota consegue dar exemplos de organismos em seus respectivos níveis tróficos, definir produtores, consumidores e decompositores de forma simplificada (Figura 32).

Figura 32.

Representação dos níveis tróficos, cadeia alimentar e outros elementos facilitadores do aprendizado.



Nota: Figura integral da fonte original em Mortimer et. al. (2021).

A figura 32 ajuda o aluno a compreender que existe uma relação de transferência de energia entre seres vivos de forma unidirecional, ao mesmo tempo ajuda a compreender que cada um dos componentes da cadeia alimentar será decomposto por microrganismos.

4.6.1 Conclusão – Análise do Capítulo 5

Depreende-se da análise do capítulo 5 um cenário de comunicação multimodal. Diante desse cenário, ler um texto e prestar atenção somente à mensagem escrita torna-se impossível. A atenção às múltiplas formas

de comunicação pode ser ainda mais intensificada pelo professor, ao criar condições que valorizem a leitura das diversas linhagens.

A mistura da escrita com imagem facilita o acesso ao conhecimento, sendo este indispensável para formar cidadãos que dominem tais habilidades para transformar suas vidas e influenciar a sociedade. Além do mais, muitas das imagens trazem ideias que vão além do conhecimento teórico, mas colocam o estudante em uma posição reflexiva, tal como na figura 30, trazendo à baila a reflexão sobre as consequências da introdução de espécie exótica em ambientes naturais e assim podem fomentar o terceiro EEAC.

O LD usado nessa pesquisa, em seu capítulo 5, carece de textos e figuras que estejam relacionados ao dia a dia dos estudantes. A escolha de figuras e textos mais próxima da realidade do aluno como por exemplo o uso de biomas locais como o Cerrado poderia criar uma identidade com o livro didático.

[Ota e Melo \(2015\)](#) colocam o estudante e a editora em lados diferentes de um contrato fiduciário, em que:

O enunciador (editora) através do seu discurso (textos e imagens) espalham marcas e efeitos da realidade que devem ser encontradas e interpretadas pelo enunciatário (estudante). Tais textos devem ser dotados de argumentatividade, pretende convencer, por isso, precisa fazer crer que é verdadeiro. Ao fazer crer que seu dizer é verdadeiro, o enunciador constrói junto ao enunciatário o contrato de fidúcia ou contrato fiduciário, que diz respeito à confiança que o enunciatário deposita no discurso. Quando se produz um enunciado, estabelece-se uma convenção ou contrato fiduciário que determina o caráter veridictório do texto. ([Ota & Melo, 2015, p. 20-21](#))

Textos e figuras regionalizadas e com isso mais próximas da realidade dos estudantes podem ser mais convincentes e fortalecer o contrato fiduciário citado pelas autoras acima. Uma explicação para a produção do LD com figuras não regionalizadas é o custo de produção. Tendo em vista que as editoras escolhidas para produção do LD terão seus livros distribuídos em várias regiões do país, o qual tem grande dimensão e vários biomas inseridos, fica difícil, sob o ponto de vista econômico produzir diferentes livros para cada uma dessas regiões. Uma possível solução seria regionalizar a escolha das editoras, determinando que elas produzam LD de Ciências da Natureza ligados à realidade dos biomas locais.

Nesse sentido, a escolha das figuras deve priorizar o despertar da curiosidade, mas que ao mesmo tempo tenha algum grau de proximidade com o estudante e dessa forma contemplar o que é previsto na BNCC, a qual tem entre outras ações contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas ([Brasil, 2017, p.16](#)).

4.7 Análise do discurso (Repetição empírica, formal e histórica) como ferramenta indicadora do desenvolvimento do 1.º Eixo Estruturante da Alfabetização Científica em um contexto de sala de aula invertida

O contato amiúde dos estudantes com os conteúdos do LD dentro de uma metodologia que favoreça a troca de informações entre diferentes agentes com níveis diferentes de letramento e de conhecimentos prévios pode ser o caminho para desenvolver o primeiro eixo estruturante da alfabetização científica. Esse eixo, como já dito alhures, está relacionado a apropriação de termos e conceitos científicos que permitam a leitura e a compreensão de informações a todo momento divulgadas em várias mídias.

Os resultados nesta parte da pesquisa trazem dados que mostram uma relação entre argumentação dos estudantes e o desenvolvimento do 1.º EEAC. A prioridade aqui desenvolvida está no 1.º EEAC, pois sem a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais os demais eixos podem ser mais dificilmente alcançados.

Cabe lembrar que [Orlandi \(2004\)](#) distingue a repetição empírica, a repetição formal e a repetição histórica. A repetição empírica refere-se ao exercício mnemônico, em que o indivíduo repete exatamente da forma como leu ou ouviu, não historiciza. A repetição formal trata do exercício gramatical, em que o indivíduo repete o que leu ou ouviu de maneira um pouco diferenciada, muda as frases, isto é, diz a mesma coisa com palavras diferentes, não historiciza. A repetição histórica ocorre a interpretação, pois o repetível aqui faz parte da memória constitutiva do sujeito, ele consegue formular e constituir seu enunciado no interior das repetições. Ou seja, repetição histórica não é qualquer repetição e sim aquela que historiciza e o enunciador se faz autor.

Todas as aulas foram transcritas após edição para retirada de ruídos ou diálogos irrelevantes para esta tese. As transcrições foram feitas sem qualquer programa de transcrição visto que havia muitas falas de diferentes grupos que por vezes se sobrepunham umas às outras. Por isso foi demandado um grande esforço de concentração para compreender o áudio e tempo para transcrever cuidadosamente as produções orais dos estudantes.

As aulas foram conduzidas no laboratório da escola, que por limitação de espaço físico houve uma redução na quantidade de alunos, ficando cada turma com no máximo 18 alunos matriculados. Uma outra justificativa para esse número reduzido de alunos foi a forma de distribuição de alunos por Unidade Curricular Eletiva no Novo Ensino Médio. A oferta, nesse semestre, de mais de 40 eletivas disponíveis no catálogo de ofertas de eletivas dos itinerários formativos do novo ensino médio, acabou por reduzir a quantidade de alunos em algumas eletivas e aumentar em outras.

Cada uma das turmas foi dividida em três grupos de no máximo 6 componentes. Os estudantes ficaram todo o tempo da metodologia no mesmo espaço físico e cada grupo com um microfone para captação de áudio e por isso foi comum que falas de um outro grupo, falas da interação professor-aluno em outro grupo e ruídos indesejados estivessem presentes nos áudios. Para todos os casos, os ruídos externos foram desconsiderados na transcrição, sendo priorizadas as falas dentro do grupo em análise.

Todos os grupos estudaram o mesmo tema, *desafios para a sustentabilidade*, restringindo sua leitura e discussão aos assuntos trazidos no capítulo 5 do livro didático: Evolução, Biodiversidade e Sustentabilidade (Mortimer et al. 2021).

As aulas ocorreram às quartas e sextas-feiras e teve início na segunda semana de março de 2023 e até aquele momento os estudantes não tiveram nenhum contato com os conteúdos trazidos no livro didático usado na pesquisa. Cada turma teve um único encontro semanal de 1h40 min., ou seja, uma aula por semana. Houve a necessidade de no mínimo 3 encontros com cada turma para uma cobertura completa da metodologia que incluiu desde o 1.º até o 4.º momento.

- 1.º momento: Leitura prévia, em seus lares, de parte do capítulo 5 do LD.
- 2.º momento: Discussão e aprendizado compartilhado, que se caracteriza pela apresentação para os parceiros do grupo dos conceitos estudados (Colaboração Intragrupo).
- 3.º momento: Apresentação para os outros grupos, a qual se caracterizou pela exposição das aprendizagens realizadas dentro dos grupos (Colaboração intergrupo).
- 4.º momento: O professor fez uma síntese dos conceitos aprendidos durante o momento 2 e 3, destacando as partes mais importantes e deu início a análise e resolução das QSC.

Os alunos se concentraram no aprendizado dos conceitos presentes nos seguintes títulos: A ecologia dos ecossistemas: mecanismos de manutenção da vida (título 5.1) e A manutenção do equilíbrio ecológico (título 5.2). Os grupos foram formados e tinham o objetivo de compreender os conceitos, conforme abaixo:

- Grupo 1: Conceitos básicos de ecologia, indivíduo, população, comunidade, ecossistema, biosfera, fatores bióticos e abióticos.
- Grupo 2: Conceito de cadeia alimentar e nicho ecológico.
- Grupo 3: Conceito de teias alimentares, fluxo de energia nas cadeias e teias alimentares e nível trófico.

Os resultados mostram, inicialmente, os diálogos dos estudantes no segundo momento e terceiro momento de aprendizado, conforme descrito na metodologia (Design da metodologia). Buscou-se evidência o tipo de repetição trazida pelos alunos em suas interações discursivas, bem como os indicadores de

letramento. Buscou-se também identificar características gerais do argumento que apontam para um aprendizado ou não, erros conceituais, erro de interpretação e conceito incompleto.

Para facilitar essa análise, os grupos do primeiro semestre letivo foram assim classificados:

- Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de quarta-feira (GEEFAQ);
- Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira 1 (GEEFAS1);
- Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira 2 (GEEFAS2);
- Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira 3 (GEEFAS3);
- Grupo Cadeia Alimentar e Nicho Ecológico de quarta-feira (GCANEQ);
- Grupo Cadeia Alimentar e Nicho Ecológico de sexta-feira 1 (GCANES1);
- Grupo Cadeia Alimentar e Nicho Ecológico de sexta-feira 2 (GCANES2);
- Grupo Cadeia Alimentar e Nicho Ecológico de sexta-feira 3 (GCANES3);
- Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de quarta-feira (GTANTQ);
- Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de sexta-feira 1 (GTANTS1);
- Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de sexta-feira 2 (GTANTS2);
- Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de sexta-feira 3 (GTANTS3).

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE QUARTA-FEIRA (GEEFAQ)

A íntegra das transcrições ([Anexo XII](#)) mostra um predomínio de repetições empíricas durante toda interação discursiva. Houve um grande esforço dos alunos nas atividades mnemônicas, por isso muitas ocorrências desse tipo de repetição.

Tabela 6.

Discurso em torno do conceito de população – Repetição empírica.

Falante	Discurso	Texto original do LD	Tipos de repetição /desvio do sentido
Marie	população é o conjunto de indivíduos da mesma espécie que vive em determinada região. É como se fosse uma comunidade, entendeu? Comunidade é tipo populações diferentes.	População é o conjunto de indivíduos da mesma espécie que vive em determinada região.	Repetição empírica.

Nota: O próprio autor.

No discurso de Marie Curie, por exemplo, observa-se repetição empírica copiada palavra por palavra do texto original (Tabela 6). Não é de se esperar, para esse conteúdo introdutório do capítulo, grandes alterações no discurso. Para esses conceitos, há uma certa rigidez na sintaxe, em que alterações podem levar mais facilmente a mudanças semânticas. Tais mudanças de sentido serão vistas mais adiante.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE QUARTA-FEIRA (GEEFAQ)

A repetição formal foi identificada no discurso de Marie Curie (Tabela 7). A estudante, ao definir o conceito de biosfera, utiliza a palavra *juntos* em substituição aos termos *todos os ambientes em que há vida na Terra*. A estudante Marie Curie compreendeu que se trata do coletivo dos ambientes, o que explica o uso do termo. Marie Curie, preocupada com o fazer entender, complementa o conceito de biosfera trazendo os termos *é um lugar que habita tudo que tem vida*.

Tabela 7.

Discurso em torno do conceito de biosfera – Repetição formal

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Marie	A biosfera é um conceito amplo, utilizado para definir todos os ambientes <i>juntos</i> . Ah! Não. Falei errado! A biosfera <i>é um lugar que habita tudo que tem vida</i>	A biosfera é um conceito amplo, utilizado para definir todos os ambientes em que há vida na Terra.	Repetição formal

Nota: O próprio autor.

Apesar de a maior parte do argumento de Marie Curie se constituir no exercício mnemônico, há uma tentativa da estudante de tornar o texto mais claro para os colegas com a introdução de outras palavras, o que resultou na repetição formal.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE QUARTA-FEIRA (GEEFAQ)

Em todos os tipos de repetições que se fizeram presentes nos discursos, no momento 2, foram necessárias intervenções do professor com analogias, correções, e exclusão de termos para melhor compreensão dos alunos.

Para Orlandi (2004), o sujeito só exerce a função-autor quando historiciza seu dizer num jogo com a memória discursiva diretamente ligado à interpretação. A autoria de Marie somente ocorreu depois de um longo tempo de observação do discurso dos outros, bem como de várias repetições por ela feitas (Tabela 8). Portanto o sujeito se constitui autor quando formula seu enunciado no interior das repetições, sejam próprias (dele mesmo) ou impróprias (das repetições dos outros).

Tabela 8.

Discurso em torno do conceito de Biosfera, população e comunidade

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Marie	população é o conjunto de indivíduos da mesma espécie que vive em determinada região. É como se fosse uma comunidade, entendeu? Comunidade é tipo populações diferentes.	População é o conjunto de indivíduos da mesma espécie que vive em determinada região.	Repetição empírica.
Anna	Vocês entenderam o quê?		
Marie	E biosfera é tudo que tem vida, <i>qualquer lugar que tem vida é biosfera.</i>	A biosfera é um conceito amplo, utilizado para definir todos os ambientes em que há vida na Terra.	Desvio do sentido
Anna	Vocês entenderam o que ela está falando, né?		
Marie	E comunidade são populações diferentes. E população eu expliquei só que expliquei mal. É a mesma espécie em um só local. Já as comunidades são diferentes.		Repetição formal
Marie	Eu entendi que população é quando em um lugar habitam a mesma espécie e comunidade é quando tem várias espécies não só a mesma.	População é o conjunto de indivíduos da mesma espécie que vive em determinada região. Comunidade é a interação de populações diferentes.	Autoria

Nota: O próprio autor.

A [tabela 8](#) mostra que Marie fez uso de repetição empírica, formal e desvios de sentido para ao final produzir uma autoria, evidenciando o que foi dito no parágrafo anterior.

Um problema observado ao analisar os discursos está ligado às alterações no nível gramatical que deslocaram o sentido original de forma mais significativa. Esses deslocamentos, eventualmente, podem se configurar em erros ou, ainda, se constituir numa perda de precisão e estavam muito presentes. Possivelmente, esses deslocamentos ou desvios de sentido sejam resultado de uma tentativa de simplificar o conceito, de resumir. Essa tentativa por vezes retira ou substitui termos essenciais para o conceito tornando-o errado ou incompleto.

O deslocamento do sentido original do texto pode ser evidenciado na [tabela 8](#), quando Marie tenta redefinir biosfera. A estudante generaliza, fazendo crer que qualquer lugar que tem vida é biosfera. No caso

específico, Marie excluiu o elemento *Terra* que é essencial para definir biosfera. Um outro desvio do sentido foi também evidenciado quando Marie tenta definir ecologia (Tabela 9).

Tabela 9.

Discurso em torno do conceito de ecologia.

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Professor	Então não é biosfera. Você percebe que o prefixo <i>bio</i> tem a ver com vida. Por isso o termo biologia é a ciência que estuda a vida. E o que vocês entenderiam por ecologia?		
Marie	É um ramo para estudar fenômenos biológicos.	É o ramo da Biologia que estuda as complexas inter-relações dos organismos vivos entre si e com o mundo.	Desvio do sentido

Nota: O próprio autor.

O conceito de ecologia trazido pelo livro didático traz o termo *inter-relações dos organismos* sendo que essas inter-relações devem acontecer entre os organismos vivos e com o mundo. Portanto as relações acontecem entre fatores biótico (seres vivos – organismos vivos) e fatores abiótico (elementos não vivos). Marie ao tentar explicar o que entendeu sobre o conceito de ecologia acaba por desviar o sentido colocando que todo estudo de fenômenos biológicos é realizado pela ecologia. No entanto, fenômenos biológicos podem ser estudados por vários ramos da biologia, dependendo do tipo de fenômeno o ramo da biologia é um ou outro. A ausência do termo inter-relações, ou outro termo que o substitua impossibilita a manutenção do sentido original. Além do mais, o conhecimento do significado dos termos bióticos e abióticos poderia servir para melhor definir o conceito.

Segundo [Orlandi \(2020\)](#), por vezes uma palavra desconhecida pode gerar um conflito entre o emissor e o receptor e a inserção de outras palavras, ditas de outro modo, paráfrases ou polissemia que são comuns ao meio em que os indivíduos vivem possibilita o desfazer desse conflito linguístico. Nesse sentido, a interação entre diferentes indivíduos possibilita a criação de uma variedade de interpretações, termos e analogias que darão significado para aquilo que leem. No entanto, a substituição de palavras ou termos nos conceitos biológicos carece antes de um claro entendimento do conceito o que pode levar tempo. Esse tempo pode ser minimizado pela ação do professor, o qual pode trazer algumas analogias para facilitar o entendimento do estudante.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 1 (GEEFAS1)

O áudio produzido por este grupo ficou muito comprometido. Houve muita sobreposição de sons e o grupo falava muito baixo, trazendo muitos prejuízos para a transcrição do momento 2. Apesar disso, foram transcritos diálogos que puderam ser lembrados pelo professor, ou que fizeram parte de suas anotações somados ao um enorme esforço para compreensão dos áudios que estavam muito baixos. O momento 3 foi totalmente inaudível e por isso foi excluído da análise.

A íntegra das transcrições ([Anexo XIII](#)) mostram um predomínio de repetições empíricas durante toda interação discursiva. Houve um grande esforço dos alunos nas atividades mnemônicas especialmente na tentativa de compreender o conceito de ecologia trazida no livro didático. Essa leitura foi feita individualmente, bem como para os componentes do grupo.

Portanto, a leitura que deveria ter sido feita antes, em casa, momento 1, aparentemente não trouxe qualquer benefício à compreensão do texto. Questionados sobre a leitura, a maioria dos estudantes disse ter feito, mas, como já tinham passado 7 dias desde a última leitura, não lembravam de mais nada.

Os estudantes, que compartilhavam oralmente suas memorizações de conceitos, eram ouvidos atentamente, mas quando qualquer deslize era percebido por um dos componentes do grupo, faziam interrupções abruptas para corrigir erros. Essa maior atenção e participação aponta para um aumento do comprometimento do aluno com a leitura e com a colaboração de uns com os outros.

[Galvão et al. \(2018\)](#) sugerem que as atividades de sala de aula estejam focadas na participação ativa dos alunos, por meio da construção de atividades práticas desenvolvidas através da mediação do professor. Para que este conhecimento seja transmitido de forma efetiva, [Galvão et al. \(2018\)](#) ainda aconselham que as ações devem estar focadas no trabalho colaborativo e participativo dos estudantes, e que aconteçam momentos favoráveis à exposição de ideias e, conseqüentemente, de formação de argumentos pelos próprios alunos.

[Galvão et al. \(2018\)](#) ainda defendem que o processo de argumentação é essencial no processo de formação de ideias relacionadas aos conceitos científicos e que os dados surgem na vida cotidiana dos alunos, na vivência em sala de aula e dos conteúdos discutidos nas disciplinas.

Nenhuma autoria foi observada nos registros do professor ou nos áudios produzidos pelos estudantes. Repetições empíricas, incompletude e desvio do sentido original do texto, foram evidenciados quando Alberto tentou definir ecologia, população e comunidade ([Tabela 10](#)).

Possivelmente, a incompletude e o desvio do sentido façam parte de uma tentativa de simplificar o conceito, de resumir. Essa tentativa por vezes retira termos essenciais para o conceito, tornando-o incompleto ou modificando o seu sentido.

A ausência do termo *vive em determinada região* faz crer que não necessariamente a população precisa estar inserida em um ambiente. Uma possível explicação para a ausência desse termo é que para o estudante está implícito que a população vive em uma determinada região e por isso a exclusão do termo teria menor impacto na definição de população.

Alberto compreendeu que as comunidades são formadas por várias populações, no entanto, a ausência do termo *interação e diferentes* desvia o sentido original, pois pode levar a entender que podem ser populações iguais e que não há, necessariamente, interação entre elas.

Tabela 10.

Discurso em torno do conceito de Ecologia, população e comunidade (GEEFAS1)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Alberto	Ecologia é o estudo da relação dos organismos entre si e com o mundo.	É o ramo da Biologia que estuda as complexas inter-relações dos organismos vivos entre si e com o mundo.	Repetição empírica
Professor	Pessoal o mundo que ele está colocando aqui é o ambiente. É a relação entre os seres vivos e desses seres vivos com o próprio ambiente. Então, os ecologistas tentam estudar isso. Qual a relação que os seres vivos têm um com o outro e com o ambiente? Tá. Albert e o que seria uma população?		
Alberto	É um grupo da mesma espécie.	População é o conjunto de indivíduos da mesma espécie que vive em determinada região.	Incompletude
Professor	O que seria comunidade?		
Alberto	É onde tem várias populações.	Comunidade é a interação de populações diferentes.	Desvio de sentido
Professor	Dá um exemplo para mim.		
Alberto	É como se fossem humanos, plantas e animais.		

Nota: O próprio autor.

Em toda a metodologia, houve uma presença marcante do professor, o qual fez intervenções que contribuíram para que os estudantes expressassem melhor seus argumentos, mesmo que empíricos. Possivelmente, essa incompletude dos conceitos, expressos em suas falas, faça parte da busca em suas memórias recentes por termos presentes nas definições trazidas no livro didático. A falta da interpretação, do entender de fato o conceito faz com que ao ser solicitado para definir o conceito, os alunos fragmentem suas

respostas com termos, por eles considerados importantes, mas soltos, sem qualquer coerência, deslocando o sentido original ou trazendo o conceito de forma incompleta.

O grupo em questão pareceu ser homogêneo e frágil em conhecimentos prévios e extremamente tímidos para argumentar. Uma redistribuição desses estudantes em outros grupos poderia ser uma solução para que consigam produzir argumentos de melhor qualidade ou ainda a continuidade da metodologia, por um período mais longo, poderia contribuir mais com o despertar de atitudes ativas.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 2 (GEEFAS2)

A íntegra das transcrições ([Anexo XIV](#)) mostra um predomínio de repetições empíricas durante toda interação discursiva. Houve um grande esforço dos alunos nas atividades mnemônicas e uma grande atividade colaborativa para que esta atividade acontecesse. Linus foi um dos estudantes que se esforçou muito para reproduzir o texto que estava no LD ([Tabela 11](#)).

Tabela 11.

Discurso em torno do conceito de abiótico (GEEFAS2)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Linus	A radiação luminosa é importante para que ocorra a fotossíntese, processo por meio do qual as plantas, algas e algumas bactérias sintetizam produtos energéticos e liberam gás oxigênio na atmosfera. Já li o livro várias vezes, só lendo, lendo e lendo.	A radiação luminosa é fundamental para que ocorra a fotossíntese, processo por meio do qual plantas, algas e algumas bactérias sintetizam produtos energéticos e liberam gás oxigênio na atmosfera.	Repetição empírica

Nota: O próprio autor.

Houve um acordo entre os alunos de cada um se dedicar à leitura e entendimento de um ou dois conceitos. Houve uma dedicação muito grande em memorizar o conceito por meio da repetição, até que foram alertados por Newton que deveriam usar das próprias palavras para explicar o conceito.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 2 (GEEFAS2)

A repetição formal também foi evidenciada no discurso desse grupo. Paulo, ao tentar redefinir o conceito de ecossistema, faz algumas inversões de termos, sem, contudo, perder o sentido original. Paulo usa o termo *relação das comunidades* em substituição aos termos *comunidades bióticas que habitam e interagem* ([Tabela 12](#)).

Tabela 12.

Discurso em torno do conceito de ecossistema (GEEFAS2)

Falante	Discurso	Texto original do LD	Tipos de repetição /desvio do sentido
Paulo	Ecossistema é a relação das comunidades, de vários indivíduos com os fatores abióticos, a terra, o sol.	O ecossistema é formado pelo conjunto de comunidades bióticas que habitam e interagem em uma área e por fatores abióticos que exercem influência sobre essas comunidades.	Repetição formal

Nota: O próprio autor.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICAS) - GRUPO, ECOSSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 2 (GEEFAS2)

Foi possível observar, nas argumentações produzidas pelos estudantes duas autorias, sendo uma no momento 2 (Tabela 13) e outra no momento 3 (Tabela 14).

Tabela 13

Discurso em torno do conceito de abiótico (GEEFAS2)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Linus	São elementos não biológicos, mas afetam os organismos da biota. Fatores físicos são aqueles ... terminando em liberar radiação aqui na Terra.		
Newton	São elementos do ambiente?		
Linus	São elementos não vivos do ambiente, porém afetam os elementos vivos, da biota.	Conceito não explícito no LD*	Autoria

Nota 1: O próprio autor.

Nota 2: * Há somente exemplo de elementos abióticos no LD, não há definição explícita.

A repetição da leitura e a ajuda dada pelos colegas do grupo foram fundamentais para memorizar, reescrever conceitos e produzir autoria. A maior prova disso foi a autoria realizada por Linus (Tabela 13), uma vez que não há explícito no texto do LD a definição do termo abiótico. A leitura dos exemplos, bem como as discussões em torno dos exemplos trazidos no livro didático capacitou Linus a conceitualizar abióticos.

No momento 3 da metodologia, Newton também produziu uma autoria. Essa autoria foi construída ao longo de toda a metodologia e teve participação do professor, mas especialmente, foi fruto de várias repetições empíricas (Tabela 14).

Foi possível perceber do contexto do momento 2 e 3 que houve várias tentativas de aprender os conceitos trazidos no livro didático. Destaca-se a cooperação entre os estudantes e, apesar de Newton não ter conseguido se lembrar dos conceitos requeridos pelo professor, foi possível perceber que o estudante Newton entendeu o conceito quando esse se apresentava na forma de exemplo. Em outras palavras, ele conseguia reconhecer os conceitos.

Tabela 14.

Argumentação em torno do conceito de população, comunidade e ecossistema (GEEFAS2)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Professor	Essa sala é uma população?		
Newton	Sim.		
Professor	E é uma população porque é um conjunto de indivíduos da mesma espécie. Mas se nessa sala tivessem ratos e nós?		
Newton	Daí seria uma comunidade.		
Professor	Porque seria um conjunto de populações. São de espécies diferentes. Daí chamamos de comunidade. E o que é ecossistema?		
Newton	É a relação das comunidades de seres vivos com os fatores não vivos, abióticos. Como solo e a umidade.	É formado pelo conjunto de comunidades bióticas que habitam e interagem em uma área e por fatores abióticos que exercem influência sobre essas comunidades.	Autoria

Nota: O próprio autor.

Os resultados dos discursos dos estudantes também mostram que na tentativa de substituir termos presentes nos conceitos lidos no LD trouxe como consequência erros ou desvio do sentido (Tabela 15).

Darlan, ao tentar definir ecologia, comete desvio de sentido, uma vez que restringe o campo da ecologia ao estudo dos seres humanos, o que não é correto. Provavelmente, o uso do termo, *seres humanos*, foi uma tentativa de substituir o termo *organismos vivos*, presente no livro.

Tabela 15.

Argumentação em torno do conceito de ecologia e população (GEEFAS2)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
---------	----------	----------------	---------------------------------------

Darlan	Ecologia é o ramo da biologia que estuda os seres humanos e o impacto que eles causam no meio ambiente.	É o ramo da biologia que estuda as complexas inter-relações dos organismos vivos entre si e com o mundo.	Desvio do sentido
Dalton	População é a unidade das pessoas, comunidade é o conjunto das pessoas.	Um conjunto de indivíduos de uma mesma espécie, vivendo em determinada região, em um certo período de tempo.	Desvio do sentido

Nota: O próprio autor.

Dalton tentou abreviar os conceitos trazidos no livro didático, como consequência desviou o sentido original do conceito. Da mesma forma que Darlan, Dalton substituiu o termo *indivíduos de uma mesma espécie* por *pessoas*. Em ambos os casos, os estudantes tentaram trazer para uma realidade mais próxima deles, onde o ser humano é o exemplo que lhes vem em mente de forma imediata, a presença do professor pode ser o ponto de apoio para fazê-los entender que se deve ter cuidado ao exemplificar, uma vez que pode fazer generalizações ou restrições equivocadas.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 3 (GEEFAS3)

A íntegra das transcrições ([Anexo XV](#)) demonstra várias tentativas de interpretação, mas na maioria das vezes fragmentadas, asserções incompletas e normalmente interrompidas pelos próprios componentes do grupo ou pelo próprio aluno quando lhe faltava alguma informação em mente. Repetições empíricas também foram produzidas de forma incompleta o que provavelmente mostra uma dificuldade dos estudantes em memorizar os conceitos ou um esforço, sem sucesso, de inovar nas palavras ([Tabela 18](#)).

Tabela 16.

Discurso em torno do conceito de população (GEEFAS3)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Elizabeth	E população representa um conjunto de indivíduos.	Um conjunto de indivíduos de uma mesma espécie, vivendo em determinada região, em um certo período de tempo.	Repetição empírica/ Incompletude

Nota: O próprio autor.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 3 (GEEFAS3)

Uma repetição formal foi observada quando Elizabeth tenta redefinir o conceito de população com uma simples troca do termo *indivíduos* por *unidade* ([Tabela 19](#)).

Tabela 17.

Discurso em torno do conceito de população (GEEFAS3)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Elizabeth	E população é o conjunto de unidade de uma espécie.	Conjunto de indivíduos de uma mesma espécie.	Repetição formal

Nota: O próprio autor.

A troca de termos feita por Elizabeth é resultado de outras repetições por ela realizada, antes da repetição formal. Em uma das repetições Elizabeth fez uma restrição equivocada.

Elizabeth – Indivíduo é uma unidade, uma só pessoa. E a população é uma unidade só...

Elizabeth, ao usar o termo *pessoa*, restringe o conceito de população a uma única espécie. Posteriormente Elizabeth refina o conceito e deixa de usar o termo *pessoa* e usa o termo *espécie*, no qual inclui o homem (pessoa) (Tabela 17).

Esse tipo de equívoco, provavelmente, se não for corrigido será levado consigo e fará parte do rol de informações que o aluno tem em mente. Essa correção pode ser feita em grupo e a metodologia possibilita que os próprios estudantes percebam o equívoco e apontem uma palavra que possa ser melhor usada para redefinir o conceito. O professor tem um papel muito importante nessa metodologia pois deve estar atento a essas definições, corrigindo-as.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO ECOLOGIA, ECOSSISTEMA E FATORES ABIÓTICOS DE SEXTA-FEIRA 3 (GEEFAS3)

Uma das autorias produzidas pela estudante Elizabeth pode ser vista quando da discussão em torno do conceito de fatores abióticos (Tabela 18). O conceito de fatores abióticos não está explícito no LD, mas há vários exemplos que podem fazer o estudante chegar à conclusão que se trata de algo não vivo.

Tabela 18.

Discurso em torno do conceito de abiótico (GEEFAS3)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Elizabeth	... são bactérias, fungos e animais.		
Professor	Esses são os bióticos né?		
Elizabeth	... são, os abióticos são os não vivos. Que são radiação, atmosfera, raios solares.	Conceito não explícito no LD*	Autoria

Nota: O próprio autor.

Apesar da simplicidade da definição deve-se considerar a ausência da definição no LD e a capacidade de criação fruto das várias leituras que fizeram no livro, um claro exemplo de comprometimento com o que foi lido. Somada a isso, há também as várias interações e interpretações que fizeram, sempre com a influência de uns com os outros e também com o professor.

Essa mesma simplificação pode ser também observada na autoria produzida por Hubbie ao definir o conceito de indivíduo em ecologia (Tabela 19).

Tabela 19.

Discurso em torno do conceito de indivíduo (GEEFAS3)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Hubbie	Indivíduo é uma unidade só de uma única espécie.	é a unidade fundamental, sendo definido como um único exemplar de uma espécie qualquer, ou seja, um espécime.	Autoria

Nota: Vieira (2024).

As interações feitas pelos estudantes e professor criaram as oportunidades de saturar a discussão em torno do assunto fatores bióticos e abióticos e por consequência, praticamente ao final do tempo dado ao momento 2, Kleiton criou ambas as definições em duas sentenças consecutivas e com exemplos (Tabela 20).

Tabela 20.

Discurso em torno do conceito de biótico e abiótico (GEEFAS3)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Kleiton	Fatores bióticos são os fatores que são vivos. Exemplo: bactérias, vírus, animais e os seres humanos. Fatores abióticos: São todos aqueles que não são vivos, mas que interferem no ecossistema. Exemplo: Água, ar, luz.	Sem definições explícitas no texto do LD.	Autoria

Nota: O próprio autor.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NICHOLÓGICO DE QUARTA-FEIRA (GCANEQ)

A íntegra das transcrições (Anexo XVI) não evidencia repetições empíricas. Os estudantes teriam que concentrar-se no estudo dos conceitos de nicho ecológico e cadeia alimentar. As definições estavam no livro,

mas havia também outros elementos não textuais que podem ser vistos na [figura 32](#) desta tese, os quais ajudavam a melhor definir os conceitos.

Houve um maior esforço dos estudantes na concentração da leitura e análise de elementos não textuais (figuras) em detrimento da atividade mnemônica. Esse grupo apresentou-se extremamente colaborativo uns com os outros, produzindo várias autorias. Também não foram observadas repetições formais.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NICHOLÓGICO DE QUARTA-FEIRA (GCANEQ)

Uma das autorias produzidas por Rafael ([Tabela 21](#)) surgiu após leitura concentrada e várias discussões em grupo. Houve várias interpretações que colaboraram com Rafael no contexto em que se deu sua autoria que podem ser melhor visualizadas no [anexo XVI](#).

Tabela 21.

Discurso em torno do conceito de nicho ecológico com autoria de Rafael (GCANEQ).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Rafael	Acho que já tenho um certo conceito de nicho. Vou falar para todo mundo saber o que é. O resumo do resumo do resumo.		
Rafael	São condições que permitem a sobrevivência de determinada espécie no ambiente. Descreve como um organismo vive no ecossistema. Tem relações como a espécie sobrevive no ambiente, de quem e como se alimentar e como escapar de predadores e como se reproduz.	Os seres vivos precisam de espaço, abrigo e estratégias de defesa contra predadores e de condições apropriadas para a sua reprodução. Essas ações e interações constituem o papel que os organismos exercem no ambiente, denominado de nicho ecológico.	Autoria

Nota: O próprio autor.

Dalton, ainda tentando dizer de outro modo o dito por Rafael, produz uma autoria mais simplificada ([Figura 22](#)).

Tabela 22.

Discurso em torno do conceito de nicho ecológico autoria de Dalton (GCANEQ).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
---------	----------	----------------	---------------------------------------

Dalton	Então basicamente nicho ecológico são as regras, o estilo de vida deles naquele local.	Os seres vivos precisam de espaço, abrigo e estratégias de defesa contra predadores e de condições apropriadas para a sua reprodução. Essas ações e interações constituem o papel que os organismos exercem no ambiente, denominado de nicho ecológico.	Autoria
--------	--	---	---------

Nota: O próprio autor.

Um outro conceito estudado pelo grupo foi o de cadeia alimentar. Para esse conceito, o livro induz o estudante a fazer uma leitura cuidadosa das definições atreladas à figura 32 desta tese, bem como da própria figura que traz uma sequência de organismos que dependem um do outro. As palavras sequência e depende não estavam presentes no texto desse capítulo, mas Rafael percebeu essa relação de dependência sequencial e as usou para criar uma autoria (Tabela 23).

Tabela 23.

Discurso em torno do conceito de cadeia alimentar autoria de Rafael (GCANEQ).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Rafael	Sequência de organismos vivos em que um serve de alimento um para o outro. Um depende do outro.	A relação entre os seres vivos retratados (Figura 32) representa o fluxo unidirecional de energia entre eles; essa relação é denominada cadeia alimentar.	Autoria

Nota: O próprio autor.

O momento 3 da metodologia normalmente é marcado pela repetição das autorias, repetições empíricas ou formais. No entanto, Rafael ao colaborar com João traz de forma muito natural o seu entendimento sobre nicho ecológico, modificando o que tinha sido dito por ele e criando uma autoria (Tabela 24).

Tabela 24

Discurso em torno do conceito de Nicho Ecológico – Momento 3 - autoria de Rafael (GCANEQ).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
João	o que é nicho ecológico. É o estilo de vida que o animal tem no ambiente. Por exemplo: O que que o coioote faz? Ele caça outros animais.		

Professor	Tá indo muito bem. Complementa.		
Rafael	o coioote caça animais menores do que ele, mas ao mesmo tempo ele tem que se proteger para não ser caçado, pelo lobo cinzento, por exemplo. Ele está no meio termo. Ao mesmo tempo que é predador ele é presa. O nicho ecológico é como se fosse as regras do ser vivo nos ambientes.		
Professor	É tudo aquilo que ele faz ou que é feito com ele.		
Rafael	o nicho ecológico no meu ponto de vista se resume a regras, porque define como ele vai se reproduzir, se alimentar, como ele vai sobreviver naquele determinado ambiente e consequentemente proteger a comunidade dele.	Os seres vivos precisam de espaço, abrigo e estratégias de defesa contra predadores e de condições apropriadas para a sua reprodução. Essas ações e interações constituem o papel que os organismos exercem no ambiente, denominado de nicho ecológico.	Autoria

Nota: O próprio autor.

As autorias criadas por Dalton e Rafael coadunam com o que foi dito por [Orlandi \(2006, p. 24\)](#), a qual sustenta que a função autor se realiza toda vez que o produtor de linguagem se representa na origem, produzindo um texto com unidade, coerente, progressão, não contradição e fim. A autora sustenta também a noção da autoria como sendo um ato corriqueiro da fabricação da unidade do dizer comum.

De acordo com [Pfeiffer \(1995\)](#), os espaços de interação, como o criado por essa metodologia, convocam o aluno *a tornar-se sujeito de seus próprios gestos de interpretação*. Na escrita, o aluno enquanto sujeito-autor vai tomar uma posição, organizar os *recortes discursivos provenientes de diferentes textos* ([Indursky, 2006, p. 71](#)) e produzir um texto coerente, com efeitos de unidade.

Foi possível verificar os recortes discursivos, não em textos, mas nas falas dos diferentes sujeitos que colaboraram com as autorias de Dalton e Rafael, bem como da construção de suas histórias de leituras, possibilitada por esta metodologia.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NICHOS ECOLÓGICOS DE SEXTA-FEIRA (GCANES1)

Os estudantes passaram aproximadamente 5 minutos fazendo uma leitura individualizada do texto do livro, pois não se sentiam seguros com a leitura realizada em casa. No momento 1, deve ser feita a leitura em

casa, mas percebe-se que essa leitura pode não ter sido realizada ou o tempo entre leitura e momento 2 tenha sido longo o suficiente para que os alunos esquecessem parcialmente o que foi lido. No momento 2 foram necessários apenas 5 minutos para que se sentissem mais seguros para iniciar uma discussão. Portanto, mesmo com a necessidade da releitura, percebe-se que a leitura realizada no momento 1 produz algum conhecimento que rapidamente pode ser acessado por meio de uma leitura mais rápida.

Tabela 25.

Discurso em torno do conceito de Nicho Ecológico (GCANES1).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Luiz	Constitui como o papel do organismo dentro do ambiente.	constituem o papel que os organismos exercem no ambiente	Repetição empírica
Sônia	Então nicho o seu papel no ambiente	constituem o papel que os organismos exercem no ambiente	Repetição empírica

Nota: O próprio autor.

A íntegra das transcrições ([Anexo XVII](#)) evidenciou poucas repetições empíricas, como a realizada por Luiz e Sônia ao definirem nicho ecológico ([Tabela 25](#)).

Para as repetições empíricas da [tabela 28](#) foram necessárias intervenções do professor com exemplificações. A pouca quantidade de repetições empíricas está relacionada aos conceitos estudados nesse tópico. Para os conceitos de nicho e ecológico e cadeia alimentar há definição explícita, mas há também outros elementos não textuais, os quais chamam a atenção dos estudantes e que demandam deles maior dedicação. Não foram identificadas repetições formais.

Não houve autorias que reescrevessem os conceitos, mas sim uma dedicação muito grande, a fim de compreender os conceitos cadeia alimentar e fluxo de energia, implícitos na figura 32. Sônia e Luiz se destacaram ao explicarem a cadeia alimentar, seus elementos e funcionamento o que tecnicamente não é uma autoria, pois não há uma reescrita do conceito. No entanto, o discurso produzido por eles revela uma compreensão dos elementos presentes no conceito. Essa compreensão pode levar os estudantes a produzir as autorias em outros momentos ou em outras circunstâncias ([Tabela 26](#)).

Tabela 26.

Discurso em torno do conceito de Nicho ecológico (GCANES1).

Falante	Discurso	Texto original
Professor	Então explique o que é a cadeia alimentar.	

Sônia	Primeiro começa com as plantas que se alimentam por elas mesmas pela fotossíntese. Depois com os herbívoros. No caso aqui está dando o exemplo do castor, ele é herbívoro e só come plantas, depois tem os carnívoros que aqui ele dá o exemplo do coite e o lobo. Os dois são carnívoros, mas o coite só consegue caçar os animais menores, se ele for tentar caçar o lobo ele que vai virar a presa. Mas sobre o nicho tem pouca coisa não dá para entender quase nada.	A relação entre os seres vivos retratados representa o fluxo unidirecional de matéria e energia entre eles; essa relação é denominada cadeia alimentar.
Luiz	Então, cadeia alimentar começa nos produtores que são as plantas porque elas se alimentam só da fotossíntese. Ai depois delas vem os herbívoros que ó comem as plantas. A exemplo o castor. Depois tem os consumidores secundários como o coite, que são animais carnívoros e se alimentam das presas menores. E tem o terciário que é o lobo que vai conseguir comer os primários e os secundários que o coite. O coite não vai comer o lobo porque vai dar ruim para ele entendeu.	A relação entre os seres vivos retratados representa o fluxo unidirecional de matéria e energia entre eles; essa relação é denominada cadeia alimentar.

Nota: O próprio autor.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NICHOLÓGICO DE SEXTA-FEIRA (GCANES2)

Os alunos do grupo GCANES2 ficaram por 5 minutos fazendo a leitura dos conceitos de nicho ecológico e cadeia alimentar. Disseram que não estavam seguros com a leitura feita em casa (momento 1). Como estratégia, combinaram que dois se concentrariam no conceito de nicho e outros dois no conceito de cadeia alimentar.

A íntegra das transcrições ([Anexo XVIII](#)) evidenciou poucas repetições empíricas, em destaque a realizada por Antônio ao definir nicho ecológico ([Tabela 27](#)).

Tabela 27.

Discurso em torno do conceito de Nicho Ecológico (GCANES 2).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Antônio	Os seres vivos precisam de alimento, espaço, abrigo e estratégias de defesa. Precisam	Os seres vivos precisam de alimento, espaço, abrigo e estratégias de defesa contra predadores e de condições	Repetição empírica

de condições apropriadas para a sua reprodução.	apropriadas para sua reprodução
---	---------------------------------

Nota: O próprio autor.

Uma outra importante evidência que pode ser vista na íntegra das transcrições está ligada às várias tentativas de redefinir os conceitos. Tais tentativas comprometeram os estudantes com a leitura e desenvolveram, ainda durante a aula, fragmentos conceituais que puderam ao longo da metodologia serem amarradas umas às outras. Durante esse processo muitos desvios podem ser realizados, mas os próprios estudantes foram fontes de correção desses erros. O acordo entre os membros do grupo é o que alinhou o conceito produzido por eles ao conceito original e o professor também teve um papel importante, porque pôde auxiliar na resolução dos impasses.

O dito no parágrafo anterior pode ser observado ao longo das tentativas de definir cadeia alimentar (Tabela 28). Ao observar somente as falas de Antônio, é possível verificar uma evolução do seu conhecimento até antes da fala do professor. Percebe-se que Antônio compreendeu a importância da cadeia alimentar e a relação entre os seres vivos que participam da cadeia alimentar, visto que usou do termo desequilíbrio para justificar problemas na cadeia. Mas isso não teria sido possível se Carlos não tivesse chegado à conclusão de que a cadeia alimentar mantém o equilíbrio da espécie. Apesar de Carlos não estar correto nessa definição, foi o suficiente para Antônio entender as relações entre os seres da cadeia alimentar. Percebe-se também o jogo de acordos entre Carlos e Nuno sobre o que é presa e predador.

Tabela 28.

Discurso em torno do conceito de Cadeia Alimentar.

Falante	Discurso
Nuno	Agora é cadeia alimentar.
Antônio	É meio que um ser vivo tem que se alimentar do outro.
Professor	tem a ver com isso, mas, você definir cadeia alimentar como quem tem que matar para sobreviver não é o suficiente não. Até acontece isso. Então o que é cadeia alimentar?
Antônio	Não é aquela pirâmidezinha onde os mais fracos ficam em baixo e os mais fortes ficam em cima? Cadeia alimentar representa ... a mas é difícil.
Antônio	Daí vai decompor. Tipo assim: O lobo vai comer não sei quem, que vai comer outro lá. Isso é uma cadeia alimentar
Carlos	Ou seja, um ser vivo se alimenta do outro. Um tem o predador e o outro é... Quando é comido é o quê?
Nuno	Quando a gente come é predador.
Carlos	Não, quando é comido.
Nuno	Quando a gente é comido, a gente é presa.
Carlos	Cadeia alimentar mantém o equilíbrio das espécies. Poderiam virar pragas, poderiam ser extintas.

Antônio	Eu tive a ideia que a cadeia alimentar. Sem ela a gente pode ter pragas, superpopulação. Sem a cadeia alimentar a gente tem o desequilíbrio da... como é que fala?	Nota: O próprio autor.
Professor	Você percebeu que qualquer desequilíbrio na cadeia alimentar provoca desequilíbrio ecológico. Agora o que é a definição de cadeia alimentar? É uma sequência de organismos que servem de alimento um para o outro. A plantinha serve de alimento para o castor, que serve de alimento, para o coioite e que serve de alimento para o lobo. Então é uma sequência linear de organismos que servem de alimento um para o outro.	
Antônio	Então, basicamente, a cadeia alimentar é uma linha... como é? É uma sequência linear de seres vivos que servem de alimento um para o outro.	
Professor	Por exemplo, seu eu tirar o castor daqui a planta cresce demais ou morre? Se eu tirar o coioite é o castor que cresce demais. Eles dependem uns dos outros	
Antônio	A cadeia alimentar é uma sequência linear de organismos que servem de alimento um para o outro. E nicho ecológico é... caramba o que é nicho ecológico?	
José	É basicamente, o que o ser vivo faz no seu habitat. Por exemplo controlar pragas e se preparar para a reprodução.	

Apesar de compreenderem a cadeia alimentar, não se verificou uma definição dela. O professor resolveu esse impasse trazendo novos elementos ao discurso, como os termos: *sequência linear e servem de alimento um para o outro*. Após esses novos elementos ao discurso, Antônio apresentou uma definição de cadeia alimentar repetindo o dito pelo professor.

Tabela 29.

Discurso em torno dos conceitos de Cadeia Alimentar e Nicho Ecológico (GCANES 2).

Nota: O próprio autor.

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Antônio	Cadeia alimentar é uma sequência linear onde cada ser vivo precisa do outro para sobreviver.	O texto original remete à figura 32.	Autoria
Carlos	Nicho ecológico é o que cada ser vivo faz no seu ambiente. Por exemplo caçar e ser caçado.	Os seres vivos precisam de espaço, abrigo e estratégias de defesa contra predadores e de condições apropriadas para a sua reprodução. Essas ações e interações constituem o papel que os organismos exercem no ambiente, denominado de nicho ecológico.	Autoria

As autorias produzidas por Antônio e Carlos (Tabela 29) são resultados dos discursos e contribuições que cada indivíduo do grupo deu. Uma definição mais refinada e ainda mais correta poderia ter sido feita por meio de uma leitura ainda mais aprofundada e uma maior interação com o professor. Percebe-se que na autoria de Antônio falta um importante elemento que é o fluxo unidirecional de matéria e energia. Esse elemento se presente em seu discurso, definiria com exatidão cadeia alimentar.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NICHOLÓGICO DE SEXTA-FEIRA (GCANES3)

A íntegra das transcrições ([Anexo XIX](#)) evidenciou poucas repetições empíricas, em destaque a realizada por Davi ao definir nicho ecológico ([Tabela 30](#)). Não foram evidenciadas repetições formais.

Tabela 30.

Discurso em torno do conceito de Nicho Ecológico e Cadeia Alimentar (GCANES 3).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Davi	Papel que os organismos exercem no ambiente, é nicho ecológico.	Essas ações e interações constituem o papel que os organismos exercem no ambiente, denominado nicho ecológico.	Repetição empírica
Davi	relação entre os seres vivos, representando o fluxo unidirecional de matéria e energia entre eles, essa relação é denominada cadeia alimentar.	relação entre os seres vivos, representando o fluxo unidirecional de matéria e energia entre eles, essa relação é denominada cadeia alimentar.	Repetição empírica

Nota: O próprio autor.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO CADEIA ALIMENTAR E NICHOLÓGICO DE SEXTA-FEIRA (GCANES3)

A autoria produzida por Ronaldo ([Tabela 31](#)), já ao final do momento 2, é resultado do melhoramento de vários discursos realizados anteriormente. Ronaldo evidencia o termo *energia* como elemento importante nessa relação e dá um exemplo para ficar mais claro a relação de dependência entre as espécies para a manutenção do equilíbrio ecológico.

Tabela 31.

Discurso em torno do conceito de Cadeia Alimentar (GCANES 3).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
---------	----------	----------------	---------------------------------------

Ronaldo	Cadeia alimentar é quando ocorre uma relação entre vários seres vivos. Isso faz essa relação ter energia e também o controle dessa espécie que estão consumindo. Tipo é: Tem uma planta e um animal que se alimenta dessa planta para sobreviver. Se a gente começar a matar esse animal, vai induzir ao aumento dessas plantas. Isso pode prejudicar o solo. Agora se a gente matar o predador, vai aumentar os herbívoros e esses animais vão acabar com as plantas.	Relação entre os seres vivos, representando o fluxo unidirecional de matéria e energia entre eles, essa relação é denominada cadeia alimentar.	Autoria
---------	--	--	---------

Nota: O próprio autor.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE QUARTA-FEIRA (GTANTQ)

Os estudantes precisavam definir teia alimentar e níveis tróficos. Para alcançar esse objetivo, os alunos teriam que retornar ao conceito de cadeia alimentar. Uma vez entendido o conceito de cadeia alimentar bastava perceber que a teia era a união de várias cadeias e que um indivíduo poderia pertencer a mais de um nível trófico por vez. O conceito de nível trófico está relacionado ao nível de nutrição que cada organismo está na cadeia alimentar, tem relação com a transferência de matéria e energia, é unidirecional e decrescente (Mortimer et. al. 2021). No entanto, o conceito de nível trófico não está explícito no LD e cabe ao aluno criar esse conceito a partir da leitura, dos exemplos e da análise das figuras do LD.

Tabela 32.

Discurso em torno da identificação do sol como fonte de energia primária (GTANTQ).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Carla	É a fonte primária de energia na cadeia alimentar	A fonte primaria de energia das cadeias e teias alimentares é a energia solar	Repetição empírica

Nota: O próprio autor.

A íntegra das transcrições (Anexo XX) evidenciou repetições empíricas, mas na maioria das vezes, não estavam em torno dos conceitos de teia alimentar e nível trófico, mas sim dos elementos que compõem a cadeia alimentar, como por exemplo a fonte primária de energia das cadeias, quem são os produtores e

consumidores. Carla faz uso de repetição empírica ao definir e ao identificar o sol como fonte primária de energia na cadeia alimentar (Tabela 32).

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE QUARTA-FEIRA (GTANTQ)

Foi identificada uma repetição formal no discurso de Carla em torno do conceito de teia alimentar (Tabela 33). A estudante usou do termo *junção* em substituição ao termo *conexão*. Usou também o termo *todas* em substituição ao termo *várias*. Em uma análise fora do contexto, poderia se dizer que houve um desvio de sentido, uma vez que *todas* e *várias* não são equivalentes. No entanto, ao fazer uso do termo *todas* a estudante estava se referindo a todas as cadeias do exemplo do LD e não todas as cadeias existentes. Por isso não ocorreu aqui desvio de sentido.

Tabela 33.

Discurso em torno do conceito de Teia alimentar. (GTANTG).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Carla	Na teia alimentar é a junção de todas as cadeias ...	A conexão entre várias cadeias é chamada de teia alimentar	Repetição Formal

Nota: O próprio autor.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE QUARTA-FEIRA (GTANTQ)

O nível trófico pode ser definido como a posição que cada grupo de organismos ocupa na cadeia alimentar e está relacionada com o tipo de alimento ingerido e por isso ao nível de energia, que é decrescente ao longo da cadeia. Maristela percebeu que cada nível trófico tem uma determinada quantidade de energia e deixou clara a fluidez dessa energia, uma vez que diz que *passa de um consumidor para o outro*. Além do mais, Maristela deixa claro que a energia é decrescente quando diz que *o próximo só absorve 10% da energia solar* (que veio inicialmente do sol) *do primeiro*. Apesar de não trazer no discurso o termo *posição que cada grupo de organismos ocupa* em substituição, ela colocou exemplos desses grupos de organismos (Tabela 34).

Tabela 34.

Discurso em torno do conceito de Nível trófico (GTANTQ).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
---------	----------	----------------	---------------------------------------

Maristela	É a quantidade de energia que passa de um consumidor para o outro. Por exemplo: As plantas têm maior nível de energia solar porque elas são as primeiras. Aí quando vai subindo o próximo absorve só 10% da energia solar do primeiro...	Conceito não explícito no LD.	Autoria
-----------	--	-------------------------------	---------

Nota: O próprio autor.

Essa autoria deve ser vista com cuidado, porque Maristela não citou os termos produtor, consumidor primário e secundário. Caso tivesse colocado esses termos em ordem, Maristela estaria apontando para as posições que cada organismo ocupa na cadeia ou teia alimentar, deixando mais claro o conceito de nível trófico.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 1 (GTANTS1)

Os conceitos de teia alimentar e nível trófico, da forma como foram apresentados no LD, não favorecem tentativas de repetições empíricas. Para o primeiro conceito faz-se necessário entender, antes, o conceito de cadeia alimentar e chegar a uma conclusão de que teias são junções de cadeias. Há elementos no LD que apontam para isso como o observado na [figura 32](#) desta tese. Para o segundo conceito há a necessidade de compreender a posição que cada grupo de organismos na cadeia alimentar, portanto seus hábitos alimentares ou formas de conseguir energia. Logo, não há uma definição explícita que o aluno possa repetir, por isso cabe a ele tentar definir esses conceitos.

A íntegra das transcrições ([Anexo XXI](#)) não evidenciou repetições empíricas relacionadas aos conceitos de teia alimentar e nível trófico.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 1 (GTANTS1)

Os estudantes do grupo passaram aproximadamente seis minutos fazendo leitura individualizada sobre o assunto. A estudante Maria voltou um pouco no texto e trouxe a definição do LD sobre Nicho Ecológico, assunto que não era da competência do grupo, mas consideraram importante para compreender melhor o que lhes competia.

Bruno induzido por Maria para fazer a leitura da parte que trata sobre cadeias e teias alimentares. Evidencia-se repetição formal produzida por Maria ao substituir o termo *conexão* por *junção* para definir o conceito de teia alimentar ([Tabela 35](#)).

Tabela 35.

Discurso em torno do conceito de Teia Alimentar (GTANTS1).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Maria	Já temos o conceito de teia alimentar, que é a junção de várias cadeias.	A conexão entre várias cadeias é chamada de teia alimentar	Repetição Formal

Nota: O próprio autor.

Na sequência do discurso trazido por Maria (tabela 35), ela declara não saber o que é cadeia alimentar e Bruno responde que *é quando um animal precisa do outro para sobreviver*. Esse é um claro exemplo de processo de interação em que as informações trazidas por um estudante historicizam o outro.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 1 (GTANTS1)

Uma evidência de autoria pôde ser observada no discurso de Chagas em torno do conceito de Nível trófico (Tabela 36).

Tabela 36.

Discurso em torno do conceito de Nível Trófico (parte 1) (GTANTS1)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Chagas	Anota antes que eu esqueça. Eu disse, talvez os níveis tróficos sejam os níveis de energia na cadeia alimentar.	Conceito não explícito no LD.	Autoria

Nota: O próprio autor.

A autoria de Chagas é resultado de um processo construído por ele, Maria e Bruno. O próprio Chagas apresentou em seu discurso os elementos que formam os níveis tróficos, apesar de ser uma repetição do que já se encontra no LD, o estudante repetiu com muita naturalidade o que pode demonstrar uma apropriação dos conceitos científicos (Tabela 37).

Tabela 37.

Discurso em torno do conceito de Nível Trófico (parte 2) (GTANTS1)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
---------	----------	----------------	---------------------------------------

Chagas	Eu entendi, eu entendi. Espera. Nível trófico é tipo, é é... A planta consegue uma certa quantidade de energia, o nível trófico um são os produtores, o nível trófico 2 são os consumidores primários e o nível trófico 3 são os consumidores secundários e eles passam do nível trófico ...(inaudível) até o terciário. Tá entendendo?	Conceito não explícito no LD.	Repetição empírica
--------	---	-------------------------------	--------------------

Nota: O próprio autor.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 2 (GTANTS2)

Os estudantes usaram um tempo de 5 minutos discutindo quem eram carnívoros e herbívoros voltando-se sempre às figuras do LD. Perceberam na análise feita da [figura 32](#), que teias alimentares são mais complexas que cadeias alimentares.

A íntegra das transcrições ([Anexo XXII](#)) não evidenciou repetições empíricas relacionadas aos conceitos de teia alimentar e nível trófico.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 2 (GTANTS2)

Vital produziu uma repetição formal ao substituir os termos *conexão entre várias* por *conjunto* ([Tabela 38](#)). Apesar de isoladamente não terem o mesmo sentido, deve-se analisar o contexto que estavam os estudantes. O termo *conjunto*, dito por Vital, refere-se às cadeias alimentares presentes no livro e que estavam obrigatoriamente conectadas. Na sequência do discurso Adolfo ainda aponta para o LD, e mostra a todos as cadeias que podem ser visualizadas.

Tabela 38

Discurso em torno do conceito de Teia Alimentar (GTANTS2).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Bartolomeu	Como posso explicar o que é teia alimentar.		
Vital	Conjunto de cadeias alimentares.	A conexão entre várias cadeias é chamada de teia alimentar	Repetição Formal

Adolfo	Isso aqui é uma cadeia alimentar, isso aqui é cadeia alimentar e isso aqui é outra cadeia alimentar. Só que é tudo interligado.
--------	---

Nota: O próprio autor.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 2 (GTANTS2)

O termo usado por Vital *Conjunto* (Tabela 38) também foi substituído por outro termo *interconectadas* (Tabela 39). Essa mudança se deu em razão da observação feita por Adolfo (Tabela 38). O termo, *interligadas* é mais eficiente para explicar o conceito de teia alimentar porque leva a entender que não se trata de qualquer conjunto, mas sim de uma ligação mais complexa entre os elementos da cadeia alimentar. Em outras palavras os elementos não estão apenas juntos, em um mesmo lugar, eles são interdependentes. Deve ser analisado no contexto em que se deu o discurso. Houve uma evolução cognitiva de Vital ao perceber que o uso desse termo cabia mais ao caso que o uso de outro termo. Percebe-se também uma evolução cognitiva, fruto das tentativas de autoria de Duila, que por fim produz uma autoria que relaciona os hábitos alimentares dos seres vivos na cadeia ou teia (tabela 39). Apesar de Duila está correta, sua definição restringe o conceito nível trófico ao comportamento e não a energia disponibilizada aos seres vivos. A autoria de Duila carece de complementos que não estavam disponíveis no texto. Uma melhor explicação sobre o fluxo de energia pelos autores poderia melhor municiar a estudante. Deve se também considerar que uma resposta mais madura depende de maior conhecimento sobre o assunto ou da intervenção do professor em sala de aula.

Tabela 39.

Discurso em torno do conceito de Teia Alimentar e Nível Trófico (GTANTS2).

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
Bartolomeu	Nível trófico é tipo o nível da cadeia alimentar entendeu?		
Vital	O primeiro nível são os seres que fazem fotossíntese, o segundo nível são os seres que comem as plantas, o terceiro nível são os carnívoros que são aqueles que comem quem comeu as plantas.		
Adolfo	O que é nível trófico?		

Duila	São bióticos que consomem semelhantes...		
Vital	Então teias alimentares são várias cadeias interligadas.	A conexão entre várias cadeias é chamada de teia alimentar	Repetição formal
Duila	Nível trófico são conjuntos de semelhantes que possuem na cadeia alimentar... têm semelhantes hábitos alimentares.		
Vital	São várias cadeias interligadas		
Duila	Nível trófico é o conjunto de indivíduos que têm os mesmos hábitos alimentares.	Conceito não explícito no LD	Autoria

Nota: O próprio autor.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO EMPÍRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 3 (GTANTS3)

Os alunos do grupo ficaram alguns minutos fazendo a leitura do livro. Questionaram o professor se podiam usar exemplos do livro no momento da explicação para os outros grupos. O professor respondeu que poderiam apontar para as figuras. Portanto, poderiam usar o livro, mas que não seria permitido fazer leituras do que já está no livro para os colegas. E que queria deles a autoria. Ler e entender e explicar com suas palavras. Houve uma maior dedicação à leitura do LD.

A íntegra das transcrições ([Anexo XXIII](#)) não evidenciou repetições empíricas relacionadas aos conceitos de teia alimentar e nível trófico.

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO FORMAL) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 3 (GTANTS3)

Elisa produziu uma repetição formal, ao substituir os termos *conexão entre várias* por *união* ([Tabela 40](#)). A observação feita pelo professor/pesquisador revela que Elisa ficou por vários minutos dedicada a uma leitura individualizada do LD. Essa leitura pareceu ser um fator determinante para ela se sentir segura para manifestar o que entendeu sobre o assunto.

Tabela 40.

Discurso em torno do conceito de Teia Alimentar (GTANTS3)

Falante	Discurso	Texto original	Tipos de repetição /desvio do sentido
---------	----------	----------------	---------------------------------------

Elisa	Teia alimentar, pelo que eu entendi é a união de cadeia alimentares.	A conexão entre várias cadeias é chamada de teia alimentar	Repetição Formal	Nota: O próprio autor.
-------	--	--	------------------	------------------------

ANÁLISE DO DISCURSO (REPETIÇÃO HISTÓRICA) - GRUPO TEIA ALIMENTAR E NÍVEL TRÓFICO DE SEXTA-FEIRA 3 (GTANTS3)

A análise dos discursos produzidos pelo grupo GTANTS3 não evidenciou autorias, os estudantes também não conseguiram definir o conceito de Nível Trófico. Evidenciou-se ao analisar a transcrição das gravações (anexo XXIII) que as estudantes compreenderam que a cadeia alimentar é formada por diferentes componentes tais como produtores, consumidores e decompositores, bem como compreenderam que a energia passa por estes componentes sem, no entanto, produzir autorias.

As transcrições das produções orais dos estudantes são registros que trazem credibilidade à investigação participativa, a qual é muito importante, por exemplo, em termos de desenvolvimento da profissão docente, uma vez que possibilita a análise da própria prática profissional. A investigação participativa tem uma dimensão importantíssima para a ação/reflexão do professor, pois, a prática reflexiva leva consequentemente a uma melhoria da práxis (Nunes & Luz, 2016).

Na investigação participativa tanto o investigador/professor como os investigados são consideradas como pessoas que pensam e sentem e que trazem consigo diferentes conhecimentos prévios e diferentes níveis de letramento científico e que ao serem compartilhados uns com os outros, dentro de um contexto metodológico colaborativo, proporciona uma maior interação entre os estudantes e entre estudantes e professor, maior comprometimento com a leitura e possibilita a produção de argumentos que fomentam o desenvolvimento do 1.º Eixo Estruturante da Alfabetização Científica.

4.7.1 Conclusão - Análise do discurso - Repetição empírica, formal e histórica como ferramentas indicadoras do desenvolvimento do 1.º EEAC em um contexto de sala de aula invertida

Uma análise global dos argumentos produzidos pelos estudantes permite concluir que a metodologia baseada em sala de aula invertida potencializa a participação ativa dos estudantes, especialmente no comprometimento com a leitura do LD. Isso pôde ser observado com as várias tentativas de memorizar (repetição empírica) os conceitos inseridos no capítulo 5 do livro. As repetições formais também evidenciam o esforço dos estudantes na busca de melhores argumentos para reexplicar os conceitos aprendidos com a leitura do LD. As repetições históricas que levaram à autoria representam o ápice do aprendizado, pois coloca o estudante em um comportamento reflexivo diante dos conteúdos a ele apresentado. As espécies de repetições são instrumentos de análise que se relacionam com o processo epistemológico adotado nessa investigação participativa.

A interação entre diferentes sujeitos estudantes, bem como desses como o professor, proporcionado pela metodologia ativa empregada permitiu a ocorrência de erros, desvios nos sentidos e incompletude de conceitos verificados em seus argumentos, mas ao mesmo tempo permitiu reflexões desses sujeitos e ações de reparação nesses argumentos.

As gravações das aulas e sua transcrição permite ao professor/pesquisador uma reflexão sobre pormenores que escapam do desenho metodológico e que, portanto, fazem emergir repentinamente, o não esperado no decurso das aulas. Nesta pesquisa, por exemplo, os alunos submetidos à metodologia ativa baseada em sala de aula invertida deveriam estudar os conteúdos do capítulo 5 do LD em seus lares, o que foi definido como momento 1, antes do estudo colaborativo em sala de aula, o que foi definido como momento 2. No entanto, verificou-se que na maioria das vezes o momento 1 não ocorreu ou quando ocorreu foi pouco eficiente e o estudante fez uso de parte do tempo destinado ao momento 2 para dar início ao seu aprendizado.

Cabe ao dito no parágrafo anterior uma reflexão sobre as teorias que dão sustentação à sala de aula invertida. Esse método consiste na inversão tradicional da sequência: Apresentação dos conteúdos, estudo individual e avaliação pela sequência estudo individual, avaliação e ensino dos conteúdos. Entretanto, o mais importante nessa metodologia não é a sequência. Ela não é rígida. O mais importante é o envolvimento, o engajamento, a participação, o diálogo e reflexão. Uma vez mantida a centralidade no estudante, o professor poderá eleger o que considera mais pertinente, podendo adaptá-la para melhor beneficiar o discente (Menegaz et al., 2018).

Portanto, da mesma forma repentina que surgiu o problema também repentinamente os estudantes resolveram-no ao adaptar o momento 1 para a sala de aula. Por isso foi comum que no início do momento 2 houvesse pouco ou nenhuma interação entre os estudantes, uma vez que estavam concentrados na leitura do livro didático.

Depreende-se desse estudo que a metodologia ativa baseada em sala de aula invertida proporciona três diferentes momentos de aprendizado em que o aumento do comprometimento do aluno com a leitura do livro didático fica evidenciado na suas produções orais, sejam elas atividade mnemônicas (repetição empírica), reformulação do enunciado, trazendo novas palavras (sinônimos), um jogo gramatical (repetição formal), ou ainda uma reformulação total, costurando o enunciado original com outros enunciados por meio da interpretação (repetição histórica/autoria).

O maior empenho em memorizar, reformular e interpretar fomentam o primeiro EEAC, uma vez que conceitos básicos fundamentais são mais robustamente trabalhados e assim contribui para o letramento científico dos estudantes. Por outro lado, verifica-se que as repetições, citadas acima não estavam presentes em todos os grupos analisados.

Uma provável explicação para a ausência de todos os tipos de repetições seja o perfil dos alunos dos grupos, os quais poderiam apresentar algumas características socioeconômicas, conhecimentos prévios ou nível de letramento, algo que dificultou a compreensão dos conceitos e por conseguinte a interação entre os estudantes.

As tipografias presentes no capítulo 5 do LD também influenciaram a forma como os estudantes produziam seus argumentos. Enquanto que textos em destaque favoreciam atividades mnemônicas, figuras associadas a textos favoreciam uma maior reflexão e discussão dentro dos grupos. Isso pôde ser percebido, especialmente, nos grupos que trabalharam com a temática Cadeia alimentar, Nicho Ecológico, Teia alimentar e Nível Trófico, os quais tiveram que investir mais tempo na análise das figuras.

A timidez também foi fator relevante que dificultou, para alguns estudantes, a produção de argumentações. Nesse sentido, a metodologia traz consigo duas fragilidades que poderiam ser contornadas se fosse fortalecido o momento 1 de aprendizado e se fosse dada a oportunidade de os estudantes mais tímidos se expressarem por meio de textos.

Apesar das fragilidades apontadas, de forma geral, foi percebida uma maior autonomia, participação e segurança na defesa de seus argumentos, mas também flexibilidade para reconstruir seus argumentos diante de novas informações que vinham dos diferentes sujeitos. A melhoria da autoconfiança também esteve presente e foi fomentada, em especial, no momento 3 da metodologia baseada em sala invertida, visto que muitos dos alunos foram submetidos a falarem ao público e manifestaram-se mais confiantes.

4.8 Padrões de argumentação e indicadores de alfabetização científica como ferramentas indicadoras do desenvolvimento do 2.º e 3.º Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica em um contexto de Aprendizado baseado em problemas

A Aprendizagem Baseada em problemas consiste no ensino centrado no estudante e com foco na solução de problemas (Borges et al., 2014). Tratando-se de ensino médio, adequações são necessárias e a resolução de questões sociocientíficas pode ser a estratégia mais adequada tendo em vista as necessidades e possibilidades desse nível de aprendizado.

Um dos problemas reais está relacionado ao uso indiscriminado de agrotóxicos que segundo o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), apesar de os agrotóxicos aumentarem a produtividade agrícola, o seu uso intensivo frequentemente gera um conjunto de externalidades negativas (Moraes, 2019).

Os impactos sobre seres humanos vão desde simples náuseas, dores de cabeça e irritações na pele até problemas crônicos, como diabetes, malformações congênicas e vários tipos de câncer. Os efeitos ambientais também são vários, incluindo contaminação da água, plantas e solo, diminuição no número de organismos vivos (polinizadores como as abelhas) e aumento da resistência de pestes (Moraes, 2019).

O fato de trazer benefícios com a maior produtividade de alimentos por um lado há custos para a saúde e meio ambiental do outro lado, por isso a regulação de agrotóxico é tema politicamente controverso em razão da distribuição desigual de custos e benefícios que dela decorre.

O livro *Questões Sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* - autoria de Conrado & Nunes-Neto, publicado em 2018 pela Universidade Federal da Bahia - trouxe duas QSC relacionada ao tema *Agrotóxicos*. A primeira (QSC-1) intitulada: Aspectos socioambientais do uso de agrotóxicos (anexo II). A segunda (QSC-2), intitulada: O envenenamento das abelhas (anexo III), abordam o tema agrotóxicos e objetivam desenvolver uma massa crítica que possam opinar ou se envolver na resolução de problemas reais que atingem a sociedade.

Abordar esse tema no ensino de Ciências da Natureza visa melhorar a formação cidadã, no sentido de capacitar os alunos na tomada de decisões baseadas no conhecimento das vantagens e desvantagens, integrando os conhecimentos básicos de ecologia.

Como o 2.º EEAC e o 3.º EEAC estão relacionados, respectivamente, à compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e do entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, as QSC-1 e QSC-2 são apropriadas para fomentarem esses eixos, pois levam os estudantes a refletirem sobre problemas que se relacionam aos EEAC.

A QSC-1 traz um texto motivador e questões que devem ser respondidas pelos grupos de estudantes na forma textual, tais textos podem ser vistos na íntegra no anexo XXVI. Para a QSC-1 foram escolhidas as questões 3, 11, 13 e 19. O critério de escolha foi o tempo disponível para a resolução das questões e a maior convergência com os EEAC. Da mesma forma que a QSC-1, a QSC-2 também apresenta um texto motivador, as questões escolhidas foram as 5 e 12. Os critérios para escolha das questões foram os mesmos da QSC-1. As produções textuais podem ser vistas no anexo XXVII.

Todos os grupos que participaram da primeira fase da pesquisa (sala de aula invertida) também participaram da segunda fase (Aprendizado baseado em problemas). Na segunda fase a QSC-1 foi respondida na semana seguinte do término da primeira fase, ainda no primeiro semestre de 2023. No entanto, por questões relacionadas à dinâmica do funcionamento da escola e à greve dos professores, a QSC-2 pôde ser respondida somente no segundo semestre.

Todos os grupos receberam as mesmas QSC e tiveram o mesmo tempo, 1 hora e 40 minutos, para responder às questões. No entanto, para a QSC-1, apenas 6 dos 12 grupos que estiveram na primeira fase da

pesquisa participaram da segunda fase e nem todas as questões foram respondidas. As justificativas dos grupos para não responderem a todas as questões foram duas: Poucos recursos de pesquisa (havia somente o livro didático) e pouco tempo de pesquisa (1 hora e 40 minutos). O professor/pesquisador auxiliou para que pudessem compreender melhor as perguntas. Não houve por parte do professor auxílio na formulação das respostas.

Com vistas a uma análise mais ampla dos argumentos dos estudantes foram analisadas as produções dos grupos sob quatro vieses. O primeiro diz respeito a sua confluência com os EEAC; o segundo está relacionado à estrutura do argumento (Toulmin, 2006), o terceiro diz respeito à qualidade do argumento (Driver & Newton, 1997) e a quarta à presença dos indicadores de alfabetização científica (Sasseron, 2008).

Os elementos constitutivos do padrão de Toulmin (2006) foram destacados em parênteses, onde D (dados), C (conclusão), W (garantias/justificativa) e B (conhecimento básico), Q (qualificador modal) e R (condições de exceção ou refutação). Os níveis de argumentação de Driver e Newton (1997) foram representados com os valores de 0 a 4 e os indicadores de alfabetização científica de Sasseron (2008) foram representados usando-se um ou mais indicadores (seriação, organização, classificação de informações, raciocínio lógico e proporcional, levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação).

O professor/pesquisador iniciou a aula organizando a formação dos grupos, em seguida fez a leitura do texto motivador da QSC-1 (anexo II), posteriormente os alunos deram início às discussões em grupo e formulações de respostas. Usaram o livro didático como fonte de pesquisa, não havia disponibilidade de outras fontes. Os mesmos procedimentos foram adotados para a resolução da QSC-2. O texto motivador da QSC-2 pode ser visto no anexo III.

ANÁLISE DA QSC-1, QUESTÃO 3

Questão 3 – Qual o nome mais apropriado para se referir aos agrotóxicos: Veneno ou Remédio? Por quê?

A questão três busca do estudante uma reflexão quanto as vantagens e desvantagens do uso de agrotóxicos. Espera-se que os estudantes sejam capazes de perceber que a depender do ponto de vista pode ser uma coisa e/ou outra. Portanto, o uso adequado dos agrotóxicos pode controlar pragas e aumentar a produção, mas pode também ser vilão para a saúde ao contaminar solo, água, os próprios alimentos e diretamente aqueles que os manipula, pode também interferir nas cadeias alimentares reduzindo, por exemplo, o número e diversidade de polinizadores. Portanto o terceiro EEAC está fortemente representado nessa questão e cabe ao aluno perceber que os avanços tecnológicos, em especial na produção de agrotóxicos, nem sempre

trazem somente benefícios e que a diferença entre o que é benéfico ou não, é influenciada por questões políticas, econômicas e ambientais.

Analisando as respostas (Tabela 41), verifica-se um padrão que vai ao encontro do terceiro EEAC, pois os grupos concordam que os agrotóxicos podem em certos momentos serem tratados como remédio e em outros momentos como veneno. Mesmo o grupo 4, que preferiu classificar como veneno, aponta seus malefícios e seus benefícios, mesmo que menores.

Tabela 41.

Produção textual dos grupos em resposta à questão 3. Análise da estrutura argumentativa de Toulmin (2006), nível de argumentação (Driver e Newton, 1997) e Indicadores de alfabetização científica (Sasseron, 2008).

Grupo	Estrutura argumentativa (Toulmin, 2006)	Níveis de argumentação (Driver e Newton, 1997)	Indicadores (Sasseron, 2008)
1	Os dois (C), (D – agrotóxico, implícito no argumento) matam os insetos e faz com que os produtos não tenham pragas (W1), faz mal para o solo (W2) e elimina os insetos benéficos (W2).	Nível 2 W1 e W2 competem.	Justificativa
2	Depende do ponto de vista, pode ser veneno e remédio (C) (D – agrotóxico, implícito no argumento). Porque o veneno pode prejudicar as plantas frutíferas (W1) e o remédio ajuda as plantas frutíferas (W2) e mata as pragas (W2).	Nível 2 W1 e W2 competem.	Justificativa
3	Pesticida (D), pois é o nome mais apropriado para se referir a essas substâncias (C). Quando o pesticida resolve o problema do agricultor é chamado de remédio (W1), mas quando faz mal ao agricultor é chamado de veneno (W2).	Nível 2 W1 e W2 competem.	Justificativa
4	Veneno (C) (D – agrotóxico, implícito no argumento), pois essa substância traz mais malefícios do que benefícios para as nossas vidas (W).	Nível 1	Justificativa
5	Depende da situação (C) (D – agrotóxico, implícito no argumento), se a planta precisa de substâncias para ajudar a se desenvolver no caso é o remédio (W1). Agora se for preciso matar invasores que atrapalham seu desenvolvimento é o veneno (W2).	Nível 2 W1 e W2 competem.	Justificativa

Nota: O próprio autor.

A estrutura argumentativa de Toulmin estava presente em todas as respostas produzidas pelos grupos de estudantes para a questão 3 (Tabela 41). Segundo Toulmin (2006) os elementos fundamentais de um argumento são o dado (D), a conclusão (C) e a justificativa (W). Esses elementos fundamentais estavam presentes nos argumentos, no entanto, outros elementos constitutivos, tais como o conhecimento básico (B), qualificadores modais (Q) ou condições de exceção ou refutação (R) não estavam presentes.

Erduran et al. (2004) afirma que a combinação que possui um maior número de elementos constitutivos da argumentação de Toulmin são típicos de um argumento mais bem-elaborado.

O elemento constitutivo *Dado (D)* está implícito nas respostas, tendo em vista que é componente da questão, a qual busca dos respondentes uma justificativa para chegar à conclusão (C) de que são remédio ou veneno. Os termos *remédio ou veneno* também estão implícitos nas respostas. Para clarificar esse entendimento, a afirmação pode ser reescrita, como abaixo, sem justificativas, portanto, com nível zero de qualidade (Driver & Newton, 1997).

Os agrotóxicos (D) são venenos (C).

ou

Os agrotóxicos(D) são remédios (C).

Nos dois casos acima o nível do argumento segundo Driver e Newton (1997) seria zero, uma vez que não tem qualquer elemento garantidor (justificativa).

Uma outra possibilidade de reescrita seria uma afirmação com justificativa, tal como abaixo:

Os agrotóxicos (D) são venenos (C) pois essa substância traz mais malefícios do que benefícios para as nossas vidas (W).

A resposta acima traz a mesma ideia da resposta do grupo 4 e por haver uma justificativa, segundo Driver e Newton (1997), essa argumentação estaria no nível 1.

O padrão de respostas dos grupos 1, 2, 3 e 5 revela que os estudantes perceberam que a depender da situação podem ser considerados uma coisa (veneno) ou outra (remédio). Portanto, as afirmações (*Os agrotóxicos são venenos/Os agrotóxicos são remédios*) competem. Os grupos usaram de garantias/justificativas que deram força para as afirmações. Esse tipo de argumentação, segundo Driver e Newton (1997), eleva a qualidade do argumento, pois afirmações que competem e têm justificativas, estão no nível 2.

Ressalva-se que o grupo três usou de um sinônimo para o termo *agrotóxicos*, qual seja *pesticida*. Nessa situação houve um erro do grupo ao elaborar a resposta, tendo em vista que deveriam optar em classificar os agrotóxicos como veneno ou remédios, ou ainda as duas coisas. No entanto, fica claro que no decorrer da resposta o grupo produziu afirmações que competem e que podem ser reescritas como abaixo:

Quando o pesticida [agrotóxico] (D) resolve o problema do agricultor (W1) é chamado de remédio (C), mas (Q) quando [agrotóxico] (D) faz mal ao agricultor (W2) é chamado de veneno (C).

Quanto aos Indicadores de alfabetização científica, foi possível identificar em todos os argumentos dos grupos o indicador *Justificativa*. Esse indicador segundo [Sasseron \(2008\)](#) torna a afirmação mais segura e era esperado, tendo em vista que é também um componente da estrutura argumentativa de Toulmin.

Os indicadores de [Sasseron \(2008\)](#) podem ser organizados em três grupos. O primeiro grupo está diretamente relacionado ao trabalho com os dados durante uma investigação (sериar, organizar e classificar informações). O segundo grupo está relacionado à estruturação do pensamento (raciocínio lógico e proporcional). O terceiro grupo está relacionado com os indicadores que buscam entender a situação analisada (levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação).

O primeiro e o segundo grupo de indicadores manifestam-se, comumente, nas metodologias investigativas. Provavelmente, para que esses indicadores se manifestassem nos argumentos dos grupos de estudantes, seria necessário um maior envolvimento do estudante com a pesquisa, reflexão e discussão, o que não foi possível por meio da metodologia aqui empregada. O tempo limitado em 1 hora e 40 minutos e a pouca fonte de pesquisa podem ser os fatores que impedem o surgimento de indicadores variados.

ANÁLISE DA QSC-1, QUESTÃO 11

Questão 11 – Como os agrotóxicos podem interferir nas cadeias alimentares?

A questão onze está relacionada à interferência do uso dos agrotóxicos na cadeia alimentar, na qualidade da água e no solo, bem como às consequências para os ecossistemas. Espera-se que os grupos de estudantes percebam as consequências dos agrotóxicos para o meio ambiente. Essa percepção pode ser uma confluência para o 3.º EEAC.

Tabela 42.

Produção textual dos grupos em resposta à QSC-1, questão 11. Análise da estrutura argumentativa de Toulmin (2006) e nível de argumentação (Driver e Newton, 1997).

Grupo	Estrutura argumentativa (Toulmin, 2006)	Níveis de argumentação (Driver e Newton, 1997)	Indicadores (Sasseron, 2008)
1	(D – agrotóxico e C - podem interferir nas cadeias alimentares, implícitos no argumento) Pode descontrolar a população de insetos (B) (W).	Nível 1	Justificativa
2	(D – agrotóxico e C - podem interferir nas cadeias alimentares, implícitos no argumento) Interfere de uma forma ruim (C), porque diminui as presas e predadores (B) (W).	Nível 1	Justificativa
3	(D – agrotóxico e C - podem interferir nas cadeias alimentares, implícitos no argumento) Ele interfere na	Nível 1	Justificativa

	cadeia alimentar (C) pois mata insetos (W), nesse caso os seus predadores (B) vão sofrer, passar fome e morrer (W).		
4	(D – agrotóxico e C - podem interferir nas cadeias alimentares, implícitos no argumento) Porque vai matar os insetos, causando desequilíbrio na cadeia alimentar(W). Os predadores (B) deles [insetos] vão morrer de fome o que vai causar a extinção (B) de certas espécies(W)	Nível 1	Justificativa
5	(D – agrotóxico e C - podem interferir nas cadeias alimentares, implícitos no argumento) Exemplo: Se você colocar um animal que acabe com a praga das plantas e não colocar outro animal para comer esse animal isso vai acarretar em um problema bem pior (W).	Nível 1	Justificativa

Nota: O próprio autor.

Os resultados presentes nos textos produzidos pelos grupos de estudantes revelam argumentos que em sua maioria convergem para o 3.º EEAC, uma vez que eles reconheceram que o uso de agrotóxicos pode interferir nas cadeias alimentares de maneira negativa (Tabela 42).

As respostas dadas pelos grupos 1, 2, 3 e 4 resgataram conceito, tais como população, presas, predadores e extinção. Fizeram uso dos conhecimentos adquiridos, provavelmente, na primeira fase da pesquisa (Sala de Aula Invertida). O resgate desses conhecimentos pode revelar o desenvolvimento do 1.º EEAC. Apesar de não ser objetivo desta parte da pesquisa, investigar o fomento do 1.º EEAC é inevitável, tendo em vista a necessidade do resgate dos conhecimentos básicos para responder à questão 11.

A estrutura argumentativa de Toulmin estava presente em todas as respostas produzidas pelos grupos de estudantes para a questão 11. Não se verificou para nenhuma das respostas os qualificadores modais (Q) ou condições de exceção ou refutação (R). Comparando esse resultado com aqueles encontrados para a questão 3, verifica-se a presença do elemento constitutivo conhecimentos básicos (B) nos grupos 1, 2, 3 e 4. Para esses grupos houve, segundo Erduran et al. (2004), uma argumentação mais elaborada. No entanto, a classificação de Driver e Newton (1997) não prevê o uso do elemento constitutivo conhecimento básico para nivelamento do argumento, por esse motivo os grupos 1, 2, 3 e 4 foram classificados como nível 1 de argumentação.

Os elementos constitutivos *Dados (D)* e *Conclusão (C)* estavam implícitos nas respostas sendo *agrotóxicos* os dados e *podem interferir nas cadeias alimentares* a conclusão. Uma resposta com afirmação sem justificativa poderia ser reescrita assim:

Os agrotóxicos (D) podem interferir nas cadeias alimentares (C).

No caso acima o nível do argumento segundo Driver e Newton (1997) seria zero, uma vez que não tem qualquer elemento garantidor (justificativa).

Na questão 11, ao perguntar como os agrotóxicos podem interferir na cadeia alimentar, fica implícito que tal interferência é certa e que basta aos respondentes explicarem como e as consequências dessa interferência. Tendo isso em vista, uma outra possibilidade de reescrita seria uma afirmação com justificativa(s), tal como abaixo:

Os agrotóxicos (D) podem interferir nas cadeias alimentares (C) matando os insetos e os predadores (B) deles [insetos] vão morrer de fome (W), causando desequilíbrio na cadeia alimentar e extinção (B) de certas espécies (W).

A resposta acima é uma reescrita da resposta dada pelo grupo 4 e traz a mesma ideia. Há duas garantias/justificativas e para cada uma um conhecimento básico associado. Em um argumento com duas ou mais garantias/justificativas foram resgatados conceitos básicos (B) de predadores e extinção para deixar o argumento mais elaborado. No entanto, [Driver e Newton \(1997\)](#) não consideram o número de justificativas como critério de qualidade do argumento, tampouco a quantidade de conceitos básicos, o que pode ser considerado uma limitação da metodologia.

Quanto aos Indicadores de alfabetização científica, foi possível identificar em todos os argumentos dos grupos o indicador *Justificativa*. Não foram identificados outros indicadores de alfabetização científica. Uma possível explicação foi o pouco envolvimento dos estudantes com a pesquisa, reflexão e discussão do assunto, influenciado pelo tempo limitado e poucas fontes de pesquisa.

ANÁLISE DA QSC-1, QUESTÃO 13

Questão 13 – Você concorda com a ideia de que o uso de agrotóxicos é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade?

A questão 13 busca uma reflexão sobre os valores morais condizentes com o bem-estar social, sustentabilidade ambiental e a fatores políticos e econômicos na tomada de decisões quanto à produção de alimentos. Portanto, o estudante deve ter em mente que o discurso da produção de alimentos para suprir as necessidades humanas pode ser questionado e que pode haver outros interesses envolvidos, como por exemplo a concentração de riquezas e as demandas de classes sociais distanciadas da questão da fome. Deve também levar em consideração o desperdício na produção e no transporte como fatores que dificultam uma melhor distribuição dos alimentos a quem mais precisa. Deve considerar alternativas menos impactantes para o meio ambiente, mas que ao mesmo tempo possa suprir as necessidades de alimentos das populações. Tendo em vista essas considerações, há um forte componente relacional com o 2.º EEAC na questão 13.

Os resultados presentes nos textos produzidos pelos grupos de estudantes ([Tabela 43](#)) revelam que todas as respostas concordam que os agrotóxicos são necessários para suprir a necessidade de alimentos da humanidade. Não houve reflexões sobre sustentabilidade ambiental e a fatores políticos e econômicos na

tomada de decisões quanto à produção de alimentos. Nenhum grupo questionou sobre outros interesses na produção, nem sobre o desperdício na produção e no transporte, nem trouxeram alternativas para a produção de alimentos sem o uso de agrotóxicos.

As respostas dos estudantes (Tabela 43) têm um padrão que associa o uso de agrotóxicos com a maior produção de alimentos e na maioria das vezes justificam esse uso porque evitam as pragas. A explicação para esse padrão de respostas pode ser efeito da falta de reflexão sobre o assunto. Um maior tempo de pesquisa e discussão, bem como o uso de outras fontes de pesquisa, além do livro didático, poderiam auxiliar no desenvolvimento de uma consciência mais crítica. O próprio texto motivador da QSC-1 tem questões que direcionam para uma pesquisa mais contundente, como pode ser visto abaixo:

(...) ao entrar em um curso de Agroecologia, Felipe começa a buscar informações e decide montar um grupo de estudos na associação da comunidade para compreender melhor o assunto, juntamente com os moradores locais, bem como com os jovens da escola. E as primeiras perguntas a serem levantadas foram: que fatores têm contribuído para o uso intensivo de agrotóxicos? Existem formas alternativas de combater pragas e doenças? O que podemos fazer para eliminar os agrotóxicos das plantações?

Tabela 43.

Produção textual dos grupos em resposta à QSC-1, questão 13. Análise da estrutura argumentativa de Toulmin (2006) e nível de argumentação (Driver e Newton, 1997).

Grupo	Estrutura argumentativa (Toulmin, 2006)	Níveis de argumentação (Driver e Newton, 1997)	Indicadores (Sasseron, 2008)
1	(D - O uso de agrotóxicos, C - é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade) Sim, é necessário pois faz os alimentos crescerem com nutrientes (W).	Nível 1	Justificativa
2	(D - O uso de agrotóxicos, C - é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade) Sim, sem o uso de agrotóxicos as pragas tomam conta das plantações (W) e faltariam alimentos para os consumidores (W) (B).	Nível 1	Justificativa
3	(D - O uso de agrotóxicos, C - é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade) É bom para matar as pragas (W), assim (Q), aumenta o tamanho e peso das frutas, porém (R), prejudica o solo deixando-o pobre. (W)	Nível 3	Justificativa
4	(D - O uso de agrotóxicos, C - é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade) Sim, se for de forma ética (W). (D - O uso de agrotóxicos, C - não supri a necessidade de alimentos da humanidade) Mas se for indiscriminada (W), não.	Nível 2	Justificativa

5	(D - O uso de agrotóxicos, C - é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade) Sim, mas (R) isso pode trazer muitas consequências, como por exemplo as doenças: câncer e etc. (W)	Nível 1	Justificativa
6	(D - O uso de agrotóxicos, C - é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade) Sim. Sem o uso do agrotóxico pode interferir no desenvolvimento das plantas (W).	Nível 1	Justificativa

Nota: O próprio autor.

Em suma, as respostas dos grupos não contribuíram com o 2.º EEAC. O pouco tempo destinado à pesquisa, reflexão e discussão mais aprofundada, bem como a carência de fontes de pesquisa podem ser os fatores que impediram o fomento desse eixo.

A estrutura argumentativa de Toulmin está presente nas respostas dos grupos (Tabela 43). Cabe ressaltar que todos os grupos concordam com a ideia de que o uso de agrotóxicos é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade. Isso pôde ser comprovado com o uso do termo *sim* no início da resposta em quatro dos cinco grupos. Somente o grupo 3 não usou o termo *sim*, mas ainda passa a ideia de que concordou pois usa o termo *é bom* no início da resposta (Tabela 43).

Os elementos constitutivos *Dados (D)* e *Conclusão (C)* estavam implícitos nas respostas sendo *O uso de agrotóxicos* o dado e *é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade* a conclusão. Uma resposta, em que o grupo concorda, com afirmação sem justificativa poderia ser reescrita assim:

O uso de agrotóxicos (D) é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade (C).

Uma resposta, em que o grupo discorda, com afirmação sem justificativa poderia ser reescrita assim:

O uso de agrotóxicos (D) não é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade (C).

Uma outra possibilidade de reescrita seria uma afirmação com justificativa, tal como abaixo:

O uso de agrotóxicos (D) é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade (C) porque sem o uso de agrotóxicos as pragas tomam conta das plantações e faltariam alimentos para os consumidores (B) (W).

A resposta acima é uma reescrita da resposta do grupo 2 e traz a mesma ideia. Há uma garantia/justificativa e um conhecimento básico associado, uma vez que o grupo faz uso do termo *consumidores* resgatando assim conceito básico aprendido durante a primeira fase da pesquisa (Sala de Aula Invertida).

Considerando a classificação proposta por [Driver e Newton \(1997\)](#), os grupos 1, 2, 5 e 6 produziram argumentos com nível 1. Entretanto, o grupo 3 produziu argumento com nível 3. Esse argumento é composto de afirmações com justificativas, sendo que uma das justificativas responde a um refutador. O refutador é representado pelo termo, *porém*. Este termo é uma conjunção adversativa e introduz uma afirmação cujo conteúdo faz oposição ao que foi afirmado antes, ou seja, faz com que a garantia perca força. Além do mais, o termo *assim*, usado no argumento do grupo 3, é um qualificador modal, tendo em vista que se trata de um advérbio que, segundo [Toulmin \(2006\)](#), dá aval à conclusão obtida.

O grupo 4 apresentou nível 2 de argumentação, pois produziu afirmações que competem, com garantias/justificativas. Essas afirmações podem ser reescritas como abaixo:

O uso de agrotóxicos (D) é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade (C) desde que usado de forma ética (W).

ou

O uso de agrotóxicos (D) não supri a necessidade de alimentos da humanidade (C) se usado indiscriminadamente (W).

As afirmações acima trazem a mesma ideia das afirmações produzidas pelo grupo 4 e são compostas por garantias/justificativas que competem.

Quanto aos Indicadores de alfabetização científica foi possível identificar em todos os argumentos dos grupos o indicador *Justificativa*. Não foram identificados outros indicadores de alfabetização científica. Uma possível explicação foi o pouco envolvimento dos estudantes com a pesquisa, reflexão e discussão do assunto, influenciado pelo tempo limitado e poucas fontes de pesquisa.

ANÁLISE DA QSC-1, QUESTÃO 19

Questão 19 – O que significa o valor do homem do campo, segundo Maria?

A questão dezenove busca uma reflexão sobre as consequências sociais do desenvolvimento tecnológico no campo, que por um lado aumentou a produção, mas por outro lado reduziu o valor do homem do campo.

Essa reflexão está ligada ao 3.º EEAC, uma vez que o desenvolvimento tecnológico provoca impactos na sociedade que não são somente benéficos. Espera-se que os estudantes percebam que as tecnologias no campo trazem uma maior produtividade, mas que muitos trabalhadores rurais podem não ter acesso a essas tecnologias, e por isso não conseguem competir com grandes produtores e por isso têm dificuldades para sustentar suas famílias. Um outro assunto que pode ser trazido à discussão pelos estudantes é o êxodo rural em razão da busca por melhores condições de vida, em especial dos mais jovens, nas grandes cidades.

Tabela 44.

Produção textual dos grupos em resposta à QSC-1, questão 19. Análise da estrutura argumentativa de Toulmin (2006) e nível de argumentação (Driver e Newton, 1997).

Grupo	Estrutura argumentativa (Toulmin, 2006)	Níveis de argumentação (Driver e Newton, 1997)	Indicadores (Sasseron, 2008)
1	(D - O homem, C - tem pouco valor) Porque [no campo] usa mais tecnologia do que pessoas ultimamente (W).	Nível 1	Justificativa
2	Significa que o homem (D) tem pouco valor comparado a tecnologias como tratores e os pesticidas (C), que fazem este papel de forma mais eficiente que o agricultor (W).	Nível 1	Justificativa
3	As máquinas como o trator (D) estão substituindo o homem (C), pois as máquinas trabalham mais do que o homem (W). Assim (Q), produzem mais do que o homem (W)	Nível 1	Justificativa
4	Eles [homem] (D) não têm mais valor (C) porque foram substituídos pelas máquinas e agrotóxicos (W).	Nível 1	Justificativa
5	O que eles [homens] (D) estariam fazendo para ganhar dinheiro e alimentos para seus filhos as máquinas fazem por eles (W)	Nível 1	Justificativa
6	O valor do homem (D) é sua produção (C).	Nível 1	Justificativa

Nota: O próprio autor.

Os resultados apresentados nos textos produzidos pelos estudantes (Tabela 44) revelam um padrão de respostas que transmitem a ideia de que o homem do campo tem tido pouco valor, porque não consegue produzir mais que as máquinas e que isso dificulta sua subsistência.

Houve a percepção de que o desenvolvimento tecnológico causou impactos sociais. Essa percepção evidencia que o 3.º EEAC foi representado. No entanto, nada foi dito sobre a dificuldade de acesso dos pequenos produtores às tecnologias agrícolas, também não se observou argumentos que tratam do êxodo rural. A falta desses argumentos pode estar ligada ao não aprofundamento e reflexão sobre o assunto, dado o tempo para produzir as respostas e a escassez de fontes de pesquisa.

A estrutura argumentativa de Toulmin estava presente nas respostas dos grupos. Todas as respostas tiveram argumentação com nível 1, uma vez que tinham apenas afirmação simples com justificativa(s). Um destaque deve ser dado ao grupo 3 no uso do qualificador modal, apesar de a presença desse qualificador não mudar o nível do argumento (Driver & Newton, 1997).

Uma análise mais cuidadosa foi dada ao argumento do grupo 1. Há alguns elementos constitutivos da estrutura argumentativa de Toulmin implícitos nesse argumento que poderia ser reescrito, como abaixo, sem perder seu sentido original.

O homem (D) tem pouco valor (C) porque no campo usa-se mais tecnologia do que pessoas ultimamente (W).

ANÁLISE DA QSC-2, QUESTÃO 5

Questão 5 - Sobre o comentário de Julia, como a diversidade e a abundância de polinizadores podem afetar a produtividade em diversas culturas?

Os polinizadores, em especial as abelhas, transferem o pólen de uma flor para outra e garantem com isso o processo de fecundação que resultará na formação de frutos e sementes. A conservação dos polinizadores se faz necessária para o aumento sustentável da produtividade agrícola brasileira, já que os frutos e sementes estão na base da cadeia alimentar.

A questão 5 da QSC-2 busca dos estudantes uma reflexão sobre as consequências econômicas, sociais e ambientais que podem surgir como resultado da diminuição do número e diversidade de polinizadores.

Espera-se que os grupos de estudantes formulem respostas que coadunem com a ideia de haver vantagens no controle de pragas com o uso de pesticidas, mas que ao mesmo tempo percebam as consequências do seu uso no que diz respeito à saúde e ao meio ambiente. Os estudantes devem perceber também a íntima relação do desequilíbrio ambiental com a economia e por consequência dos danos sociais advindos da diminuição da produção de alimentos. Nesse sentido, a questão 5 da QSC-2 é extremamente relevante para o fomento do 3.º EEAC.

Comentário de Júlia:

Mesmo que não estivessem morrendo, temos que preservar as abelhas! Esse vizinho não sabe que as maçãs dele dependem dos polinizadores das redondezas?

Tabela 45.

Produção textual dos grupos em resposta à QSC-2, questão 5. Análise da estrutura argumentativa de Toulmin (2006) e nível de argumentação (Driver e Newton, 1997).

Grupo	Estrutura argumentativa (Toulmin, 2006)	Níveis de argumentação (Driver e Newton, 1997)	Indicadores (Sasseron, 2008)
1	Mesmo que já tenha uma abundância das abelhas e outros polinizadores, devemos preservar os polinizadores desde já, pois somos muito dependentes deles (W).	Nível 1	Justificativa
2	Eles ajudam a transferir o pólen (B). Afetam como: aumentando a taxa de polinização (W), melhoria da qualidade de frutos (W), aumentando a resistência de pragas (W) e etc.	Nível 1	Justificativa

3	Com a diversidade e abundância de polinizadores correta a produção e qualidade da colheita será ótima (W). Mas com a interferência desses agentes a produção pode estar comprometida (W) e por consequência há o aumento do preço final do alimento (W).	Nível 1	Justificativa Classificação de Informações
4	A diversidade de polinizadores pode afetar diretamente as cadeias alimentares (W) e também o preço dos alimentos no mercado (W).	Nível 1	Justificativa
5	Os polinizadores afetam diretamente em nascer ou não nascer o fruto (W), se você mata as abelhas terá menos frutos, ou seja, prejuízos (W).	Nível 1	Justificativa
6	Eles podem afetar positivamente e negativamente, pois os polinizadores aumentam a produtividade nas culturas (W), se os números de polinizadores forem baixos a produção decairá (W).	Nível 1	Justificativa
7	Os polinizadores fecundam as flores que posteriormente se transformam em frutos (B). Isso ajuda na produção de várias culturas (W).	Nível 1	Justificativa
8	Com a abundância de polinizadores é possível observar que há um aumento significativo na qualidade dos frutos (W), com este número elevado de frutos é possível manter o preço dos produtos mais acessíveis para a população (W).	Nível 1	Justificativa
9	Os agrotóxicos afetam diretamente a diversidade de polinizadores (W) que por sua vez são reduzidas a um número menor (W), assim causando diretamente a produção de alimentos (W), dessa forma deixando-os mais caros no mercado (W).	Nível 1	Justificativa Classificação de Informações

Nota: O próprio autor.

Os resultados apresentados nos textos produzidos pelos estudantes (Tabela 45) revelam um padrão de respostas que transmitem a ideia de que os polinizadores devem ser preservados para que as culturas agrícolas produzam de forma eficiente. Algumas respostas, tais como as dos grupos 3, 4, 8 e 9 relacionam a baixa quantidade e diversidade de polinizadores ao aumento de preços dos produtos agrícolas para o consumidor final. O grupo 4 ainda faz uma relação com a cadeia alimentar, uma clara produção de argumentos, fazendo uso dos conhecimentos básicos adquiridos. O grupo 2 comete um erro no seu argumento ao usar os termos *aumentando a resistência a pragas*. Essa resposta passa a impressão de que a abundância e diversidade de polinizadores aumenta a resistência a pragas e isso não é verdade. O aumento da resistência pode ocorrer com o uso inadequado de pesticidas. O grupo 6 não deixa claro o que é positivo ou negativo em seus argumentos.

De forma geral, evidencia-se uma convergência dos argumentos para o 3.º EEAC. No entanto, os argumentos trazem poucas justificativas que reforcem essa convergência. Não houve, por exemplo justificativas relacionadas aos problemas sociais advindos do aumento dos preços dos alimentos. A falta desses

argumentos pode estar ligada ao não aprofundamento e reflexão sobre o assunto, dado o tempo para produzir as respostas e a escassez de fontes de pesquisa.

A estrutura argumentativa de Toulmin estava presente em todas as respostas produzidas pelos grupos de estudantes para a questão 5 (Tabela 45). O elemento constitutivo *Dado* (*D*) está implícito nas respostas, tendo em vista que é componente da questão, a qual busca dos respondentes apenas justificativas para a conclusão (*C*). A afirmação pode ser reescrita, como no exemplo abaixo, sem justificativas, portanto, com nível zero de qualidade (Driver & Newton, 1997).

A diversidade e a abundância de polinizadores (D) podem afetar a produtividade em diversas culturas (C).

Ao considerar a forma como é feita a pergunta, percebe-se que há uma tentativa do autor da questão em buscar dos estudantes justificativas que mostrem como a diversidade de polinizadores pode afetar a produção agrícola. Sendo assim, não há por parte dos estudantes tentativas de argumentar fazendo uso de afirmações que competem, tampouco fizeram uso de refutações.

De forma geral, os argumentos estão no nível 1 e há para alguns argumentos mais de uma justificativa, mas sem mudança do nível de argumentação, segundo Driver e Newton (1997). Quanto aos Indicadores de alfabetização científica foi possível identificar em todos os argumentos dos grupos o indicador *Justificativa*. Esse indicador, segundo Sasseron (2008), torna a afirmação mais segura e era esperado, tendo em vista que é também um componente da estrutura argumentativa de Toulmin. Para a maioria dos indicadores há mais de uma justificativa.

A classificação de informações também estava presente nos argumentos do grupo 3 e 9. Tendo em vista que as informações apresentam uma hierarquia ou ordenação das justificativas, os argumentos dos grupos 3 e 9 foram, respectivamente, reescritos abaixo. As informações classificadas obedecem a uma hierarquia onde, para o grupo 3 *aumento do preço final do alimento* depende da *interferência desses agentes na produção* e para o grupo 9 há uma ordenação hierárquica do maior para o menor onde uma justificativa resulta, por consequência, em outra justificativa. As justificativas foram numeradas em ordem decrescente de hierarquia.

Como a diversidade e abundância de polinizadores correta a produção e qualidade da colheita será ótima (W). Mas com a interferência desses agentes a produção pode estar comprometida (W2) e por consequência há o aumento do preço final do alimento (W1).

Os agrotóxicos afetam diretamente a diversidade de polinizadores (W4) que por sua vez são reduzidas a um número menor (W3), assim causando diretamente a produção de alimentos (W2), dessa forma deixando-os mais caros no mercado (W1).

ANÁLISE DA QSC-2, QUESTÃO 12

Questão 12 - Como os agrotóxicos podem afetar a sobrevivência das abelhas e a qualidade de vida humana?

A questão 12 da QSC-2 busca dos estudantes uma reflexão sobre como os agrotóxicos podem afetar a sobrevivência das abelhas. O estudante deve pesquisa sobre o agrotóxico neonicotinoide para saber qual a sua toxicidade com relação às abelhas. A questão também busca uma reflexão do estudante sobre como a sobrevivência ou morte das abelhas inferem na qualidade de vida humana. Mais uma vez é possível ver uma questão que estimula o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, em outras palavras, fomenta o 3.º EEAC.

Espera-se que os grupos de estudantes formulem respostas que mostrem como o agrotóxico neonicotinoide atua nos organismos, seu uso em outros países e no Brasil, restrições quanto a seu uso e cuidados no manuseio. Pesquisas sobre a toxicidade desse pesticida nos seres humanos, contaminação de alimentos, solo e de outros organismos que podem ser consumidos pelo homem também podem ajudar na formulação dos argumentos.

Uma pesquisa sobre a importância da polinização na produção de alimentos pode revelar os problemas socioeconômicos derivados da diminuição da taxa de polinização, como por exemplo o aumento dos preços como consequência da diminuição da oferta desses alimentos.

Tabela 46.

Produção textual dos grupos em resposta à QSC-2, questão 12. Análise da estrutura argumentativa de Toulmin (2006) e nível de argumentação (Driver e Newton, 1997).

Grupo	Estrutura argumentativa (Toulmin, 2006)	Níveis de argumentação (Driver e Newton, 1997)	Indicadores (Sasseron, 2008)
1	Afeta as abelhas por envenenamento (W). Assim como os humanos afetando na qualidade de vida causando doenças e diminuindo na produção de alimentos (W).	Nível 1	Justificativa
2	Afetam as abelhas causando morte (W). Na vida humana afetam no sabor das frutas e legumes e podem causar doenças. (W).	Nível 1	Justificativa
3	Em excesso faz mal para o ser humano e um terço que o humano consome pode ser fatal para a abelha.	Nível 1	Justificativa
4	Com a alteração causada pelos agrotóxicos as abelhas podem ter que procurar outro alimento, assim impactando na produção de alimentos (W), o que afeta o ser humano.	Nível 1	Justificativa

5	Matando as abelhas e encarecendo as frutas e outros produtos agrícolas (W).	Nível 1	Justificativa
---	---	---------	---------------

Nota: O próprio autor.

A análise dos argumentos produzidos pelos grupos em resposta a questão 12 da QSC-2 (Tabela 47) revela que a maioria dos grupos (1, 4 e 5) perceberam o aumento do preço dos alimentos como um fator socioeconômico que afeta a qualidade da vida humana. Os grupos 1 e 2 também citaram as doenças advindas da contaminação por agrotóxicos. No entanto, não houve qualquer tipo de argumento que mostrasse o mecanismo de ação do agrotóxico, seus possíveis danos ambientais, toxicidade, restrições e segurança no manuseio.

Não foram realizadas pesquisas em outras fontes de consulta diferente do livro didático, sendo que nesse não havia qualquer tipo de informação que ajudassem na pesquisa sobre o assunto. A carência de material de pesquisa influenciou negativamente na produção de argumentos que convergem para o 3.º EEAC, que apesar de citarem redução na produção de alimentos e doenças, percebe-se argumentos frágeis.

A estrutura argumentativa de Toulmin estava presente em todas as respostas produzidas pelos grupos de estudantes para a questão 12 (Tabela 47).

O elemento constitutivo *Dado (D)* está implícito nas respostas, tendo em vista que é componente da questão, a qual busca dos respondentes apenas justificativas para a conclusão (C). A afirmação pode ser reescrita, como abaixo, sem justificativas, portanto, com nível zero de qualidade (Driver & Newton, 1997).

Os agrotóxicos (D) podem afetar a sobrevivência das abelhas e a qualidade de vida humana (C).

Ao considerar a forma como é feita a pergunta, percebe-se que há uma tentativa do autor da questão em buscar dos estudantes justificativas que mostrem como os agrotóxicos afetam as abelhas e a qualidade de vida humana. Sendo assim, não há por parte dos estudantes tentativas de argumentar fazendo uso de afirmações que competem, nem fez uso de refutações.

De forma geral os argumentos estão no nível 1 e com apenas uma justificativa na sua maioria, somente o grupo 1 apresentou duas justificativas. O grupo 3 não foi qualificado porque o argumento não tem coerência.

Quanto aos Indicadores de alfabetização científica foi possível identificar em todos os argumentos dos grupos o indicador *Justificativa*, exceto o grupo 3, pois as justificativas não estão coerentes.

4.8.1 Conclusão - Padrões de argumentação e indicadores de alfabetização científica como ferramentas indicadoras do desenvolvimento do 2.º e 3.º EEAC em um contexto de Aprendizado baseado em problemas

A análise dos argumentos nessa fase da pesquisa buscava uma visão mais ampla das produções textuais e por isso quatro vieses foram considerados. O primeiro diz respeito a sua confluência com o segundo e terceiro EEAC; o segundo viés está relacionado à estrutura do argumento (Toulmin, 2006), o terceiro viés diz respeito à qualidade do argumento (Driver & Newton, 1997) e o quarto viés à presença dos indicadores de alfabetização científica (Sasseron, 2008).

No que tange o primeiro viés, confluência com os EEAC, os resultados da análise das argumentações para as QSC- 1 e QSC-2 revelam uma confluência com o terceiro EEAC. Essa confluência indica que a metodologia empregada contribui ao fazer o estudante refletir sobre as relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente e que apesar de não ter sido reveladas confluências com o segundo EEAC, tal fato pode estar relacionado a pouca quantidade de questões que revelasse convergência com o segundo eixo.

Uma possível explicação para a confluência das argumentações com o terceiro eixo é a natureza das QSC que busca propositalmente fomentar os EEAC. No entanto, as argumentações foram frágeis e de baixa qualidade.

A fragilidade dos argumentos considera o segundo viés onde se espera uma grande quantidade de elementos constitutivos que estruturam o argumento de Toulmin (2006) o que não aconteceu. Tal argumento pode ainda ser qualificado (terceiro viés) de acordo com a quantidade desses elementos constitutivos e de como eles se entrelaçam (Driver & Newton, 1997). No entanto, os argumentos foram muito rarefeitos, o que pode ser explicado ao fato de não ter havido material que pudesse aprofundar a pesquisa sobre os assuntos tratados nas QSC e também o tempo diminuto para reflexão.

Os resultados também revelaram uma baixa diversidade de indicadores de alfabetização científica (quarto viés), o qual pode também estar relacionado com a restrição a fontes de consulta e também ao pouco tempo de execução da atividade, ou ainda a própria natureza da questão da metodologia que não é investigativa.

5 CONCLUSÕES FINAIS

Para as conclusões finais põe-se novamente a pergunta de partida: Como a aplicação de uma metodologia baseada na integração do *Flipped classroom* (*Sala de Aula Invertida*) e no *Problem-based learning* (Aprendizado Baseado em Problemas) pode contribuir para o LC de estudantes Ensino Médio?

Considerando tratar-se de um integração entre duas metodologias ativas que visavam fomentar eixos diferentes, ratifica-se a hipótese levantada quanto ao emprego da SAI, pois contribuiu com o desenvolvimento do primeiro EEAC (compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais) ao se verificar o maior incentivo e comprometimento com a leitura, com a interpretações do dito por si mesmo e também como que foi dito pelo outro, possibilitando uma rede de informações intragrupo e intergrupos que ajuda a historicizar o conhecimento e por consequência produzir as autorias.

A análise dos resultados das argumentações dos estudantes submetidos à metodologia ativa baseada em sala de aula invertida revelou a produção de repetições empíricas (exercício mnemônico, em que o indivíduo repete exatamente da forma como leu ou ouviu), formais (do exercício gramatical, em que o indivíduo repete o que leu ou ouviu de maneira um pouco diferenciada, muda as frases, isto é, diz a mesma coisa com palavras diferentes) e repetição histórica com a produção de autorias.

A integração metodológica desta tese ocorreu na ausência de outras fontes de pesquisa por parte dos estudantes, restando tão somente o Livro Didático, uma vez que era desejado um cenário, ainda presente nas escolas brasileira, de limitações de ferramentas de pesquisa, em especial das TDIC.

Considerando o cenário posto, houve uma maior prevalência de repetições empíricas e desvios de sentido no Grupo 1 cujo tema foi: Conceitos básicos de ecologia, indivíduo, população, comunidade, ecossistema, biosfera, fatores bióticos e abióticos. [Indursky \(2019\)](#), já alertava para repetibilidade dos sentidos e deslocamentos do sentido ao dizer que a partir dos textos que compõem um arquivo pedagógico, os sujeitos podem produzir suas releituras e suas reescrituras que podem tanto inscrever-se num regime de repetibilidade dos sentidos, quanto deslizar suas releituras e reescrituras interpretativas para um deslocamento de sentidos.

A prevalência das repetições empíricas pode estar relacionada com a rigidez típica de alguns textos de natureza científica, os quais trazem uma estabilidade que torna os sentidos únicos. Segundo [Orlandi \(2004, p. 139\)](#), *o cientista está submetido à memória de seu saber*. Portanto, os próprios conceitos expressos no Livro Didático trazem internamente uma rigidez que dá pouco espaço para interpretações e reescrita sem que

aumente as chances de desvio do sentido original, especialmente quando os enunciadores (estudantes) carecem de uma maior bagagem teórica.

Outro elemento pode ajudar a explicar a dificuldade que os estudantes do Grupo 1 tiveram em produzir autorias. Os conceitos repetidos pelos estudantes encontravam-se em destaque em uma caixa (Figura 27) semelhante a um glossário e se por um lado os autores do LD conseguiram destacar os conceitos básicos, que segundo Hummel (1988) tornam a linguagem mais clara, resumida, direta, reforçando o aspecto estimulação, por outro lado fixa o olhar para os conceitos em destaque, dando a entender que são conceitos absolutos e parte rígida do texto, que deve ser lido sem reflexão. Os conceitos em caixa passam a impressão de algo que ao mesmo tempo em que está em destaque também está protegido.

As autorias do Grupo 1 manifestaram-se mais quando da tentativa de definir o conceito de *fatores abióticos*. Esse conceito não estava expresso no LD, porém havia muitos exemplos que fizeram com que o estudante pudesse refletir e trazer à tona uma definição que não fosse confrontada com definições pré-definidas. Sendo assim, os estudantes investiram mais na reflexão e busca de uma redefinição que em atividades mnemônicas.

Apesar da limitação na produção de autorias pelo Grupo 1 (Conceitos básicos de ecologia, indivíduo, população, comunidade, ecossistema, biosfera, fatores bióticos e abióticos) cabe lembrar que os diferentes tipos de repetições estavam associados com a compreensão, assimilação e apropriação do conhecimento científico, e mesmo que a repetição empírica e formal não aponte para o sujeito como autor, elas têm um papel importante, pois podem ser entendidas como indícios de compreensão e assimilação da linguagem própria da ciência.

Tendo em vista o dito acima, bem como a análise dos resultados da semiótica multimodal, pode-se concluir que o livro didático *Evolução, biodiversidade e sustentabilidade – Ensino Médio – Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, publicado em 2021, 1ª Edição*, em seu capítulo 5, teve um importante papel no processo de letramento científico, uma vez que os elementos que o constitui influenciaram a dinâmica das argumentações nos grupos. Portanto caixas de textos, figuras e outros elementos atuaram de diferentes maneiras. As caixas de texto com conceitos predefinidos, por exemplo, estimularam atividades mnemônicas, enquanto que as figuras associadas ao texto estimularam uma maior participação dos estudantes o que os levou a uma maior produção de autoria.

Para uma maior eficiência na produção de autoria, dentro do contexto metodológico aqui aplicado, sugere-se a produção de um livro didático com mais elementos gráficos, figuras e exemplos que se relacionem com definições conceituais, a fim de o estudante refletir e pode envolver-se com a leitura, o engajar-se na discussão em grupo e interpretar.

As autorias estiveram presentes nos argumentos dos estudantes e foi resultado de um processo de ressignificação dos conceitos após várias tentativas de reformulação, influenciado pelo outro e pelas leituras que fizeram. O grupo 2 com o tema: Conceito de cadeia alimentar e nicho ecológico e o grupo 3 com o tema: Conceito de teias alimentares, fluxo de energia nas cadeias e teias alimentares e nível trófico, fizeram uso de imagens do LD que se somaram aos textos do LD na tentativa de ressignificar os conceitos. Houve um confronto no novo significado com conceito preexistente, o que resultou, mais comumente em autorias.

Considerando o perfil de estudante revelado nesta tese e baseado no que concluiu [Feijó et al. \(2022\)](#) sobre a influência da formação dos pais é provável que autorias mais significativas pudessem se manifestar em um contexto de maior instrução dos pais ou de maior renda familiar. Estudos que possam comparar diferentes grupos de estudantes com diferentes níveis de instrução parental e renda devem ser realizadas para comprovar o dito pelo autor. Somado ao que foi dito, a baixa renda serviu para confirmar o cenário de baixo acesso a tecnologias digitais de informação e comunicação.

Considerando ainda o dito nos parágrafos anteriores, a questão acessória *O livro didático, dentro do contexto metodológico desta pesquisa, pode ser um substituto das tecnologias de informação digitais usadas no Flipped classroom (Sala de Aula Invertida)?* pode ser respondida, revelando que o livro didático pode sim ser usado em substituição às tecnologias de informação e comunicação em um cenário de difícil acesso a estas tecnologias.

Quanto a metodologia ativa, Aprendizado Baseado em Problemas (ABP), usado nessa integração metodológica, verifica-se que a mesma contribuiu com o fomento do letramento científico ao desenvolver o terceiro eixo estruturante da alfabetização científica. No entanto, essa contribuição foi modesta.

A análise das produções textuais dos alunos submetidos a resolução das questões sociocientíficas se deu sob quatro vieses, a fim de perceber contributos para o LC de diferentes origens. O primeiro viés relaciona os argumentos com os EEAC, o segundo viés com a produção de argumentos estruturados, o terceiro com a qualidade do argumento estruturado e a quarta com indicadores de alfabetização científica.

Conclui-se a partir dos resultados, que os argumentos convergem para o terceiro EEAC, com argumentos com estrutura como a de Toulmin, porém os argumentos têm pouca qualidade e ausência de muitos dos indicadores de alfabetização científica.

Apesar de as QSC induzirem o estudante a pesquisa, os fatores tempo e ferramentas de pesquisa limitaram a aquisição de conhecimento e por consequência a produção de argumentos com maior qualidade.

Nesse sentido, conclui-se que a tentativa de usar a metodologia ativa ABP em um contexto de ausência de outros recursos de pesquisa e com o tempo restrito pode não ser a melhor alternativa para essa integração de metodologias. Sugere-se que esta integração de metodologias seja mais flexível quanto as fontes e tempo

de pesquisa e cabe ao professor a busca por alternativas que possam satisfazer as necessidades de aprendizagem dos estudantes para uma formação que contemple o segundo e terceiro EEAC.

Deve-se considerar também os resultados obtidos no TACB-S, uma vez que os estudantes desta pesquisa alcançaram melhores resultados no subteste do 1.º EEAC, o que nos mostra uma maior proximidade com a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais do que com o 2.º e 3.º EEAC, os quais tratam da compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, respectivamente. A menor porcentagem de acertos em proposições relacionadas ao 2.º e 3.º EEAC, se por um lado revela uma maior necessidade de envolvimento dos alunos em temas que possibilitem o processo de reflexão e a criticidade, também pode estar revelando a imaturidade dos estudantes quanto da resolução de QSC.

Ainda trazendo à tona o perfil dos estudantes da pesquisa e os resultados aqui alcançados, deve-se considerar também que o Perfil do Ensino de Ciências (PEC) revelou uma tendência de ensino pretérito que favoreceu aprendizagens significativas que portanto pode ter contribuído para alcançar melhores resultados no subteste do 1.º EEAC e por consequência maior facilidade de desenvolvimento de argumentos durante o segundo e terceiro momento da metodologia (sala de aula invertida) do que na resolução das QSC (Aprendizado Baseado em Problemas). No entanto, é fundamental o aprofundamento da pesquisa quanto ao perfil do estudante em um sentido mais específico, ou seja, um PEC que buscasse revelar seus conhecimentos sobre o assunto trazidos no capítulo 5 do livro desta pesquisa.

Considerando tudo que foi dito até aqui, não se pode dar por encerrada esta pesquisa, pois ela é um fragmento de produção de conhecimento diante das possibilidades que emergem destes resultados. Pesquisas com *designs* metodológicos diferentes podem ser realizados, outras fontes de instrução, complementares ou LD, podem ser usadas a partir deste ou de outros *designs* metodológicos, comparações das potencialidades da TDIC e LD no letramento científico dentro do design aqui usado, são exemplos de pesquisas que também podem contribuir com o Letramento Científico de estudantes do ensino médio.

O incentivo à produção de autorias no ambiente escolar é uma alternativa que pode reduzir as desigualdades intelectuais e melhorar o LC dos estudantes. A produção de autoria na escola parece algo ainda inacessível. Uma possível explicação para isso seria a metodologia tradicional de ensino empregada nas escolas, a qual prioriza o discurso do professor em detrimento do aluno.

Por fim, com vistas ao Letramento Científico dos estudantes do Ensino Médio, sugere-se a qualificação de professores para o desenvolvimento de metodologias que valorizem as interpretações, a fim de tornar o aluno sujeito de seus próprios gestos de interpretação e autoria. A escola, como sítio em que a leitura e a argumentação sempre estão presentes deve fomentar outros modos de ler, de se identificar com o que lê, de se construir o estudante como autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, E. B. C. de. (2007). Conceituando alfabetização e letramento. In C. F. Santos & M. Mendonça (Eds.), *Alfabetização e letramento: conceitos e relações* (pp. 11–22). Autêntica.
- Almeida, H. A. De, & Júnior, Á. L. (2020). Relações entre a teoria da transposição didática e as analogias no Ensino de Ciências. *REnCiMa*, 11(6), 644–662. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i6.2220>.
- Almouloud, S. A. G., & Nunes, J. M. V. (2013). O modelo de Toulmin e a análise da prática da argumentação em matemática. *Educ. Matem. Pes*, 15(2), 487–512. <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/14592>.
- Assolini, E. P., & Tfouni, L. V. (2012). Interpretação, autoria e prática pedagógica escolar. *Revista Odisseia*, 28(1), 1–16. <https://periodicos.ufrn.br/odisseia/article/view/2043/1477>.
- Astolfi, J. P., Darot, É., Vogel, Y. G., & Toussaint, J. (1997). *As Palavras-Chave da Didática das Ciências*. Instituto Piaget.
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê? *ENSAIO – Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 03(1), 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>.
- Ausubel, D. (2000). Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. In *Plátano Edições Técnicas* (1ª). Plátano Edições Técnicas.
- Ayala, F. (1996). Introductory essay: The case for scientific literacy. In *World science report 1996* (pp. 1–5). Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000102930>.
- Bain, K. (2004). *What the Best College Teachers Do?* Harvard University Press.
- Baram-Tsabari, A., & Yarden, A. (2005). Text genre as a factor in the formation of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 403–428. <https://doi.org/10.1002/tea.20063>.
- Bencze, L. (2017). Stepwise: A framework prioritizing altruistic actions to address socioscientific issues. In *Science and technology education promoting wellbeing for individuals, societies and environments* (pp. 10–45). Stepwise.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2018). *Sala de aula invertida: Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem*. Livros Técnicos e Científicos Editora.
- Bishop, J. L. (2013). A controlled study of the flipped classroom with numerical methods for engineers [Utah]. In *ProQuest Dissertations and Theses*. <https://doi.org/3606852>.

Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, January 2013*. <https://doi.org/10.18260/1-2--22585>.

Bollis, R. A. R. (2018). O educador Jan Amos Comenius e a sua contribuição para uma educação para todos. *Anais Do Encontro Internacional e XVIII Encontro de História Da Anpuh-Rio - Historias e Parcerias*. <https://doi.org/https://doi.org/10.5585/cpg.v17n1.7970>.

Borda, O. L. (2006). Participatory (action) research in social theory: Origins and challenges. In P. Reason & H. Bradbury (Eds.), *Handbook of action research: Participative inquiry and practice* (The concis, pp. 27–37). Sage Publications.

Borges, M. C., Quintana, S. M., Freitas, L. C. C., & Rodrigues, M. L. V. (2014). Aprendizado baseado em problemas. *Medicina (Ribeirão Preto)*, 47(3), 301–307. <http://revista.fmrp.usp.br>.

Borochovcus, E., Cristina, J., & Tortella, B. (2014). Aprendizagem Baseada em Problemas : Um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas . *Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ*, 22(83), 263–293. <https://doi.org/https://www.scielo.br/j/ensaio/a/QQXPb5SbP54VJtpmvThLBTc/?format=pdf>.

Brandi, A. T. E., & Gurgel, C. M. do A. (2002). A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: Emergências de um estudo de investigação-ação. *Ciência & Educação (Bauru)*, 8(1), 113–125. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132002000100009>.

Brasil. (2017). Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação Infantil e Ensino Fundamental. Versão Final. . MEC.

Brossard, D., & Shanahan, J. (2006). Do They Know What They Read? Building a Scientific Literacy Measurement Instrument Based on Science Media Coverage. *Science Communication*, 28(1), 47–63.

Carvalho, A. M. ., & Tinoco, S. C. (2006). O Ensino de Ciências como "enculturação". In D. B. e Catani & P. . Vicentini (Eds.), *Formação e Autoformação: Saberes e Práticas nas Experiências dos Professores*. Escrituras.

Carvalho, G. S. (2009). Literacia científica : Conceitos e dimensões. In F. Azevedo & M. G. Sardinha (Eds.), *Modelos e práticas em literacia* (pp. 179–194). Lidel.

Carvalho, R. J., & Ramos, M. A. (2015). Flipped Classroom - centrar a aprendizagem no aluno recorrendo a ferramentas cognitivas. *Atas Da IX Conferência Internacional de TIC Na Educação - Challenges 2015*, 369–381. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/35245>.

Cavadas, B., & Guimarães, F. (2011). Os manuais liceais de ciências da 1ª República. In Ceief (Ed.), *Manuais Escolares: Mudanças nos discursos e nas práticas* (1ª, pp. 57–72). Universidade Lusófona.

Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 22, 89–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>.

Chassot, A. (2018). Alfabetização Científica. Questões e Desafios para a Educação (8th ed.). Editora Unijuí.

- Chin, C. C. (2005). First-year pre-service teachers in taiwan—do they enter the teacher program with satisfactory scientific literacy and attitudes toward science? *International Journal of Science Education*, 27(13), 1549–1570. <https://doi.org/10.1080/09585190500186401>.
- Choppin, A., & Bastos, T. M. H. C. (2011). O manual escolar: uma falsa evidência histórica. *História Da Educação*, 13(27), 9–75. <https://doaj.org/article/b53e1c8e7db545de892c6b1f8fa7170b>.
- Cigales, M., & Oliveira, A. (2020). Aspectos metodológicos na análise de manuais escolares: uma perspectiva relacional. *Revista Brasileira de História de Educação*, 20, 2–18. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4025/rbhe.v20.2020.e099>.
- Conrado, D. M. (2017). Questões Sociocientíficas na Educação CTSA : contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico [Universidade Federal da Bahia]. <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/24732>.
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). Questões sociocientíficas fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA.
- Consenza, R. M., & Guerra, L. B. (2011). *Neurociência e Educação: Como o cérebro aprende*. Artmed.
- Costa, R. L. S. (2023). *Neurociência e aprendizagem*. 28(e280010), 1–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1413-24782023280010>.
- Craide, S. (2018, January). Estudo mostra que Brasil tem pouca conectividade nas escolas. *Agência Brasil*. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2018-01/estudo-mostra-que-brasil-tem-pouca-conectividade-nas-escolas>.
- Cunha, R. B. (2018). O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(1), 27–41. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180010003>.
- Cunha, R. B., Alberta, D., & Brasil, N. (2017). Os trabalhos sobre alfabetização e letramento científico e o uso de autores na linguagem nas referências bibliográficas. *69ª Reunião Anual Da SBPC*, 1–3.
- Diesel, A., Baldez, A., & Martins, S. (2017). Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, 14(1), 268–288. <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>.
- Duarte, J. B. (2010a). Manual escolar: Companheiro do Jovem na Aquisição de Competências e na Curiosidade Pelo Saber. *Revista Lusófona de Educacao*, 16, 119–130.
- Duarte, J. B. (2010b). Um currículo narrativo para o bem-estar nas escolas. Um modelo triádico. In *Afirse. Educação e Bem-Estar*. Arfise.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin’s Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>.

Feijó, J. R., França, J. M. S. de, & Neto, V. R. de P. (2022). Desempenho dos estudantes ao final do ensino médio : Mensurando a influência direta e indireta da educação dos pais. *Revista Brasileira de Economia*, 76(1), 30–56. <https://doi.org/10.5935/0034-7140.20220003>.

Fernandes, I. M. B., Pires, D. M., & Delgado-Iglesias, J. (2018). Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(4), 875–890. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040005>.

Freinet, C. (1969). *Técnicas Freinet de la escuela moderna* (S. A. Siglo XXI Editores (ed.); 1ª). Editorial Estamoa.

Freire, P. (1921). A importância do ato de ler: em três artigos que se completam. Cortez.

Freire, P. (1988). A importância do ato de ler: em três artigos que se completam. Cortez.

Freire, P. (1996). Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. Paz e Terra.

Freire, P. (2015). Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa. Paz e Terra.

Galvão, I. C. M., Spazziani, M. de L., & Monteiro, I. C. de C. (2018). Argumentação de alunos da primeira série do Ensino Médio sobre o tema “Energia”: discussões numa perspectiva de Educação Ambiental. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(4), 979–991. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040011>.

Gewandsznajer, F., & Pacca, H. (2019). Teláris ciências, 6º ano: ensino fundamental, anos finais (3ª). Ática.

Giorgi, C. A. G., Militão, S. C. N., Militão, A. N., Perboni, F., Ramos, R. C., Lima, V. M. M., & Leite, Y. U. F. (2014). Uma proposta de aperfeiçoamento do PNLD como política pública: O livro didático como capital cultural do aluno/família. *Ensaio*, 22(85), 1027–1056. <https://doi.org/10.1590/s0104-40362014000400008>.

Gomes, A. S. A., & Almeida, A. C. P. C. de. (2016). Letramento científico e consciência metacognitiva de grupos de professores em formação inicial e continuada: um estudo exploratório. *Amazônia: Revista de Educação Em Ciências e Matemáticas*, 12(24), 53. <https://doi.org/10.18542/amazrecm.v12i24.3442>.

Gomes, V., & Santos, A. C. (2018). Perspectivas da alfabetização e letramento científico no Brasil: levantamento bibliométrico e opinião de profissionais da educação do ensino fundamental I. *Scientia Plena*, 14(5), 1–18. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2018.052701>.

Gramowski, V. B., Delizoicov, N. C., & Maestrelli, S. R. P. (2017). O PNLD e os guias dos livros didáticos de ciências (1999 - 2014): Uma análise possível. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)*, 19(0), 1–18. <https://doi.org/10.1590/1983-21172017190110>.

Greszczyszyn, M. C. C., Monteiro, E. L., & Camargo Filho, P. S. (2018). Determinação do nível de alfabetização científica de estudantes da etapa final do ensino médio e etapa inicial do ensino superior. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 11(1), 192–208. <https://doi.org/10.3895/rbect.v11n1.5631>.

Hodson, D. (2018). Realçando o papel da ética e da política na educação científica: Algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In *Questões sociocientíficas fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 27–58). EDUFBA.

- Hummel, C. (1988). *School Textbooks and Lifelong Education: An Analysis of Schoolbooks from Three Countries. UIE Monographs 12*. Unesco Institute for Education.
http://search.proquest.com/docview/62944173?accountid=14548%5Chttp://metadata.lib.hku.hk/hku?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:book&genre=unknown&sid=ProQ:ERIC&atitle=&title=School+Textbooks+and+Lifelong+Education%3A+An+Analysis+of+Sch.
- Hwang, A., Higgins, E., & Pomplun, M. (2007). How chromaticity guides visual search in real-world scenes. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*.
- IBGE (2024). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Em 2023, pobreza no país cai ao menor nível desde 2012. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/42043-em-2023-pobreza-no-pais-cai-ao-menor-nivel-desde-2012>.
- Indursky, F. (2012). Discurso, língua e ensino. In D. TFOUNI, L. V.; MONTE-SERRAT & P. M.; CHIARETTI (Eds.), *A análise do discurso e suas interfaces* (pp. 327–340). Editora Pedro e João.
<https://doi.org/10.29327/214648.9.32-17>.
- Indursky, F. (2019). Leitura, Escrita e Ensino à luz da análise do discurso. In *Presenças de Michel Pêcheux da análise do discurso ao ensino* (pp. 97–120). Mercado de Letras.
- Indursky, F., & Rodrigues, A. (2020). Entrevista com Freda Indursky. *Pensares Em Revista*, 17.
<https://doi.org/10.12957/pr.2020.47301>.
- INEP, I. N. de E. e P. E. A. T. (2018). Relatório Brasil no PISA 2018. *Ministério Da Educação*, 53(9), 1689–1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Kasemsap, K. (2015). Flipped Classroom. *Counselor Education & Supervision*, 54, 141–152.
<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2399-4.ch013>.
- Kleiman, A. (1995). Modelos de letramento e as práticas de alfabetização na escola. In *Os significados do letramento: uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita*. (pp. 15–61). Mercado das Letras.
- Krug, F. S. (2015). A importância da leitura na formação do leitor. *Revista de Educação Do IDEAU*, 10(22), 0–13.
- Kugler, A. J., Gogineni, H. P., & Garavalia, L. S. (2019). Learning outcomes and student preferences with flipped vs lecture/case teaching model in a block curriculum. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 83(8), 1759–1766. <https://doi.org/10.5688/ajpe7044>.
- Kulesza, W. A. (1992). Comenius: a persistência da utopia em educação. Editora da Unicamp.
- Lajolo, M., & Zilberman, R. (1999). *A formação da Leitura no Brasil*. Ática.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data Data for Categorical of Observer Agreement The Measurement. *Biometrics*, 33(1), 159–174.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2529310>.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94.

[https://doi.org/https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C).

Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. (1996). Construção de um testes de alfabetização científica básica baseado em metas de alfabetização selecionadas e recomendadas pela Associação Americana para o Avanço da Ciência. *Compreensão Pública Da Ciência*, 5(4), 331–359. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/0963-6625/5/4/003>.

Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. (1999). Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education: A baseline survey. *South African Journal of Science*, 95(10), 427–432.

https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/AJA00382353_8999.

Leandro, M. L. C. R., & Pacífico, S. M. R. (2019). Da fôrma-leitor para a função-leitor: a autonomia na produção poética dos sujeitos-alunos. *Revista Iluminart*, 17, 8–23.

<http://revistailuminart.ti.srt.ifsp.edu.br/index.php/iluminart%0ADa>.

Lorenzetti, L., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *ENSAIO – Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 03(1), 37–50. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030104>.

Lourenço, A. A., & Paiva, M. O. A. De. (2010). A motivação escolar e o processo de aprendizagem. *Ciências & Cognição*, 15(2), 132–141. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-402>.

Lunzer, E., & Gerdner, K. (1979). *The effective use of reading*. Heinemann Educational Books for the Schools Council.

Mamede, M., & Zimmermann, E. (2005). Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. *Enseñanza de Las Ciencias, Extra*, 1–4.

https://doi.org/https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp320letcie.pdf

Melo, M. S., & Paraguaçu, F. (2021). Uma revisão de literatura sobre o uso das analogias no ensino de Ciência e Matemática. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(4), 1–19. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n4a35>.

Mendes, J., & Reis, P. (2012). A promoção da literacia científica no ensino da física. *Nuances: Estudos Sobre Educação*, 22(23), 16–36. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14572/nuances.v22i23.1748>.

Menegaz, J. do C., Dias, G. A. R., Trindade, R. F. S., Leal, S. N., & Martins, N. K. A. (2018). Flipped Classroom in teaching nursing management: experience report. *Escola Anna Nery*, 22(3), 1–7. <https://doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2017-0312>.

Miller, J. (1983). Scientific literacy: a conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112, 29–48.

<https://www.jstor.org/stable/20024852>.

Moraes, D. D. C. D. de. (2018). Livro didático e cultura da impressão. *Educação e Pesquisa*, 44(e175373), 1–22.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844xxxx>.

Moran, K., & Milsom, A. (2015). The flipped classroom in counselor education. *Counselor Education and Supervision*, 54(1), 32–43. <https://doi.org/10.1002/j.1556-6978.2015.00068.x>.

Moreira, M. A. (2012). ¿Qué es un aprendizaje significativo? *Revista Qurrículum*, 25, 29–56.

https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/10652/Q_25_%282012%29_02.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

Mortimer, E. F., & Machado, A. H. (1996). A Linguagem em uma Aula de Ciências. *Presença Pedagógica*, 2(11), 49–57.

Munakata, K. (2016). Livro didático como indício da cultura escolar. *Historia Da Educacao*, 20(50), 119–138.

<https://doi.org/10.1590/2236-3459/624037>.

Murcia, K., & Schibeci, R. (1999). Primary student teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1123–1140. <https://doi.org/10.1080/095006999290101>.

Nascimento-Schulze, C. M. (2006). Um estudo sobre alfabetização científica com jovens catarinenses. *Psicologia: Teoria e Prática*, 8(1), 95–117.

Nogueira, J. R., & Duarte, J. B. (2019). Aprendizagem significativa no ensino da Física no secundário : Abordagem numa investigação-acção. *III Enjie - Encontro Nacional de Jovens Investigadores Em Educação*.

Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How Literacy in Its Fundamental Sense Is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240. <https://doi.org/10.1002/sce.10066>.

Nóvoa, A. (2022). Formação de professores e trabalho pedagógico. Educa.

Nunes-neto, N., & El-hani, C. N. (2020). Dimensões dos conteúdos mobilizados por estudantes de biologia na argumentação sobre antibióticos e saúde 1. *Educação e Pesquisa*, 46, 1–22.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046223593>.

Nunes, G. C., & Luz, M. A. C. A. (2016). Investigação participativa como processo de melhoria da práxis docente. *Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, 10(30), 376–382.

<https://doi.org/https://doi.org/10.14295/online.v10i30.444>.

Oliveira, V. M., Locatelli, S. W., & Sato, J. R. (2021). Influência das cores no contexto educacional de Ciências e Matemática: uma revisão de literatura sobre a utilização de eye-tracking. *Amazônia: Revista de Educação Em Ciências e Matemáticas*, 17(38), 244. <https://doi.org/10.18542/amazrecm.v17i38.9552>.

Orlandi, E. (2007). Autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico (5ª). Pontes Editores.

Orlandi, E. P. (2004). Interpretacao - Autoria, Leitura e Efeitos do Trabalho Simbólico (4ª). Pontes.

Orlandi, E. P. (2015). Paráfrase e polissemia: a fluidez nos limites do simbólico. *Rua*, 4(1), 9–19.

<https://doi.org/https://doi.org/10.20396/rua.v4i1.8640626>.

Orlandi, E. P. (2020). Análise de discurso: princípios e procedimentos (13th ed.). Pontes.4

Osborne, Jonathan. (2009). Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación. *Educación química*, 20(2), 156-165. Recuperado en 10 de febrero de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000200009&lng=es&tlng=es

Osborne, Jonathan & Pimentel, Daniel. (2023). Science education in an age of misinformation. *Science Education*. 107. 10.1002/sce.21790.

Ossenbach, G. (2010). Manuales escolares y patrimonio histórico-educativo. *Educatio Siglo XXI*, 28(2), 115–132. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/111991>.

Ota, I. A. da S., & Melo, E. M. de. (2015). O livro didático: uma capa de convencimento e sedução – um olhar sob a perspectiva da semiótica francesa. *Revista Linguística*, 5(2). <https://doaj.org/article/328b045e51964164b0a107833669b772>.

Özdem, Y., Çavaş, P., Çavaş, B., & Ertepinar, J. Ç. H. (2006). An investigation of elementary students' scientific literacy levels. *Journal of Baltic Science Education*, 9(1), 6–20.

Pavanelo, E., & Lima, R. (2017). Sala de aula invertida: A análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, 31(58), 739–759. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n58a11>.

Pêcheux, M. (2008). O discurso: estrutura ou acontecimento (5ª). Pontes.

Pfeiffer, C. C. (1995). *Que autor é este?* Universidade Estadual de Campinas.

Pinheiro, R. S. G., & Soares, M. H. F. B. (2022). Colaboração educativa: uma proposta metodológica para ensino e pesquisa baseados na robótica pedagógica, epistemologia genética e educação libertadora. *Ciência & Educação (Bauru)*, 28, 1–17. <https://doi.org/10.1590/1516-731320220027>.

PISA (2022). *Relatório PISA 2022*. <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>

Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 29(5), 489–497. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/nur.20147>.

Priberam. (n.d.). *Dicionário Priberam da língua portuguesa*. Recuperado em 12 de fevereiro de 2024 de <https://dicionario.priberam.org/>.

Quivy, R., & Campenhoudt, L. Van. (1998). *Manual de investigação em ciências sociais*. Gravida.

Raber, D. D. A., Maria, A., Grisa, C., & SchmitzBooth, I. A. (2017). Aprendizagem significativa no ensino de ciências: Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa sobre energia e ligações químicas. *Aprendizagem Significativa Em Revista*, 7(2), 64–85. <http://if.ufrgs.br/asr/?go=artigos&idEdicao=25>.

Rivas, M. I. E., Moço, M. C. de C., & Junqueira, H. (2017). Avaliação do nível de alfabetização científica de estudantes de biologia. *Revista Acadêmica Licenciatura&aturas*, 5(2), 58–65. <https://doi.org/10.55602/rlic.v5i2.158>

Rodrigues, A., Moraes, M. A. D. O., & Domingues, M. V. (2020). O impacto da Análise do Discurso em práticas de ensino: Experiências com leitura e escrita na escola. *Pensares Em Revista*, 17. <https://doi.org/10.12957/pr.2020.47375>.

Rodrigues, P. C., Cardoso, R. D., & Gonzaga, S. R. E. (2020). Reading practices in textbook: The lack of reading pleasure in the formation of the reader. *Acta Scientiarum Language and Culture*, 42(2).
<https://doi.org/10.4025/actascilangcult.v42i2.52754>

Rodríguez, J. R., & Seoane, D. Á. (2017). La recherche sur des manuels scolaires et le matériel pédagogique. *Revista Lusófona de Educaçao*, 36(36), 9–24. <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle36.01>.

Rosa, M. D., & Mohr, A. (2016). Seleção e uso do livro didático: Um estudo com professores de ciências na rede de ensino municipal de Florianópolis. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)*, 18(3), 97–115.
<https://doi.org/10.1590/1983-21172016180305>.

Santana, S. de L. C., Pessano, E. F. C., Escoto, D. F., Pereira, G. da C., Gularte, C. A. O., & Folmer, V. (2019). O ensino de ciências e os laboratórios escolares no Ensino Fundamental. *VITTALLE - Revista de Ciências Da Saúde*, 31(1), 15–26. <https://doi.org/10.14295/vittalle.v31i1.8310>.

Santos, Angelo, J. A. C., & Silva, J. Q. (2020). Letramento científico na perspectiva biológica: Um estudo sobre práticas docentes e educação cidadã. *Revistas.Educacioneditora.Net*, 19(2), 474–496.
<https://doi.org/http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/341>.

Santos, W. L. P. dos. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474–492. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782007000300007>.

Santos, W. L. P. dos, & Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(1), 95–111. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132001000100007>.

Saraiva, F., Vasconcelos, A., Lima, J., & Sampaio, C. (2017). Atividade Experimental como Proposta de Formação de Aprendizagem Significativa no Tópico de Estudo de Soluções no Ensino Médio. *Revista Thema*, 14(2), 194–208.
<https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.194-208.424>.

Sasseron, L. H. (2008). Alfabetização Científica no Ensino Fundamental : Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. *Tese de Doutorado, November 2008*, 265. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23816.32001>.

Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização Científica, Ensino Por Investigação E Argumentação: Relações Entre Ciências Da Natureza E Escola. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)*, 17(spe), 49–67.
<https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. de. (2013). Ações E Indicadores Da Construção Do Argumento Em Aula De Ciências. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)*, 15(2), 169–189.
<https://doi.org/10.1590/1983-21172013150211>.

Scheiter, K., & Eiter, A. (2015). Signals foster multimedia learning by supporting integration of highlighted text and diagram elements. *Learning and Instruction*, 36, 11–26..

Seabra, M., Franco, A., & Vieira, R. M. (2019). Estratégias didático-pedagógicas para inovar no ensino das ciências: Desconstruindo concepções alternativas de ciências. *Interacções*, 108(50), 92–108.
<https://doi.org/https://doi.org/10.25755/int.18791>.

Shen, B. (1975). Science literacy. *American Scientist Research Triangle Park*, 63(3), 265–268.

<https://doi.org/10.4135/9781412959216.n246>.

Silva, A. R. M. da. (2019). Ana Raquel Martins da Silva Efeito da educação dos pais no desempenho escolar dos filhos Dissertação de Mestrado em Economia. Universidade do Minho.

Silva, H. F. da, & Carvalho, A. B. G. P. de. (2017). Letramento Científico Nas Aulas De Física: Um Desafio Para O Ensino Médio. *Redin - Revista Educacional Interdisciplinar*, 6(1), 1–11.

<http://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/625/481>.

Silva, J. T. da, & Silva, I. M. da. (2019). A aprendizagem baseada em problemas no ensino da educação básica: Uma revisão sistemática. *Conedu - VI Congresso Nacional de Educação*.

Silva, H. F., & Carvalho, A. B. G. P. (2017). Letramento Científico nas aulas de física: Um desafio para ensino médio. *Revista Redin*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/http://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/625/481>.

Silva, M. A. (2012). A fetichização do livro didático no Brasil. *Educação & Realidade*, 37(3), 803–821.

<https://doi.org/10.1590/s2175-62362012000300006>.

Silveira, D. F., & Teixeira, M. do R. F. (2020). Quanto custa o Livro Didático? Uma análise a partir do Portal da transparência do FNDE/MEC. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 16(35), 1–21.

<https://doi.org/10.21713/rbpg.v16i35.1713>.

Soares, M. (2009). *Letramento: um tema em três gêneros*. Revista Brasileira de Educação.

Souza, L. H. P. de, & Rego, S. C. R. (2018). Imagens em livros didáticos de ciências e as orientações do programa nacional do livro didático. *Ensaaios Pedagógicos*, 2(3), 132–149.

<https://www.ensaiospedagogicos.ufscar.br/index.php/ENP/article/view/104/130>.

Suisso, C., & Galieta, T. (2015). Relações entre leitura , escrita e alfabetização / letramento científico : um levantamento bibliográfico em periódicos nacionais da área de ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 991–1009.

<https://doi.org/10.1590/1516-731320150040013>.

Teixeira, R. L. P., Silva, P. C. D., & Brito, M. L. de A. (2019). Aplicabilidade de metodologias ativas de aprendizagem baseada em problemas em cursos de graduação em engenharia. *Revista Humanidades e Inovação*, 6(8), 139–147.

Tórrez, N. M. (2021). Picture perfect: ELT textbook images and communicative competence development. *IARTEM E-Journal*, 12(2), 1–20. <https://doi.org/10.21344/iartem.v12i2.633>.

Toulmin, S. E. (2006). *O uso dos argumentos*. Martins Fontes.

UNESCO. (2023). Resumo do Relatório de Monitoramento Global da Educação 2023: Tecnologia na educação: Uma ferramenta a serviço de quem? Unesco. <https://doi.org/10.54676/cuyc7902>.

van Leeuwen, T. (2006). Towards a semiotics of typography. *Information Design Journal*, 14(2), 139–155. <https://doi.org/https://doi.org/10.1075/idj.14.2.06lee>.

Vizzotto, P. A. (2019). A proficiência científica de egressos do ensino médio ao utilizar a física para interpretar o cotidiano do trânsito [UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL]. In *Acta Botanica Brasilica*. <https://doi.org/10.1590/s0102-33061996000200017>.

Vizzotto, P. A., & Mackedanz, L. F. (2018). Teste de alfabetização científica básica: Processo de redução e validação do instrumento na língua portuguesa. *Revista Prática Docente*, 3(2), 575–594. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2018.v3.n2.p575-594.id251>.

Vizzotto, P. A., & Pino, J. C. D. (2020). O uso do Teste de Alfabetização Científica Básica no Brasil: Uma revisão da literatura. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)*, 22, 1–24. <https://doi.org/10.1590/1983-21172020210116>.

Vizzotto, P. A., Rosa, L. S. da, Duarte, V. de M., & Mackedanz, L. F. (2020). The use of Test of Basic Scientific Literacy in elementary school students: measurement reliability analysis in this group. *Research, Society and Development*, 9(3), e79932447. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2447>.

Yin, R. K. (2005). *Introducing the world of education. A case study reader*. Sage.

ANEXOS

Anexo I - Termo de consentimento livre e esclarecido

Título da Pesquisa: Ressignificar os manuais escolares com metodologia ativa: Uma alternativa ao letramento científico e à falta de tecnologias

Nome do Pesquisador Principal: Werner Bessa Vieira – Telefone: 98404877

Nome do Orientador: Dr. José Bernardino Duarte

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias – ULHT

Estudante: _____

Responsável legal: _____

Telefones contato: (____) _____ - (____) _____

Natureza da pesquisa: A Sra. (Sr.) está sendo convidada (o) a participar desta pesquisa que tem como finalidade verificar a eficácia da aplicação de uma proposta metodológica baseada na sala de aula invertida e em aprendizagem baseado em problemas para estudantes do 1.º ano do ensino médio com vistas ao letramento científico.

Participantes da pesquisa: A população alvo da pesquisa serão estudantes do 1.º ano do Ensino Médio. O tempo de pesquisa é de três meses.

Envolvimento na pesquisa: ao participar deste estudo a Sra. (Sr) permitirá que o estudante seja submetido a uma metodologia de aprendizagem em que os estudantes terão que fazer leitura individualizada, compartilhamento de informações em grupos, apresentação oral individualizada e resolução de questões de natureza sociocientífica (propor soluções para uma questão relacionada ao meio ambiente). A Sra. (sr.) tem a liberdade de recusar a participação do filho(a) e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo ao estudante. Lembro que trabalho que será desenvolvido preparará seu filho(a) para os vestibulares/PAS, vez que os conteúdos a serem trabalhados são os mesmos exigidos nessas avaliações. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.

Riscos e desconforto: a participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Poderá ocorrer algum desconforto gerado durante a pesquisa que está relacionado ao fato de haver a necessidade de fazer apresentação oral do que foi aprendido em sala. Mas esse é também uma habilidade que seu filho(a) devem desenvolver na escola. Esta apresentação é importante para se analisar os argumentos dos estudantes. No entanto, caso o estudante sinta algum desconforto este será substituído por outro do mesmo grupo de estudos, não havendo qualquer prejuízo para o estudante, seu aprendizado ou para a pesquisa. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos

conforme Resolução n.º. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.

Confidencialidade: todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e o orientador terão conhecimento dos dados. Para a escrita da tese serão usados outros nomes no lugar dos nomes reais, a fim de garantir maior confidencialidade aos participantes. Não haverá filmagens ou fotografias dos estudantes sendo apenas coletados áudios que serão eventualmente usados pelo pesquisador para análise de autoria e qualidade dos argumentos dos alunos.

Benefícios: ao participar desta pesquisa o estudante terá como benefício direto a oportunidade de aprender por meio de uma metodologia que estimula sua autonomia. Além do mais, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre a influência das metodologias ativas e do livro didático de Biologia no Letramento Científico dos estudantes, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa servir como alternativa para um aprendizado mais eficiente de ciências e preparação para os vestibulares e para isso o pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos.

Pagamento: O responsável e estudante não terão nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Obs.: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito, podendo entrar em contato com o pesquisador/professor no telefone fornecido acima.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento como responsável legal pelo meu filho(a) e o(a) autorizo a participar da pesquisa. Declaro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a realização da pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Comitê de Ética em Pesquisa:

Anexo II - Questão sociocientífica – aspectos socioambientais do uso de agrotóxicos

Aspectos socioambientais do uso de agrotóxicos

Esta semana, nas proximidades do município de Cruz das Almas, Bahia, na comunidade rural de Sapezinho do Bom Gosto, João Batista, após sair da sua plantação no quintal da casa, sentiu-se mal. João Batista foi encontrado desmaiado pela sua esposa, Maria, e pelo seu filho mais velho, Felipe. Maria percebeu que, ao lado do seu marido, havia embalagens de veneno que de vez em quando ele utilizava na plantação – o glifosato Roundup. Após passar dois meses em coma, o agricultor apresentou problemas associados à fala e à locomoção, impossibilitando-o de trabalhar na plantação. Segundo Felipe, seu pai desmatou uma grande área de terra onde planta somente laranja e, a cada ano, vê o solo ficando mais pobre e precisando de adubos e agrotóxicos. Maria, que se vê em uma situação difícil, uma vez que não sabe como vai trabalhar sozinha na plantação, desabafa:

- Maria: João vinha comprando os produtos na mão do vendedor desde 1990, porque se não comprasse não ganharia o dinheiro que o governo empresta para seguir com a lavoura e, em troca, ele ainda ganhava as sementes; além disso, os meninos ainda eram pequenos e não podiam ajudar João. Tem o Felipe, mas ele quer estudar na cidade.

- Felipe: meu pai aplicava o remédio sozinho. Não queria deixar de usar ele, porque conseguia dar conta da tarefa em pouco tempo. Além disso, não tem mais pessoas para fazer esse tipo de trabalho aqui na roça; os jovens estão indo procurar outras formas de viver na cidade.

- Maria: o homem do campo não tem mais valor. O trator e o remédio substituem nosso trabalho em dois tempos. Eu não sei o que fazer para continuar alimentando meus filhos. Cuidar da plantação é o único meio que a gente tinha para sobreviver.

- Felipe: mãe, o que vai ser de você e do meu irmão? Temos que voltar a produzir como antes, sem o veneno. Mas não se preocupa, estou entrando na faculdade e espero voltar com a solução para acabar com o uso desse tal de agrotóxico e saber por que ele é tão presente hoje na agricultura.

Ao entrar em um curso de Agroecologia, Felipe começa a buscar informações e decide montar um grupo de estudos na associação da comunidade para compreender melhor o assunto, juntamente com os moradores locais, bem como com os jovens da escola. E as primeiras perguntas a serem levantadas foram: que fatores têm contribuído para o uso intensivo de agrotóxicos? Existem formas alternativas de combater pragas e doenças? O que podemos fazer para eliminar os agrotóxicos das plantações?

Questão 3 - Qual é o nome mais apropriado para se referir aos agrotóxicos: veneno ou remédio? Por quê?

Questão 5 - Quais são os possíveis benefícios e malefícios trazidos pelo uso dos agrotóxicos (para os diferentes atores sociais, outros animais e o ambiente, em geral)?

Questão 9 - Você considera o uso indiscriminado de produtos que fazem mal ao ser humano, na produção de alimentos, um problema moral e ético?

Questão 11 - Como os agrotóxicos podem interferir nas cadeias alimentares?

Questão 13 - Você concorda com a ideia de que o uso de agrotóxicos é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade?

Questão 19 - O que significa o valor do homem do campo, segundo Maria?

Questão 22 - O que você e seus colegas podem fazer para alertar sua família, sua comunidade e colegas da escola sobre os perigos do uso de agrotóxicos e seus desdobramentos socioambientais e ideológicos na sociedade e no meio ambiente?

Anexo III Questão sociocientífica – O Envenenamento das abelhas

O envenenamento das abelhas

Imagine que seu tio é um apicultor e tem enfrentado problemas em relação ao seu vizinho que cultiva maçãs e usa um agrotóxico neonicotinoide. Seu tio lhe diz:

Minhas abelhas estão morrendo envenenadas! Meu vizinho diz que está usando o agrotóxico seguindo as instruções e que o SINDIVEG (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal) afirma que não há estudos conclusivos sobre a influência dos agrotóxicos na saúde das abelhas. O que você sabe sobre isso?

Você, sabendo que as abelhas contribuem com o aumento da produtividade de mais 70% dos cultivos agrícolas, decide fazer uma investigação:

Eu e meus colegas vamos ver o que podemos fazer para lhe ajudar.

Seu tio lhe responde:

Muito obrigado! O que eu preciso saber é: se minhas abelhas estão, de fato, sendo prejudicadas pelo veneno do vizinho; se eu posso fazer algo para evitar a intoxicação de minhas abelhas; se eu posso dizer algo para que meu vizinho deixe de usar agrotóxicos em sua plantação. Além disso, os insetos e as flores estão trabalhando juntos há milênios e não é certo interferir com tanto veneno.

Quando você expõe o caso do seu tio ao seu grupo, seu amigo Paulo duvida da redução das abelhas:

Será que as abelhas estão mesmo desaparecendo? As lixeiras estão sempre cheias de abelhas!

Sua amiga Júlia, que já conhecia alguns polinizadores de plantas produtoras de frutos de interesse comercial, diz:

Mesmo que não estivessem morrendo, temos que preservar as abelhas! Esse vizinho não sabe que as maçãs dele dependem dos polinizadores das redondezas?

Você responde:

Talvez ele esteja apostando em outras formas de polinização... Mas, até onde eu sei, com as abelhas, a qualidade do fruto é melhor, e aí o preço final pode ser maior.

Sua amiga Fernanda retruca:

Que o preço das frutas e dos legumes tem aumentado, isso tem. Mas será que as abelhas têm algo a ver com isso?

Finalmente, Paulo completa:

Mas o mercado sempre está cheio de frutas e legumes (tanto em variedade quanto em quantidade). Os produtos chegam a estragar nas prateleiras! Como isso é possível?

Nota: elaborado pelos autores com base em Conrado et. al. (2015).

Q5. Sobre o comentário de Julia, como a diversidade e a abundância de polinizadores podem afetar a produtividade em diversas culturas?

Q7. Quais as principais ações antrópicas sobre o ambiente que podem levar a redução de polinizadores? Justifique.

Q12. Como os agrotóxicos podem afetar a sobrevivência das abelhas e a qualidade de vida humana?

Q16. Sobre o comentário *Mesmo que não estivessem morrendo, temos que preservar as abelhas!* Quais os principais motivos (e com base em que valores) para ações de preservação ou conservação ambiental?

Q17. Quais os significados socioecológicos e económico da disponibilidade continua e abundante de frutas e legumes nos grandes centros urbanos?

Q19. Que estratégias sua equipe adotará para ajudar a resolver o problema de seu tio?

Anexo IV - O Teste de Alfabetização Científica Básica Simplificado (TACB-S)

As perguntas a seguir estão na forma de afirmações. Por favor, leia cuidadosamente cada frase e assinale se a afirmação é verdadeira (V), falsa (F), ou se você realmente não souber a resposta, assinale (?). Eixo 1, eixo 2, eixo 3.

F	A Terra é tão antiga quanto o universo.
F	A luz da estrela mais próxima ao nosso sol leva apenas alguns minutos para chegar até nós.
V	A maioria do nosso conhecimento sobre o universo advém da observação de fatias muito pequenas do espaço e pequenos intervalos de tempo.
V	Cedo ou tarde, a validade das afirmações científicas é comprovada através da observação de fenômenos.
F	Os cientistas discordam sobre os princípios de raciocínio lógico que conectam as evidências com as conclusões.
F	O processo de propor e testar hipóteses não é uma das principais atividades dos cientistas.
F	Os cientistas tentam dar sentido aos fenômenos dando explicações para eles. Essas explicações raramente usam princípios científicos atualmente aceitos.
V	As teorias científicas devem explicar observações adicionais que não foram utilizadas no desenvolvimento das teorias anteriores.
V	Os cientistas tentam identificar possíveis vieses no trabalho de outros cientistas.
V	Ao levar a cabo uma investigação, nenhum cientista deve sentir que ele / ela deve chegar a um determinado resultado.
F	A disseminação da informação científica não é importante para o progresso da ciência.
F	Os campos científicos como a química e a biologia possuem limites ou fronteiras.
V	Ética científica (ou seja, sistema de moral) está preocupada, entre outras coisas, com os possíveis efeitos nocivos da aplicação dos resultados da investigação.
F	Os biólogos classificam os organismos em grupos e subgrupos. Isso é feito de uma forma que não está relacionada com a estrutura e o comportamento dos organismos.
F	Ao obter a energia e a matéria necessárias para a vida, os seres humanos são independentes das teias alimentares.
V	Cada gene é uma sequência específica da molécula de DNA.
V	Muitas das funções básicas de organismos, tais como a extração de energia a partir de nutrientes, são realizadas ao nível da célula.
F	A informação genética codificada em moléculas de DNA não desempenha nenhum papel na montagem de moléculas de proteína.
V	Os processos químicos na célula são controlados de dentro e de fora da célula.
V	A interdependência dos organismos em um ecossistema muitas vezes resulta em um sistema quase estável durante longos períodos de tempo.
V	Os ecossistemas sofrem alterações quando diferentes espécies aparecem.

F	Os organismos vivos não compartilham com outros sistemas naturais os mesmos princípios de conservação de matéria e energia.
F	Apenas uma pequena parte da vida na Terra é mantida por transformações de energia a partir do sol.
V	Os elementos que compõem as moléculas dos seres vivos são continuamente reciclados.
V	O carvão e o petróleo foram formados há milhões de anos.
V	A seleção natural costuma resultar em organismos com características bem adaptadas para sobrevivência em ambientes específicos.
F	Novos instrumentos e técnicas que estão sendo desenvolvidos através da tecnologia pouco contribuem para a pesquisa científica.
F	A tecnologia apenas fornece ferramentas para a ciência, raramente fornece motivação e direção para as pesquisas.
V	Os efeitos de uma grande quantidade de objetos relativamente simples (por exemplo, fogões solares) podem ser individualmente pequenos. No entanto, estes efeitos podem ser significativos, coletivamente.
F	Apesar da grande complexidade dos sistemas tecnológicos modernos, todos os efeitos colaterais de novos projetos tecnológicos são previsíveis.
V	Não importa quais precauções sejam tomadas ou quanto dinheiro é investido. Qualquer sistema tecnológico pode falhar.
F	As forças sociais e econômicas dentro de um país têm pouca influência sobre quais tecnologias serão desenvolvidas dentro desse país.
F	A tecnologia teve pouca influência sobre a natureza da sociedade humana.
V	O efeito gerado pelas decisões de um grande número de indivíduos distintos pode influenciar na utilização de tecnologia em larga escala, tanto quanto a pressão realizada pelos governos.
V	A forma como os átomos se conecta é determinada pela disposição dos elétrons no exterior de cada átomo.
F	No universo, a energia só aparece em um formato.
F	Arranjos de átomos em moléculas não estão relacionados com os diferentes níveis de energia das moléculas.
V	As forças eletromagnéticas que atuam entre os átomos são muito mais fortes do que as forças gravitacionais que atuam entre eles.
F	Na maioria dos aspectos biológicos, os seres humanos são diferentes de outros organismos vivos.
V	O sistema imunológico desempenha um papel importante na autoproteção dos animais em relação às doenças.
V	Muito do aprendizado parece ocorrer através da interação de um novo pedaço de informação com um pedaço de informação já existente.
F	A boa saúde independe do esforço coletivo das pessoas de tomar medidas para manter seu ar, solo e água preservados.
F	Os genes anormais jamais afetam o modo de funcionamento das partes do corpo humano, nem dos seus sistemas.
F	Uma boa saúde mental não está relacionada com a interação dos aspectos psicológicos, biológicos, fisiológicos, sociais e culturais.
V	As anomalias biológicas podem causar alguns tipos de perturbações psicológicas graves.

Anexo V - Teste do Perfil do ensino de ciências (PEC)

Sobre as aulas CIÊNCIAS DA NATUREZA que você teve durante o Ensino Fundamental II (6.º ano ao 9.º ano), assinale cada questão a opção que melhor representa a sua opinião.

Marque 0 para nunca.

Marque 1 para quase nunca.

Marque 2 para algumas vezes.

Marque 3 para quase sempre.

Marque 4 para sempre.

0	1	2	3	4		
					1	Depois de fazer provas ou atividades de Ciências (Biologia, Física e Química) o(a) professor(a) fazia a correção das questões em sala de aula?
					2	Os assuntos desenvolvidos pelo professor(a) de Ciências no ensino fundamental lhe motivava ao ponto de querer aprender mais sobre os assuntos?
					3	Durante as aulas de Ciências havia uma maior preocupação em decorar palavras ou termos comuns da ciência do que buscar seus significados?
					4	Após a conclusão do Ensino Fundamental você conseguia compreender os fenômenos físicos, químicos e biológicos presentes no seu cotidiano de forma mais completa. EXCLUIDO.
					5	Os(as) professores(as) iniciavam um novo assunto questionando o que os alunos já sabiam sobre o tema?
					6	Em sala de aula, existiam momentos para debates entre professor e alunos sobre temas relacionados com a ciência.
					7	Após ter aula sobre um novo conceito físico, químico ou biológico, no ensino fundamental, geralmente você conseguia observar tais fenômenos em situações do seu cotidiano?
					8	Ao ensinar um novo conteúdo, o(a) professor(a) de Ciências apresentava o contexto histórico do surgimento daquele conhecimento?
					9	As questões das provas de Ciências e exercícios eram consideradas apenas como certas ou erradas, ignorando ou desconsiderando o desenvolvimento da resolução da mesma.
					10	Nas aulas de Ciências havia a realização de atividades experimentais, nas quais os alunos participavam da realização dos experimentos.
					11	Os(as) professores(as) relacionavam os assuntos de Ciências com outras disciplinas escolares.
					12	Os(as) professores(as) de Ciências abordavam assuntos que tornavam a aula desmotivadora ou chata?

					13	A observação de fenômenos físicos, químicos ou biológicos ocorriam, por vezes, fora da sala de aula, em ambiente natural. EXCLUÍDO.
					14	Você percebia que os conceitos aprendidos nas aulas de Ciências eram esquecidos logo depois da prova?
					15	Os(as) professores(as) de Ciências estimulavam os alunos a buscarem ampliar seus conhecimentos através de pesquisas, vídeos, reportagens e simulações?
					16	O(a) professor(a) de Ciências apresentava algum material introdutório (textos científicos, reportagens, vídeos, filmes, simulações) antes de iniciar o estudo de um novo conceito, a fim de familiarizar os alunos com o tema.
					17	Os conteúdos de Ciências no Ensino Fundamental tinham pouca relação com situações do cotidiano.
					18	Os professores(as) de Ciências permitiam que o aluno apresentasse exemplos do seu cotidiano ligados ao assunto que estava sendo abordado?
					19	Ao ensinar um assunto novo, geralmente o(a) professor(a) abordava aspectos mais gerais do tema para posteriormente detalhar o conceito estudado?
					20	Durante as aulas de Ciências o(a) professor(a) valorizava as analogias (comparações) que os estudantes faziam?
					21	Os(as) professores(as) de Ciências usavam o espaço da escola ou outro ambiente para mostrar fenômenos físicos, químicos ou biológicos.
					22	Os(as) professores(as) pediam para que os alunos estudassem um determinado assunto antes de vir para a aula.
					23	Os professores(as) de Ciências faziam grupos em sala de aula para resolver problemas mais complexos sobre fenômenos físico, químicos ou biológicos.
					24	Quando o(a) professor(a) solicitava a leitura do livro didático você fazia a leitura de forma superficial (rápida, sem compromisso, sem aprofundamento)?

Anexo VI - Texto do livro didático direcionado ao estudante

APRESENTAÇÃO

Prezado estudante,

Este livro oferece a você atividades e textos destinados ao estudo introdutório das Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, bem como à compreensão de fenômenos, dispositivos e práticas que envolvem articulações interdisciplinares dessas ciências entre si e com as demais áreas do conhecimento. As atividades aqui propostas estão estruturadas de modo a possibilitar que você, estudante, debata com os colegas e apresente interpretações para fenômenos simples, importantes para o entendimento do universo científico.

A realização dos experimentos e das atividades práticas que compõem a obra em geral não requer equipamentos sofisticados e pode ser desenvolvida em sala de aula. O objetivo é promover uma integração entre teoria e prática, por meio de experimentos, observações e coleta e análise de dados, como forma de interrogar a natureza e gerar discussões sobre os fenômenos que nos cercam. Para que a interdisciplinaridade aconteça, é fundamental que você consiga entender esses fenômenos, as teorias e leis que buscam explicá-los e as várias formas de representá-los, do ponto de vista físico, químico e biológico. Essa compreensão se dá inicialmente dentro de cada um dos componentes curriculares, mas depois você poderá relacioná-los. Assim, a interdisciplinaridade quase sempre pressupõe que você tenha um conhecimento disciplinar para então perceber as relações entre os diversos conhecimentos.

A sua participação nas discussões é fundamental, pois aprender Ciências da Natureza é, de certa forma, aprender a dialogar com e sobre os campos de conhecimento que as compõem. Então, **não tenha medo de errar!** Ao expressar suas ideias e submeter suas opiniões à crítica construtiva dos colegas e do professor, você terá a oportunidade de aprimorar suas concepções sobre as Ciências e aproximar-se cada vez mais do universo científico. Afinal, a ciência evoluiu e continuará evoluindo a partir da discussão aberta de suas ideias. Conhecer os limites do conhecimento é fundamental para que a ciência siga em frente. Por isso, não há que temer os erros; é necessário aprender com eles e prosseguir em busca dos acertos, percebendo-os como uma etapa que faz parte do processo de aprendizagem.

Os autores.

Anexo VII - Objetivos do Livro didático evolução Biodiversidade e Sustentabilidade

OBJETIVOS

Ao longo deste volume, esperamos que você possa:

- analisar, comparar e discutir as principais teorias e modelos explicativos que fundamentam o pensamento biológico sobre a origem, a evolução e a manutenção das diversas formas de manifestação da vida no planeta;
- construir questões, elaborar hipóteses e formular conclusões com base em evidências e na interpretação de dados e/ou resultados de atividades experimentais diversas, envolvendo o estudo de diferentes fenômenos, como os mecanismos de variabilidade, hereditariedade e seleção natural;
- interpretar textos relacionados a diferentes temas abordados nos capítulos a fim de analisar seus argumentos e conclusões e avaliar criticamente a credibilidade das fontes consultadas;
- reconhecer, por meio da comparação de diferentes explicações científicas, que a construção de modelos e de teorias científicas é fruto de seu contexto histórico, cultural, social e político, e que, por isso, possui limitações explicativas;
- analisar e debater, com base em princípios éticos, legais e responsáveis, as aplicações do conhecimento científico em situações controversas, como a transgenia, a clonagem e os tratamentos com células-tronco;
- reconhecer e analisar as diferentes formas de manifestação da vida e as condições ambientais associadas aos eventos que ocorreram ao longo do tempo geológico e que possibilitaram a sua diversificação e dispersão no planeta, a fim de estabelecer relações de parentesco evolutivo entre os grupos de seres vivos;
- investigar, analisar e discutir a biodiversidade do planeta, de modo a refletir sobre a importância da adoção de hábitos e atitudes que promovam a sustentabilidade, bem como de políticas ambientais que visem à preservação e à conservação da biodiversidade e dos ecossistemas;
- analisar e discutir a evolução humana com base em princípios biológicos que promovam o respeito e a valorização da diversidade cultural e étnica.

Anexo VIII - Quadro de competências gerais da BNCC-EM

COMPETÊNCIAS	CARACTERÍSTICAS DA COMPETÊNCIA
1ª. CONHECIMENTO	Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2ª. PENSAMENTO CRÍTICO	Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
4ª. COMUNICAÇÃO	Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artísticas, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5ª. CULTURA DIGITAL	Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
7ª. ARGUMENTAÇÃO	Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8ª. AUTOCONHECIMENTO E AUTOCUIDADO	Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9ª. EMPATIA E COOPERAÇÃO	Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10ª. RESPONSABILIDADE E CIDADANIA	Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Nota. Adaptado da fonte original em Brasil (2017).

Anexo IX - Quadro de competências específicas da BNCC-EM trabalhadas no LD

2. ^a	Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do 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.
3. ^a	Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

Anexo X - Quadro das habilidades da BNCC-EM trabalhadas no LD

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.
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).
EM13CNT203	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).
EM13CNT206	Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
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.
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
EM13CNT302	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
EM13CNT304	Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
EM13CNT305	Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.

Anexo XI - Atividade experimental no capítulo 5 do LD Evolução, Biodiversidade e Sustentabilidade

ATIVIDADE 1

Analizando relações entre fatores bióticos e abióticos

INVESTIGAÇÃO

Nesta investigação, você e o grupo terão a oportunidade de compreender alguns mecanismos de manutenção da vida, tendo em vista a ação de fatores bióticos e abióticos.

MATERIAL

Dois tipos de planta: três mudas de planta do grupo 1 e três mudas de planta do grupo 2.
Sugestões de plantas do grupo 1: *Aglaonema*, *Calatheas*, clorófito, dragoeiro, lírio-da-paz, samambaia, violeta e begônia.
Sugestões de plantas do grupo 2: babosa, clúsia abaneiro, cacto, cheflera, dracena, jade, lambari, manjerição, suculentas, zamioculca.
Pás e regadores de planta.
Material para anotação.

Desafios para a sustentabilidade 133

O QUE FAZER

NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. A turma será dividida em dois grandes grupos: aqueles que deverão investigar uma espécie de planta do grupo 1 e aqueles que deverão investigar uma espécie de planta do grupo 2.
2. Os dois grupos serão divididos em três subgrupos. Cada subgrupo vai trabalhar com três mudas da planta escolhida.
3. Por fim, cada subgrupo deverá plantar as três mudas em um local com as seguintes características:
 - Subgrupo 1: sol pleno (luz solar direta e intensa na maior parte do dia).
 - Subgrupo 2: meia-sombra (ambiente claro que recebe luz solar de forma mais amena, em pelo menos um período do dia, seja de manhã, seja à tarde).
 - Subgrupo 3: sombra (ambiente claro, mas que não recebe iluminação direta do Sol em nenhum momento do dia).
4. O subgrupo do qual você faz parte deverá observar as três mudas ao longo das próximas três semanas. Cada muda receberá uma quantidade de água diferente:
 - Muda 1: regar três vezes por semana.
 - Muda 2: regar uma vez por semana.
 - Muda 3: não regar.
5. Observem as três mudas ao longo das semanas, cada qual em uma condição (três regas por semana, uma rega por semana e sem rega), mas no mesmo local (sol pleno, meia-sombra e sombra). Reproduzam o quadro 5.1 no caderno e preencham-no. Note que o quadro deverá ser preenchido com o que ocorreu em uma semana, ou seja, serão necessários três quadros, um para cada semana.

Nome da planta									
Semana:									
	Muda 1 (3 regas)			Muda 2 (1 rega)			Muda 3 (sem rega)		
	Sol pleno	Meia-sombra	Sombra	Sol pleno	Meia-sombra	Sombra	Sol pleno	Meia-sombra	Sombra
Número médio de folhas									
Número médio de brotos foliares									
Aspecto das folhas									
Cor das folhas									
Altura da muda									

Quadro 5.1 – Sugestão de quadro para acompanhar os resultados da observação das mudas.

REFLEXÃO

NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Caracterize o solo em que foram plantadas as mudas do grupo do qual você faz parte (use características como: coloração, presença de seres vivos, circulação de seres humanos, porosidade, textura, infiltração de água).
2. Elabore uma hipótese sobre o que deverá acontecer com cada uma das três mudas ao final das três semanas de observação.
3. Construa argumentos capazes de sustentar sua hipótese.

Anexo XII - Transcrições das gravações do Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de quarta-feira (GEEFAQ);

Link:

https://drive.google.com/file/d/1pkwhHvcyick2bLcZLaRrAOi6UdUtSx_J/view?usp=sharing

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Marie Curie – população é o conjunto de indivíduos da mesma espécie que vive em determinada região. É como se fosse uma comunidade, entendeu?

Comunidade é tipo populações diferentes.

Anna Atkins – Vocês entenderam o que?

Marie Curie – E biosfera é tudo que tem vida, qualquer lugar que tem vida é biosfera né.

Anna Atkins – Vocês entenderam o que ela está falando né?

Marie Curie – E comunidade são populações diferentes. E população eu expliquei só que expliquei mal. É a mesma espécie em um só local. Já as comunidades são diferentes.

Professor – Bem deixe me ver o que vocês entenderam aqui. Vocês irão continuar. Deixe me ver como vocês evoluíram.

Marie Curie – Eu entendi que população é quando em um lugar habitam a mesma espécie e comunidade é quando tem várias espécies não só a mesma.

Professor – Então essa sala aqui, se fizéssemos uma analogia ela seria uma população ou uma comunidade?

Marie Curie – Seria uma população.

Professor – Por que?

Marie Curie - Porque somos da mesma espécie.

Professor – Todos nós somos da mesma espécie. Sim. E se fossemos para uma floresta. Essa floresta seria...

Marie Curie, Anna Atkins, Ada Lovelace – Uma comunidade.

Professor – Porque teríamos espécies diferentes. O que mais?

Marie Curie – A biosfera é um conceito amplo, utilizado para definir todos os ambientes juntos. A não falei errado! A biosfera é um lugar que habita tudo que tem vida.

Professor – Mas a palavra bio junto com esfera quer dizer o que? O Planeta?

Anna Atkins – Para mim é sobre o que tem na Terra, sobre o local. Sobre como a gente vive.

Professor – e é exatamente. Você foi ao ponto. A biosfera é o planeta Terra cheio de vida, com suas populações, comunidades e ecossistemas. Tudo junto e misturado. Agora quando a gente fala assim: O planeta Marte. É uma biosfera?

Marie Curie, Anna Atkins, Ada Lovelace – Não.

Professor – É uma esfera.

Marie Curie - Mas não há vida.

Professor – Então não é biosfera. Você percebe que o prefixo bio tem a ver com vida. Por isso o termo biologia é a ciência que estuda a vida. E o que vocês entenderiam por ecologia?

Marie Curie – É um ramo para estudar fenômenos biológicos.

Lineu – Organismos das pessoas, seres vivos, bichos, animais.

Professor – Eu quero uma definição melhor falta Lineu um acompanhamento. Há outros ramos que estudam os seres vivos, exemplo zoologia.

Marie Curie - Estuda cada um dos seres vivos.

Professor – Como assim individualmente?

Marie Curie – Sim.

Professor – Não. Ele estuda no coletivo. Esse é o grande negócio. A ecologia estuda os seres vivos na sua coletividade e suas relações. A ecologia quer saber se um mal funcionamento de uma população influencia em outra. E se influencia é porque existe alguma correlação entre elas, de ajuda ou de predatismo ou algum outro tipo de relação. E são essas as relações que a ecologia tem que estudar.

Marie Curie – Então ecologia estuda a relação que o ser humano tem com outra espécie?

Professor – Não só o ser humano, mas também outras espécies. É relação entre espécies como o lobo como um búfalo, por exemplo. Mas percebam que estamos falando de coisas vivas se relacionando com coisas vivas, mas será que coisas não vivas se relacionam com coisas vivas?

Lineu – Não.

Marie Curie – Sim

Anna Atkins – Não

Professor – O que? Por exemplo.

Marie Curie – O corpo humano. A pessoa pode...

Lineu – Eu acho que sim. Os órgãos por exemplo. Se uma pessoa morrer com traumatismo craniano, dependendo da doação que precisar essa pessoa que morreu com traumatismo poderá doar algum órgão que está funcionando.

Professor – Ai cuidado! Vocês estão fazendo pensamentos com indivíduos. Na ecologia mais importa as populações.

Marie Curie - A ecologia fala de todas as espécies.

Professor – Sim, mas no coletivo. Eu não posso falar assim a relação de um lobo com um alce simplesmente, mas sim dos lobos com os alces. Tá. Eu posso até observar um indivíduo fazendo, mas se eu percebo outros fazendo a mesma coisa também, então são os lobos que fazem com o alce e vice e versa. Então não é isso. Pergunto. Existe algo não vivo que pode influenciar no funcionamento de uma população de seres vivos? Coisas não vivas. Pensem em coisas não vivas que podem influenciar no nosso dia a dia.

Anna Atkins – Plantas

Marie Curie – Não, planta é viva.

Marie Curie – Água.

Professor – Água é uma coisa não viva, mas que a gente depende demais.

Lineu – comidas.

Professor – Comidas ou alimentos e nutrientes. O que mais?

Marie Curie – Carne. A carne é de mortos.

Professor – É, mas a carne é feita de (não completou o pensamento)

Lineu – (Bateu algumas vezes fortemente com os pés no chão).

Professor – Isso você chama de solo. O solo é importante para a gente?

Lineu – é.

Marie Curie – é

Anna Atkins – é

Professor – Para os animais e vegetais.

Marie Curie - O sol.

Professor – o sol!

Anna Atkins – A energia também.

Professor – A energia também são todas coisas sem vida. Estou feliz com vocês!

Marie Curie - O oxigênio também.

Professor – o ar, luz água, o oxigênio. Tudo isso são coisas não vivas, mas que influenciam nos seres vivos. Essas coisas não vivas também são chamadas por um termo, que está ali no quadro e que está escrito aí também, que termo é esse? Pesquise. (professor sai do grupo e vai atender ao outro grupo).

Anna Atkins - Fatores abióticos, aqui oh. Água luz solar. É fatores abióticos mesmo.

Marie Curie – Aqui olha. Radiação, temperatura, umidade, salinidade, sei lá.

Anna Atkins - Será que tem que chamar ele para falar?

Professor sai da presença do grupo para atendimento a outro grupo. Até que a estudante Marie Curie o chama para informar o seu resultado da pesquisa realizada no LD.

Marie Curie – Professor, esses fatores como o calor e outros são fatores abióticos.

Professor – Beleza! Porque tudo que tem ser vivo é fator biótico e tudo que não tem o ser vivo é fator abiótico. Então por exemplo a radiação. Maior radiação do sol, pode influenciar na vida dos seres vivos?

Lineu – Sim.

Professor – Por exemplo. Se você usa veneno para matar plantas. Aliás, plantas não. Para matar pragas da plantação. Esse veneno pode interferir na qualidade do solo? Ou pode passar para outros seres vivos?

Lineu – Sim, e vai fazer mal até para a gente, porque a gente necessita da maioria das coisas que vêm do solo e se causa danos para o solo causa para a gente também.

Professor – Ok chegamos lá. Vai guardando isso aí.

Falas Transcritas

Momento 3 - Apresentação para os outros grupos

Professor se dirige a todos os grupos para dar instruções quanto a escolha das pessoas que irão apresentar suas conclusões aos demais grupos. Olha, a escolha que vou fazer para apresentar será aleatória, vou sortear, aleatória, não é a melhor pessoa do grupo não. Todos vocês têm que ser capazes de falar, já havíamos falado sobre isso antes. Na hora de sortear, vou girar a caneta e onde apontar será a pessoa a apresentar.

Anna Atkins – Professor só uma dúvida. Quem for sorteado vai ter que explicar os dois fatores ou só um?

Professor – Tudo!

Professor – O objetivo aqui é que todos aprendam. Quero ouvir os argumentos de vocês. Vai ter o momento que os colegas poderão ajudar, mas o sorteado vai iniciar. Depois vocês vão ajudando.

Professor – Tudo que eles irão falar aqui vai servir de complemento para vocês nas falas seguintes. Marie Curie. Vai falar sobre ecologia, indivíduo, população, comunidade, ecossistema e que são essas coisas aí? Cada uma dessas coisas aqui é importante você saber o conceito, para que faça mais sentido o que vocês leram. Fatores bióticos e abióticos serão falados aqui também. Marie começa. Como você define o que é ecologia?

Marie Curie – É o campo da ciência que estuda os organismos vivos.

Professor – Mas ele estuda os organismos vivos de que maneira? Por exemplo, a zoologia também estuda os seres vivos, a medicina também estuda os seres vivos. Ela estuda em que sentido? O indivíduo ou de uma população de indivíduos?

Marie Curie – Uma população.

Professor – É. Exatamente. Percebam que a ecologia não estuda só o indivíduo. Nos livros de vocês aparece um indivíduo. Uma plantinha, um castor, colocou um coioote. Mas não estudamos um só indivíduo, e sim uma população de indivíduos. Aqui no livro não dá para desenhar uma população. Não dá para desenhar uma população de coiotes, iria ocupar o livro todo. E o que seria essa população?

Marie Curie – Um conjunto de indivíduos da mesma espécie.

Professor – Viu Marie como você sabe!

Professor – Essa sala de aula é uma população ou uma comunidade?

Marie Curie, Lineu, Anna Atkins e outros de outros grupos – População.

Professor – E o que seria comunidade?

Marie Curie - Seria os seres vivos, mas com espécies diferentes.

Professor – Conjunto de indivíduos de espécies diferentes, ou populações diferentes. E o que seria, por exemplo, o ecossistema?

Marie Curie – Ficou em silêncio

Professor – Seria o conjunto das....

Marie Curie – Comunidades.

Professor – Daí tem uma coisa interessante quando a gente fala de ecossistemas. O ecossistema é o conjunto das comunidades que se relacionam umas com as outras e também tem a soma dos fatores abióticos. O que são os fatores abióticos?

Marie Curie – Posso falar? É tudo que não tem vida, por exemplo água, radiação...

Anna Atkins – As principais são radiação temperatura, umidade, características do solo.

Professor – Cuidado! É tudo que está lá. Radiação, temperatura, umidade. Todos esses fatores que não são vivos, mas são importantes para o funcionamento desses ecossistemas. Por exemplo: Floresta amazônica é um ecossistema. Porque lá tem diferentes comunidade de seres vivos, essas comunidades se relacionam uma com as outras e também com os fatores abióticos. Se chove demais essas comunidades são afetadas, se chove de menos essas comunidades são afetadas, se a radiação aumenta elas são afetadas, se não tem radiação elas são afetadas. Ou seja, se a temperatura é alta demais ou baixa demais tudo isso interfere no funcionamento dos ecossistemas. Ou seja, a ecologia além de estudar a relação dos seres vivos também estuda como esses fatores não vivos atuam nessas comunidades. Vejam como isso é importante.

Anexo XIII - Transcrições das gravações do Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira (GEEFAS1).

Link:

https://drive.google.com/file/d/1wwsq7N-0G_yqFDTfV3inENj-hqcAYr0e/view?usp=sharing

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Rosalind Franklin – Ecologia é o estudo dos organismos vivos, entre eles mesmos e com os outros. É um ramo da biologia ... (inaudível).

Falas Transcritas

Momento 3 - Apresentação para os outros grupos

Professor se dirige a todos os grupos para dar instruções quanto a escolha das pessoas que irão apresentar suas conclusões aos demais grupos. Olha, a escolha que vou fazer para apresentar será aleatória, vou sortear, aleatória, não é a melhor pessoa do grupo não. Todos vocês têm que ser capazes de falar, já havíamos falado sobre isso antes. Na hora de sortear, vou girar a caneta e onde apontar será a pessoa a apresentar.

Professor – Alberto vai falar em alto e bom tom sobre o que é ecologia, população, comunidade, fatores bióticos e abióticos.

Alberto – Ecologia é o estudo da relação dos organismos entre si e com o mundo.

Professor – Pessoal o mundo que ele está colocando aqui é o ambiente. É a relação entre os seres vivos e desses seres vivos com o próprio ambiente. Então, os ecologistas tentam estudar isso. Qual a relação que os seres vivos têm um com o outro e com o ambiente? Tá. Alberto e o que seria uma população?

Alberto – É um grupo da mesma espécie.

Professor – O que seria comunidade

Alberto – É onde tem várias populações.

Professor – Dá um exemplo para mim.

Alberto – É como se fosse humano, plantas e animais.

Professor – Plantas, humanos e animais dentro dessa sala. Concorde que se tem população de humanos, plantas e outros animais, tudo isso junto nessa sala, no mesmo ambiente, seria comunidade.

Professor – A Ada vai responder o que é ecossistema?

Ada – Ecossistema é o conjunto de bióticos...

Professor – O que é esse bióticos?

Ada - Seres vivos... aí tem relações entre abióticos que é não vivo, mas que servem para os seres vivos.

Professor – Dá um exemplo para a gente.

Ada - A água não é um ser vivo, mas serve para eles.

Professor – Portanto o ecossistema é conjunto das várias comunidades que se relacionam umas com as.....

Todos – outras.

Professor – Elas interagem entre si, mas também com fatores que não são vivos, tais como temperatura, umidade, luminosidade do sol, o solo, a quantidade de nutrientes no solo. Lembram da primeira aula que levei vocês lá fora e falei assim: Estão vendo essa árvore aqui. Olha a grama em volta. Essa que tem muita sombra tem pouca grama. Qual fator abiótico estava impedindo o

crescimento de plantas ali? O sol (luz). O sol a luz não são seres vivos mais são fatores que as plantas dependem. Não só as plantas, todos os seres vivos dependem. Percebem isso. Isso é muito importante para entendermos o que virá.

Anexo XIV - Transcrições das gravações do Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira 2 (GEEFAS2).

Link:

https://drive.google.com/file/d/1mCtw64Wnvll_-5sAoBDZr8_VWAMF89qO/view?usp=sharing

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Darlan – Ecologia é o ramo da biologia que estuda os seres humanos e o impacto que eles causam no meio ambiente.

Dalton – População é a unidade das pessoas, comunidade é o conjunto das pessoas.

Galilei – É a interação entre os seres vivos e o abiótico.

Newton – Alguns fatores abióticos tem como consequência a determinação do clima dos ecossistemas, não é?

Linus – A radiação solar é importante para que ocorra a fotossíntese, processo por meio do qual as plantas, algas e algumas bactérias sintetizam produtos energéticos e liberam gás oxigênio na atmosfera. Já li o livro várias vezes, só lendo, lendo e lendo.

Newton – Não tem que decorar, tem que falar com suas palavras! Fatores biológicos e abióticos....

Linus – São elementos não biológicos, mas afetam os organismos da biota. Fatores físicos são aqueles ... terminando em liberar radiação aqui na Terra.

Newton – São elementos do ambiente?

Linus – São elementos não vivos do ambiente, porém afetam os elementos vivos, da biota.

Dalton – Explica aí então. Eu vou explicar logo tudo!

Linus – São elementos não vivos que ... que mesmo não vivos prejudicam ...

Dalton – Olha não é isso não. Eu vou falar, fiquem ligados. Ecologia é a interação dos seres com a natureza. O indivíduo é cada ser. População é o conjunto de seres, de indivíduos. Comunidade é a junção desses, das populações.

Paulo – Ecossistema é a relação das comunidades, de vários indivíduos com os fatores abióticos, a terra, o sol.

Dalton – E biosfera é onde cada um fica.

Linus – e os fatores abióticos é para a manutenção da vida nos ecossistemas. Já grava isso aqui oh. A interação e os fatores abióticos são para a manutenção da vida nos ecossistemas. É determinante ou é importante para a vida nos ecossistemas.

Dalton – Esses elementos podem afetar em larga escala a estrutura e interferir nas comunidades. São eles: Água, solo, ar e calor.

Linus – Água, solo, ar e calor.

Newton – Fatores abióticos são responsáveis por determinar em larga escala o funcionamento dessas comunidades. São: Água, solo, ar e calor.

Newton – Os fatores abiológicos... Os fatores abióticos são responsáveis por determinar...

Dalton – A estrutura.

Newton - ... determinar a estrutura...

Dalton – só estrutura não. E funcionamento dessas comunidades. São água, solo, ar e calor.

Newton – Preciso decorar isso aqui.

Dalton – Estuda aí. São responsáveis por determinar a estrutura e funcionamento das comunidades. Pronto.

Professor se dirige a todos os grupos para dar instruções quanto a escolha das pessoas que irão apresentar suas conclusões aos demais grupos. Olha, a escolha que vou fazer para apresentar será aleatória, vou sortear, aleatória, não é a melhor pessoa do grupo não. Todos vocês têm que ser capazes de falar, já havíamos falado sobre isso antes. Na hora de sortear, vou girar a caneta e onde apontar será a pessoa a apresentar.

Newton – Por que eu meu Deus, eles entenderam mais que eu. Fora que vou ter que explicar os dois. Eu entendi somente os fatores bióticos e abióticos e nem discutimos (os outros assuntos) entre nós aqui.

Dalton – Ecologia é a interação dos seres na natureza. Acabou, só. Indivíduo e cada ser.

Newton – Tá. Cada ser.

Dalton – População. Conjunto de indivíduos.

Newton – Conjunto de indivíduos.

Dalton – Um monte de seres. Entendeu? Comunidade é o conjunto das populações.

Newton – Conjunto das populações.

Dalton – Isso. Ecossistema... O que é ecossistema?

Paulo – É a relação das comunidades, dos seres com o abiótico.

Dalton – Relação dos seres com a natureza. Está ótimo. Já estou ficando com dor de cabeça.

Falas Transcritas

Momento 3 - Apresentação para os outros grupos

Aluno escolhido aleatoriamente se posiciona diante da turma e é questionado pelo professor. Orienta que não se trata de uma avaliação e que o nervosismo é normal. Para tranquilizar mais ainda, informa que caso lhe falte alguma palavra em suas argumentações o próprio professor poderia ajudar e em último caso os colegas de turma também poderiam ajudar.

Professor – Newton. O que é ecologia?

Newton – O que eu decorei...

Professor – O que você decorou não. Vamos começar a falar assim. Pelo que eu entendi, ou aprendi. Vai lá, fala.

Newton – O que eu decorei, entendi. É a interação entre os seres vivos.

Professor – Bom. Ecologia tem a ver com interação entre os seres vivos. Mas ecologia é uma área da biologia, que estuda essa interação entre os seres vivos. Essa interação é somente com coisas vivos ou também com coisas não vivos?

Newton – Não vivas.

Professor – Tipo? Os seres vivos interagem uns com os outros e também com coisas não vivas. O que por exemplo?

Newton – O sol.

Professor – O sol e o que mais?

Newton – Estrelas.

Professor – Estrelas não...

Newton – O ar.

Professor – O ar é uma coisa viva?

Todos os alunos da sala – Não.

Professor – mas é importante para os seres vivos?

Newton – Água, solo.

Professor – Água, solo e o que mais?... calor, temperatura, umidade. São chamados de fatores abióticos. Então a ecologia estuda os seres vivos e a interação desses vivos uns com os outros e com os fatores abióticos. Quem são esses fatores abióticos? Radiação, luz, temperatura e etc. Mas Newton, o que é população? Você sabe eu ouvi vocês no grupo falando isso.

Newton – É o conjunto de indivíduos.

Professor – Da mesma espécie ou de espécies diferentes?

Newton – Da mesma espécie.

Professor – Pronto. Da mesma espécie. Dá um exemplo pra mim.

Newton – Não conseguiu dar exemplo.

Professor – Essa sala é uma população?

Newton – Sim.

Professor – E é uma população porque é um conjunto de indivíduos da mesma espécie. Mas nessa sala tivessem ratos e nós?

Newton – Daí seria uma comunidade.

Professor – Porque seria um conjunto de populações. São de espécies diferentes. Daí chamamos de comunidade. E o que é ecossistema?

Newton – É a relação das comunidades de seres vivos com os fatores não vivos, abióticos. Como solo a umidade.

Professor – Então pessoal. Ecossistemas são várias comunidades interagindo umas com as outras e também com os fatores abióticos.

Anexo XV - Transcrição das gravações do Grupo Ecologia, Ecossistema e Fatores Abióticos de sexta-feira (GEEFAS3)

Link:

<https://drive.google.com/file/d/1QS-3afybyiXtvDRYc4sOaCyQgzmYRjyY/view?usp=sharing>

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Elizabeth – é bactérias, fungos e animais.

Professor – Esses são os bióticos né?

Elizabeth – é, os abióticos são os não vivos. Que são radiação, atmosfera, raios solares.

Professor – Sim. Temperatura, humidade. Ou seja, o que são fatores bióticos? São todos aqueles fatores que são vivos. São seres vivos, desde fungos, bactérias, vírus, organismos maiores.

Copérnico – Os fatores bióticos são todos seres vivos.

Professor – É que tem vida. Já os abióticos são todos aqueles fatores que não têm vida. Mas interferem nos seres vivos.

Copérnico – Então fatores abióticos são os seres não vivos...

Professor – Não, cuidado. Não existe seres não vivos. Se é um ser já faz parte dos seres vivos. Então fatores abióticos são os fatores não vivos.

Copérnico - mas interfere nos ...

Elizabeth - ecossistemas.

Copérnico - ecossistemas.

Professor – Interfere no funcionamento dos seres vivos no ecossistema. Quais por exemplo de abióticos?

Elizabeth – Raios solares.

Kleiton – Se tem muita ou pouca água.

Elizabeth – Atmosfera.

Professor – Luz, vento, temperatura, salinidade, tudo isso são fatores abióticos. Agora vocês que entenderam tudo isso, explique para eles, tá, porque eles não sabem ainda não.

Kleiton – bióticos são seres humanos, plantas. Abióticos são os não vivos, mas que interferem nos ecossistemas, tipo: vento, luz solar, luz, água.

Hubbie – Abióticos era o que mesmo?

Elizabeth – são seres vivos...

Hubbie – Não. Não.

Kleiton – Abióticos são os fatores não vivos mais que interferem nos ecossistemas e nos seres humanos.

Elizabeth – isso agora estuda isso.

Hubbie – Ecologia é o ramo da biologia que estuda ...

Elizabeth – Não mulher você tem que falar com suas palavras.

Hubbie – A ecologia é o ramo da biologia que estuda, tipo assim, a relação dos seres humanos com os seres vivos.

Elizabeth – A ecologia é uma parte da biologia sobre a relação dos indivíduos.

Hubbie - Ecologia é uma parte da biologia que ... Estuda o que?

Kleiton – seres vivos...

Elizabeth - a relação dos seres vivos.

Hubbie – A ecologia estuda os seres vivos.

Elizabeth – mas não.... A ecologia é ramos da biologia.

Kleiton - A ecologia estuda a relação dos seres vivos no mundo.

Elizabeth – Indivíduo é uma unidade, uma só pessoa. E a população é uma unidade só...

Hubbie – ... de uma espécie.

Elizabeth – E população representa um conjunto de indivíduos.

Professor – Pessoal, vocês têm somente 5 minutos.

Hubbie – Indivíduo é uma unidade só de uma única espécie.

Hubbie – população é o plural.

Elizabeth – Não. Representam ...

Hubbie – Representam um conjunto de indivíduos. Comunidade é a relação de ...

Elizabeth - ... populações.

Hubbie - ... populações.

Elizabeth – Tudo que tem na Terra é a biosfera.

Hubbie – Biosfera é o conjunto.

Kleiton – Fatores bióticos são os fatores que são vivos. Exemplo: bactérias, vírus, animais e os seres humanos. Fatores abióticos: São todos aqueles que não são vivos, mas que interferem no ecossistema. Exemplo: Água, ar, luz.

Professor: Sol.

Elizabeth – A ecologia, é o ramo da bióloga que procura saber as relações entre os seres vivos e entre eles ...

Professor – Relação entre os seres vivos com os fatores abióticos.

Elizabeth – Indivíduo é uma unidade só de uma só espécie.

Elizabeth – E população é o conjunto de unidade de uma espécie.

Professor – de uma mesma espécie.

Anexo XVI - Transcrição das gravações do Grupo Cadeia alimentar e nicho ecológico de quarta-feira (GCANEQ)

Link:

https://drive.google.com/file/d/1pkwhHvcyick2bLcZLaRrAOi6UdUtSx_J/view?usp=sharing

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

João - ... as plantas...

Avogrado - ... que servem para outro bicho comer...

Pauling - ... interação com ambiente físico.

Rafael – interação para sobreviver...

Dalton - ... quimiossintetizantes...

Rafael – ... vai que isso aqui não é um coioote...

João – O leão. Ele caça outros animais ...ele tá no topo da cadeia alimentar.

Dalton – Lobo cinzento como o coioote, coioote como o castor e o castor come as plantas.

Dalton – Não. A presa é esta aqui.

Pauling - ... Tipo o veado come a planta.

Rafael - Deixe me explicar o que eu entendi. ... esse aqui morrer, ele como esse.

João – é também.

Pauling – o rato se alimenta de que?

Rafael – Plantas...é...

Pauling - São onívoros né?

Rafael – Restos de lixo. Tudo né. Eu tenho para mim que o pombo é que nem um rato, só que voa.

Pauling - São onívoros né (sobre o rato)?

João – Sim, também como carne.

Rafael – Sabe, não tem nada mais nojento do que barata e formiga.

Todos – Formiga?

Rafael - Porque...preste atenção.

Pauling - Formiga tem até no suco é proteína.

Rafael – Professor. Faz favor. A barata circula pelo lixo. Mas e a formiga que anda o tempo todo, passando por cima de animal morto. Daí você encontra uma formiga na sua comida. Você não pode falar que faz bem para a vista, como a avó diz. Sua avó está dizendo para tirar a formiga que sua visão está boa. Não que comer a formiga fará bem para a sua visão. Estou mentindo professor?

João – Nada a ver. O professor não entendeu nada.

Pauling – Entendi nada.

Pauling - Todos esses quando morrem vão alimentar os primários. Os primeiros que vêm na cadeia. Ai seu eu lhe disser quem morreu, o outro vai morrer. Olha aqui ó.

Rafael – O fato é que ele não tem como ser comigo, faltou um predador.

Pauling – Um predador natural.

Rafael - Isso mesmo.

João - A fonte de energia para as cadeias alimentares é a energia solar. O que são cadeias alimentares?

Rafael – São a junção de alimentação do reino animal.

Pauling - ... do ecossistema.

Rafael – Imagine que isso aqui é a (inaudível). Você está aqui em cima. Daí ao longo que você vai descendo para cá ...

Pauling - isso é o ciclo da vida né.

Rafael - Cale-se. E ao chegar aqui em cima você morre né. Daí você entendeu o que é segunda via né? O que está embaixo na cadeia alimentar?

Pauling – Embaixo, embaixo.

Dalton – Plantas.

Pauling – Plantas.

João – As plantas.

Dalton – O primeiro, coisa lá da primeira fase da cadeia alimentar é o produtor.

Rafael – Não, mas eu estou querendo saber dos níveis.

Dalton – Tem na próxima página.

Rafael – Mas tem a cadeia.

Pauling – Então é ciclo da vida.

Dalton – Então é o ciclo da vida parceiro.

Professor – Pessoal vamos lá. O que é um nicho ecológico para vocês?

Pauling – Nicho é algo que sustenta alguma coisa.

João – É quando um animal tem que se adaptar ao ambiente.

Dalton – Aí você já está falando de evolução.

Todos – Isso é teoria de Darwin.

Professor – Isso aí está relacionado, mas não responde à pergunta. Eu quero saber o que é um nicho ecológico?

João - É quando o ser vivo precisa de alimentos e estratégias de defesa e abrigo contra predadores.

Professor – Olha só. Quando você quer conseguir um emprego você se pergunta, qual é o meu nicho? As vezes essas frases saem na boca das pessoas. Quer dizer a área de trabalho, qual meu lugar ao sol? O nicho é aquilo que você faz, naquele local. É exatamente o que determinada população de ser vivo faz em um determinado local. Por exemplo os nichos podem ser de predadores. Ou o nicho ecológico de uma planta. Ela é produtoras de nutrientes para os herbívoros comerem, que são os consumidores. Que posição ele ocupa na cadeia alimentar? E o que seria cadeia alimentar? Pesquise mais aí. Essas coisas, nicho e cadeia, estão intimamente conectadas.

João – (exemplo do livro) Os três precisam um do outro para sobreviver.

João – Você. Me explica o que é uma cadeia alimentar?

Dalton – Um animal que depende um do outro. É normalmente como eles se alimentam. O predador maior caça os menores e assim por diante.

João – Todos dependem um do outro para sobreviver, até da planta. Porque se o lobo, comer o todo coioite, o lobo cinzento não vai ter o que comer. Se o castor morrer o coioite não vai conseguir comer e vai morrer.

João – E o que é cadeia alimentar Pauling? Estou perguntando para eu aprender melhor.

Pauling – Todo animal tem que se alimentar e é alimento para algum outro. No caso, todos os animais que estão no topo da cadeia alimentar são alimentos das plantas, porque quando morrem vira tipo um adubo é isso quase.

João – tá ok a gente entendeu.

Rafael – Acho que já tenho um certo conceito de nicho. Vou falar para todo mundo saber o que é. O resumo do resumo do resumo.

Dalton – É a função do animal no ambiente.

Rafael – São condições que permitem a sobrevivência de determinada espécie no ambiente. Descreve como um organismo vive no ecossistema. Tem relações como a espécie sobrevive no ambiente, de quem e como se alimentar e como escapar de predadores e como se reproduzir. Resumindo é o conceito da vida.

Dalton – É que faz ter vida.

Rafael – Nicho ecológico será o conjunto de características e condições que permite a sobrevivência de uma espécie no ambiente. Descreve como um organismo vive no ecossistema e tem relações à sobrevivência da espécie no ambiente, de que e como se alimenta e escapar de predadores e se reproduzir.

Professor – Entenderam? Agora tentem explicar uns para os outros. Você (Hawking), consegue explicar isso?

João - Sim. É a função que... todo ser vivo tem na cadeia alimentar

Dalton – ...todo ser vivo...

João - todo ser vivo tem na cadeia alimentar.

Rafael – É como se fosse as regras da natureza.

Professor – Gostei das regras.

Rafael – É exatamente as regras. Ele tem que está no ambiente, como ele vai sobreviver naquele ambiente, como ele vai escapar do predador, como ele vai se alimentar e de que?

Dalton – É o estilo de vida.

Rafael – Tem coisas que ele não vai poder comer, como aqui...

Pauling – O lobo não vai poder comer a planta.

Rafael - ... de que e como se alimenta é com você querer que uma cobra coma um animal três vezes maior que ela. Não faz parte do nicho dela. Mas se a cobra comer um rato, apesar de ser mais ágil, ele é menor que a cobra.

Dalton – Então basicamente nicho ecológico são as regras, o estilo de vida deles naquele local.

Pauling – o que eles fazem para se alimentar, se comunicar.

João - Já cadeia alimentar representa tipo quem come quem.

Rafael – Sequência de organismos vivos em que um serve de alimento um para o outro. Um depende do outro. É o resumo do resumo

Pauling - Repete por favor.

Rafael - É a sequência de organismos vivos em que um serve de alimento um para o outro. Mas como isso está superficial temos que dá uma aprofundada.

Dalton – É a energia que um consegue através do outro né.

Rafael - Exatamente.

Dalton – Tipo, a planta consegue energia do sol...

Rafael – Fotossíntese.

Dalton – os castores conseguem através das plantas, o coioote consegue através, dos castores, o lobo cinzento consegue através do coioote.

Rafael – E a planta ao final das contas acaba dependendo de tudo isso.

João – Mas quem faz essa decomposição?

Rafael – Fungos e bactérias. Mas de que as plantas se alimentam?

Professor – Do que as plantas se alimentam é boa. Ela produz energia como?

Dalton – Fotossíntese.

Professor – E a fotossíntese depende de que?

Todos – Do sol.

Professor – Então nossa fonte primária de energia para todos os seres vivos é?

Todos – O sol.

Falas Transcritas

Momento 3 - Apresentação para os outros grupos

Aluno escolhido aleatoriamente se posiciona diante da turma e é questionado pelo professor. Orienta que não se trata de uma avaliação e que o nervosismo é normal. Para tranquilizar mais ainda, informa que caso lhe falte alguma palavra em suas argumentações o próprio professor poderia ajudar e em último caso os colegas de turma também poderiam ajudar.

João – O que é nicho ecológico? É o estilo de vida que o animal tem no ambiente. Por exemplo: O que que o coioote faz? Ele caça outros animais.

Professor – Tá indo muito bem. Complementa.

Rafael – o coioote caça animais menores do que ele, mas ao mesmo tempo ele tem que se proteger para não ser caçado, pelo lobo cinzento, por exemplo. Ele está no meio termo. Ao mesmo tempo que é predador ele é presa. O nicho ecológico é como se fosse as regras do ser vivo nos ambientes.

Professor – É tudo aquilo que ele faz ou que é feito com ele.

Rafael - o nicho ecológico no meu ponto de vista se resume a regras, porque define como ele vai se reproduzir, se alimentar, como ele vai sobreviver naquele determinado ambiente e consequentemente proteger a comunidade dele.

Professor – Deixe perguntar algo para vocês. Os fatores abióticos falado pelo outro grupo pode interferir nesse processo todo?

João - Sim.

Professor – por exemplo?

Rafael – O coioote se alimenta de castores e os castores consequentemente se alimentam de plantas. Se o sol parasse de emitir luz isso afetaria nas plantas e consequentemente afetaria na alimentação dos castores, que afetaria na cadeia alimentar.

Professor – Um ambiente que parasse de chover e virasse um deserto isso poderia interferir na vida das plantas?

Rafael – Sim.

Professor – E dos castores?

Rafael - Também

Marie Curie – (outro grupo) – Na vida dos coiootes também.

Professor – Daí eu faço uma pergunta para vocês. Como os dinossauros foram extintos?

Dalton – Fatores abióticos.

Pauling – Posso falar? O meteoro bateu na Terra, certo e acabou fazendo muita fumaça, que atrapalhou as plantas, e consequentemente não conseguiram crescer.

Professor – Ok. O meteoro colidiu com o planeta e levantou muita poeira, partículas que dificultou a passagem da luz solar. Ficou uma escuridão. Não total, mas o suficiente para as plantas diminuírem sua capacidade de fazer fotossíntese. Daí morreram e aqueles que eram herbívoros morreram e os predadores deles também. E cadeia alimentar, expliquem.

Dalton - Se resume a qual ser vai se alimentar do outro, ou seja, como vai obter energia. O sol é o principal, ele fornece luz solar para as plantas que fazem fotossíntese. Aí vamos supor. Um rato vem e como essa planta, aí ele está se alimentando da energia dela, daí vem o predador o coioite.

Professor – Então quem são os primeiros indivíduos da cadeia alimentar? São os?

Todos – Produtores.

Professor – Depois quem vem?

Todos – Os consumidores.

Professor – Aqueles que comem as plantas. E quem é o consumidor secundário.

João – Quem come o consumidor primário.

Professor – Então tem uma sequência, certo. Então quando esses indivíduos todos morrem, são decompostos pelos decompositores. Quem são?

Dalton – Fungos e bactérias.

Professor – E o que volta para o solo?

Dalton – Nutrientes que as plantas reutilizam.

Professor – As plantas precisam da água, dos sais minerais do solo. Mas a fonte primária de energia é sempre o sol.

Anexo XVII- Transcrição das gravações do Grupo Cadeia alimentar e nicho ecológico de sexta-feira (GCANES1)

Link:

<https://drive.google.com/file/d/14uxXaTCDV9DUwYKt6F9EbtX9aXUAJEu/view?usp=sharing>

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Jane Goodall – Eu entendi é fácil. A cadeia alimentar em primeiro vem as plantas depois os animais herbívoros, que se alimentam das plantas...

Rachel Carson – primeiro as plantas.

Jane Goodall – ... que fazem fotossíntese. Depois vem os consumidores primários que são os herbívoros e depois os dois níveis de animais carnívoros. Que são os secundários e terciários. Tipo, esse como esse que é mais fácil para ele. O negócio da cadeia alimentar só muda isso. É isso, eu só não entendi muito bem a parte do nicho ecológico.

Rachel Carson – Que dizer que as plantas necessitam de alimentos e conseguem com a fotossíntese. Professor onde no livro tem mais sobre nicho ecológico? Porque essa parte explica mais sobre cadeia alimentar.

Professor – Então explique o que é a cadeia alimentar.

Sônia – Primeiro começa com as plantas que se alimentam por elas mesmas pela fotossíntese. Depois com os herbívoros. No caso aqui está dando o exemplo do castor, ele é herbívoro e só como plantas, depois tem os carnívoros que aqui ele dá o exemplo do coite e o lobo. Os dois são carnívoros, mas o coite só consegue caçar os animais menores, se ele for tentar caçar o lobo ele que vai virar a presa. Mas sobre o nicho tem pouca coisa não dá para entender quase nada.

Professor – E vocês tiveram esse mesmo entendimento sobre nicho? Leiam esse pedacinho final aqui ó. Os seres vivos até a palavra nicho.

Luiz – Constitui como o papel do organismo dentro do ambiente.

Professor – Você falou que é o papel que o organismo exerce no ambiente. Desses que você leu aí. O lobo, qual é o papel dele?

Luiz – Caçar.

Professor – Quem?

Luiz – O coite.

Professor – E qual é o papel do coite?

Rachel Carson – Caçar animais menores do que ele.

Professor – Então nicho, nada mais é que a função que um organismo exerce naquele ambiente. Às vezes, predador, outras presas.

Sônia – Então nicho o seu papel no ambiente.

Professor – Estratégia de defesa, também é nicho ecológico, assim como as estratégias de caça. Lobos por exemplo quando vão caçar, fazem isso em bando. Isso faz parte do nicho ecológico deles.

Jane Goodall – Então nicho é meio o que os lobos...

Sônia – Não, não. Nicho ecológico é tipo o espaço que você ocupa, naquele local, a sua função. Entendeu. Então se eu sou um lobo, minha função é caçar o coite.

Jane Goodall – Então cada animal tem seu nicho ecológico. Então explica cadeia alimentar que eu não entendi ainda.

Luiz – Então, cadeia alimentar começa nos produtores que são as plantas porque elas se alimentam só da fotossíntese. Ai depois delas vem os herbívoros que ó comem as plantas. A exemplo o castor. Depois tem os consumidores secundários como o coioite, que são animais carnívoros e se alimentam das presas menores. E tem o terciário que é o lobo que vai conseguir comer os primários e os secundários que é o coioite. O coite não vai comer o lobo porque vai dar ruim para ele entendeu.

Jane Goodall – Mas ele pode usar estratégias.

Luiz – Não. Porque aí entre o coioite o lobo. O lobo é bem maior aí fica ruim para o coioite, entendeu. Não que seja impossível, mas na natureza, não é muito comum acontecer isso não.

Rachel Carson - E esse negócio aqui de decompositores?

Luiz – Organismo heterótrofos que usam os restos orgânicos de todos os níveis tróficos para obter energia, são os fungos e bactérias. Acho que é só bactérias, não sei se fungos cabe não.

Luiz – A função de cada um deles é o nicho. A cadeia é o local onde exerce a sua função.

Falas Transcritas

Momento 3 - Apresentação para os outros grupos

Aluno escolhido aleatoriamente se posiciona diante da turma e é questionado pelo professor. Orienta que não se trata de uma avaliação e que o nervosismo é normal. Para tranquilizar mais ainda, informa que caso lhe falte alguma palavra em suas argumentações o próprio professor poderia ajudar e em último caso os colegas de turma também poderiam ajudar.

Luiz – Nicho ecológico é a função que os seres vivos exercem no ambiente. Cadeia alimentar é um grupo onde cada ser vivo tem uma função. As plantas fazem fotossíntese. O castor precisa das plantas para sobreviver, o coioite precisa do castor e o lobo como o coioite.

Professor – O que ele falou aqui. Cadeia. O que significa a palavra cadeia? Uma reação em cadeia, o que é isso? É uma sequência. Cadeia aqui não é grade ou prisão. Cadeia aqui é sequência de coisas. O primeiro indivíduo de uma cadeia alimentar é sempre que?

Todos – As plantas.

Professor – E depois tem o consumidor primário, já a planta é o produtor porque produz o seu próprio alimento através da fotossíntese. Ai depois essa plantinha é comida pelo castor, então aquela energia daquela planta que veio lá do sol, passa para o castor. Daí quando esse castor é comido por outro animal, um consumidor secundário, essa energia passa para ele. E assim vai. Então cadeia alimentar é uma sequência de seres vivos que servem de alimento um para o outro. E o nicho ecológico é a função que o organismo exerce. Por exemplo. Nesse exemplo. Planta, castor, coioite e lobo. Qual a função do lobo?...

Todos – Comer o coioite.

Professor - ... ser o predador do coioite. Qual a função do coioite? Se ao mesmo tempo predador do castor e presa do lobo. Agora vamos pensar aqui. Se houvesse um desequilíbrio ecológico, um fator abiótico que acaba com a água no solo. O que acontece com a planta? Morre. E qual a consequência disso para o castor?

Todos – Morrem.

Professor – Morrem de que?

Todos – fome.

Professor – E o que acontece com o coioite e lobo?

Todos – Morrem também.

Professor – Se houve uma caça exagerada de castores, o que acontece com as plantas?

Jane Goodall – Vão se reproduzir mais.

Professor - E o que acontece com o coioite? Passará fome, vai morrer.

Professor – Agora a seguinte situação. Começa a matar coiotes. O que acontece com castor.

Jane Goodall – Aumenta a quantidade.

Professor – e o que vai acontecer com as plantas.

Jane Goodall - Vai começar a diminuir.

Anexo XVIII - Transcrição das gravações do Grupo Cadeia alimentar e nicho ecológico de sexta-feira (GCANES2)

Link:

<https://drive.google.com/file/d/12FzZuZgA4UwyOk5HtSaJW7uFaeyAifbW/view?usp=sharing>

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Nuno – Explica aí nicho ecológico.

Carlos – Seres vivos que precisam de alimentos.

José – Não é só isso.

Antônio – Cadeia alimentar é composta por produtores e decompositores.

José – Tem nada a ver isso aí! Resume aí.

Carlos – Olha. O nicho ecológico é assim. Os seres vivos precisam de alimento e passam a ter estratégias apropriadas. Resumindo. Os seres vivos precisam de alimento e estratégias apropriadas para a reprodução.

José – Estratégias apropriadas para o que?

Carlos – Reprodução.

Antônio – Os seres vivos precisam de alimento, espaço, abrigo e estratégias de defesa. Precisam de condições apropriadas para a sua reprodução. Você tem que explicar sobre a cadeia alimentar.

Carlos – Os seres vivos precisam de abrigo, alimento e espaço.

José – Então no nicho ecológico é interage com o ambiente físico e com outros...

Carlos – É onde todo organismo interagem com o ambiente físico e com outros seres vivos para sobreviver ou os seres vivos precisam de abrigo para sobreviver contra predadores e de condições adequadas para a sua reprodução.

Professor – Com as suas palavras, o que é nicho ecológico?

José – Os seres vivos precisam de alimentação, abrigo, espaço...

Carlos – ... Estratégias contra predadores.

José – e...

Carlos – Condições adequadas para sobreviver.

Professor – Beleza, mas quero palavras mais simples para isso. É o que eles fazem. Qual o nicho seu? Na sua casa?

José – O que significa nicho?

Professor – É a função. Qual a sua função, seu trabalho?

Carlos – Estudar

José – fazer algumas tarefas em casa mesmo.

Professor – É o que você faz no seu ambiente. Estratégia de caçar, estratégia de alimentação, estratégia de reprodução. Eles interagem com outros seres vivos. As vezes interage como predador outras vezes como presa. O que o indivíduo faz no ambiente, é a função dele no ambiente.

José – Então para a gente explicar nicho ecológico, é praticamente a função do ser vivo no ambiente.

Professor – Aí, você pode usar exemplos. O lobo comendo o castor. O lobo tem a função de controlar a população de castor. É o predador dele. Se o lobo deixa de existir a população de castor aumenta muito.

Nuno – Verdade. Descontrola.

Professor – Se a gente parar de matar baratas, elas começam a se reproduzir demais e descontrola. Aumenta a população. Nós controlamos a população de baratas então.

Carlos - Então na hora de explicar nicho ecológico. Cada ser vivo no seu ambiente. Por exemplo: O lobo come o castor para controlar a população de castor, a gente mata barata para controlar a população de baratas.

Professor – O lobo vai caçar. Ele tem uma estratégia?

Antônio – O nicho ecológico é a função que cada ser vivo tem sobre eles. Por exemplo: se alimentar...

Nuno – o que é nicho ecológico?

Antônio – É basicamente a função que cada ser vivo em seu ambiente. Por exemplo: se alimentar, caçar, em busca de seu alimento, em busca de se reproduzir.

Nuno – Agora é cadeia alimentar.

Antônio – É meio que um ser vivo tem que se alimentar do outro.

Carlos – Não. Isso é preguiça de pensar.

Nuno – Nicho ecológico é...

Antônio – Vocês me falam o básico de cadeia alimentar para eu só para eu explicar mais.

Nuno – Nicho ecológico é a função de cada ser vivo no seu ambiente.

Antônio – Cadeia alimentar tem que matar para sobreviver.

Professor – tem a ver com isso, mas, você definir cadeia alimentar como quem tem que matar para sobreviver não é o suficiente não. Até acontece isso. Então o que é cadeia alimentar?

Nuno – ah, produtores consumidores primário, secundário e terciário. Ah.

Carlos – Aí tem nível trófico.

Professor – fala aí agora o que é cadeia alimentar então.

Antônio – Não é aquela pirâmidezinha onde os mais fracos ficam em baixo e os mais fortes ficam em cima? Cadeia alimentar representa ... a mais é difícil.

Carlos – Puxa, não já vimos isso na quinta-série.

Nuno – Nicho ecológico é basicamente a função que cada ser vivo tem no seu ambiente. Por exemplo: caçar e etc.

Antônio – Cadeia alimentar, veja só aqui. O lobo come o castor...

Carlos – ... eu sei...

Antônio - Daí vai *decompositar*. Tipo assim: O lobo vai comer não sei quem, que vai comer outro lá. Isso é uma cadeia alimentar

Carlos – Ou seja, um ser vivo se alimenta do outro. Um tem o predador e o outro é... Quando é comido é o que?

Nuno – Quando a gente como é predador.

Carlos – Não quando é comido.

Nuno – Quando a gente é comido, a gente é presa.

José. Cadeia ecológica é um lugar é?

Nuno – Não mano eu não sei.

Carlos – Mano tem que tem um exemplo.

Carlos – cadeia alimentar mantem o equilíbrio das espécies. Poderiam virar pragas, poderiam ser extintas.

Antônio – Eu tive a ideia que a cadeia alimentar. Sem ela a gente pode ter pragas, super população. Sem a cadeia alimentar a gente tem o desequilíbrio da... como é que fala?

Professor – Você percebeu que qualquer desequilíbrio na cadeia alimentar provoca desequilíbrio ecológico. Agora o que é a definição de cadeia alimentar? É uma sequência de organismos que servem de alimento um para o outro. A plantinha serve de alimento para o castor, que serve de alimento, para o coioite e que serve de alimento para o lobo. Então é uma sequência linear de organismos que servem de alimento um para o outro.

Antônio – então, basicamente, a cadeia alimentar é uma linha... como é? É uma sequência linear de seres vivos que servem de alimento um para o outro.

Professor – Por exemplo, seu eu tirar o castor daqui a planta cresce demais ou morre? Se eu tirar o coioite é o castor que cresce demais. Eles dependem uns dos outros

Antônio – A cadeia alimentar é uma sequência linear de organismos que servem de alimento um para o outro. E nicho ecológico é... caramba o que é nicho ecológico?

José – É basicamente, o que o ser vivo faz no seu habitat. Por exemplo controlar pragas e se prepara para a reprodução.

Antônio – Cadeia alimentar é uma sequência linear onde cada ser vivo precisa do outro para sobreviver.

Carlos – Nicho ecológico é o que cada ser vivo faz no seu ambiente. Por exemplo caçar e ser caçado.

José – Como assim, precisam um do outro? *Pergunta para Antônio?*

Antônio – Comer, filha da

Falas Transcritas

Momento 3 - Apresentação para os outros grupos

Aluno escolhido aleatoriamente se posiciona diante da turma e é questionado pelo professor. Orienta que não se trata de uma avaliação e que o nervosismo é normal. Para tranquilizar mais ainda, informa que caso lhe falte alguma palavra em suas argumentações o próprio professor poderia ajudar e em último caso os colegas de turma também poderiam ajudar.

Antônio – Nicho ecológico é basicamente a função de cada ser vivo no ambiente.

Professor – Dá um exemplo aí.

Antônio – Se alimentar, se reproduzir, caçar, procurar abrigo.

Professor – Isso tudo é a função. Nicho ecológico é a função do ser vivo no ambiente, às vezes a função é ser predador. Ser predador é bom porque controla a população de muitas espécies. As vezes ele é a presa. Como o predador tem estratégias de atacar a presa tem as estratégias de se livrar do predador. Tudo isso é função dele na natureza. Então nicho ecológico é a função ele na natureza. Alguns autores trazem assim: Nicho ecológico é igual a trabalho. E o que é a cadeia alimentar?

Antônio – É que precisa do outro para sobreviver.

Professor – Isso tá pouco. Eu também preciso da minha mulher para sobreviver, sem ela eu morro. Então não é bem assim né. E aí. Como é então? Olhe para eles e diga.

Carlos – É uma sequência linear onde cada ser vivo precisa do outro para sobreviver.

Professor – Dá um exemplo aí.

Carlos – Castor e a planta. O castor como a planta para crescer depois vira comida do coioite. Ai se tirar a planta os dois morrem. Se tirar o castor o coioite morre.

Professor – Então existe uma interdependência nessa cadeia. Ele falou que é uma sequência linear. Então plantinha, serve de comida para o castor, que serve de comida para o coioite, que serve de comida para o lobo. É uma sequência linear, onde cada

um dos indivíduos serve de alimento um para o outro. Qualquer interferência nessas populações, posso provocar problema na outra população. Então existe uma dependência entre elas. Olha só o caso aqui. Planta, serve de alimento para o castor, que serve de alimento para o coiote, serve de alimento para o lobo. Daí o ser humano vai começar a caçar o castor. Matou os castores tudinho, o que vai acontecer com as plantas?

José – As plantas vão ter aumento.

Professor – As plantas vão dominar o ambiente. Podem virar uma praga porque não tem ninguém para controlar o crescimento delas. E o que vai acontecer com o coiote.

José – Coiote vai diminuir.

Professor – Vai diminuir a população de coiote. Porque o que determina se sua população vai ser grande ou não é a quantidade de alimento que pode comer. Se diminuir a quantidade de alimento, a população diminuir. E a população de lobo vai diminuir também. Eu mexi em um deu problema para todo mundo, porque existe uma interdependência na cadeia alimentar.

Anexo XIX - Transcrição das gravações do Grupo Cadeia alimentar e nicho ecológico de sexta-feira (GCANES3)

Link:

Falha na reprodução do áudio. Link não produzido.

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Ronaldo – Professor e o que é nicho?

Professor – Mas foi o que eu lhe perguntei.

Rosa – É um organismo que interage com outro no ambiente físico. Por exemplo o tigre precisa de uns bicos inferiores a ele para se alimentar, então dá para a gente colocar isso para começar. A cadeia alimentar vai dos mais fortes até os mais fracos. Então cadeia alimentar é uma sobrevivência dá para falar isso. Resumindo. Nicho ecológico eu não sei.

Professor – Só pesquise no livro, está tudo aí. Leia sobre nicho ecológico. Já está até sublinhado no livro olhe aí. Leia, vejo o que entendeu e depois a gente conversa.

Davi – Então nicho ecológico é quanto tem interações, ações e interações de organismos no ambiente...

Rosa – É o papel do organismo

Ronaldo – O que é mesmo?

Lucimar – Não entendi nada ainda.

Davi – Papel que os organismos exercem no ambiente, é nicho ecológico.

Rosa – Aí a cadeia alimentar é onde os seres vivos, precisam de alimentos, é uma ação que proporciona alimentos.

Lucimar – Espera aí. É. Cadeia alimentar é uma ação de...

Rosa – Cadeia alimentar é uma ação que os seres vivos precisam fazer... espera aí. Tá bem aqui sublinhado.

Ronaldo – Isso é o nicho.

Rosa – Não, isso aqui é cadeia alimentar. Bem aqui começa o nicho.

Ronaldo – Mais aqui tem cadeia alimentar olha. Denominada cadeia alimentar.

Rosa – Não aqui começa a cadeia alimentar. Olha. Os seres vivos precisam de alimento, espaço, abrigo, se proteger de predadores e de condições apropriadas para sua reprodução. Essa é uma parte da cadeia alimentar, aí começando daqui.

Ronaldo – Então começa aqui e termina aqui.

Rosa – É. Aí aqui já começa outra que é a teia alimentar.

Davi – relação entre os seres vivos, representando o fluxo unidirecional de matéria e energia entre eles, essa relação é denominada cadeia alimentar.

Ronaldo – Onde está essa manutenção? Acho que deve estar antes.

Lucimar – Não olha aqui ó. É isso aqui.

Rosa – Então é isso né.

Davi – É porque na verdade a manutenção do equilíbrio ecológico é a cadeia alimentar e a teia.

Ronaldo – É quando tem a relação né. Porque, tipo se não tiver um animal herbívoro, para o carnívoro comer aí já está fora.

Davi – Daí já começa a morrer...

Ronaldo – A desestabilizar. A manutenção é quando está em equilíbrio.

Lucimar – A cadeia alimentar é a forma que eles têm para se alimentar, dos mais fortes aos inferiores. Ai cada um exerce um papel.

Rosa – Só foram 6 minutos.

Ronaldo – E agora a gente faz o que?

Davi – Estou achando que a gente só leu e colocou aqui.

Rosa – Mas é para a gente colocar com nossas palavras, tipo assim.

Ronaldo – É a opinião, quando ele perguntar alguma coisa.

Lucimar – Se por exemplo ele perguntar o que é cadeia alimentar a gente responde que é uma ação que os organismos usam para sobreviver.

Davi – Acho que ele não vai perguntar o que é, acho que ele vai pedir sua opinião, tá ligado?

Ronaldo – Acho que a gente vai ter que dar exemplos.

Davi – A gente pode usar o Leão como exemplo.

Ronaldo – Se ele perguntar o papel do castor. A gente coloca que é controlar o crescimento dessa planta aqui e do coioote é de controlar o castor.

Rosa – O coioote é superior ao castor.

Ronaldo – Se quanto mais podamos uma planta, maior ela fica certo? Então se o castor começar a comer a planta ela vai aumentar?

Professor – Sim. Mas se a quantidade de castor for grande demais e comer rápido...

Robert – Não, mas eu estou falando é comer um tipo assim... sei lá.

Professor – A gente sempre tem que pensar em população. Não é só um indivíduo. Quando há aumento populacional, são vários indivíduos a mais. Imagina esses vários indivíduos atacando uma única árvore.

Ronaldo – É.

Davi – Então todo mundo vai saber explicar.

Rosa – Você consegue explicar.

Lucimar – A cabeça está doendo.

Rosa – Só falar assim: São deveres do organismo e esses organismos trabalham pelo meio ambiente. Só isso, entendeu?

Lucimar – São os organismos ...

Ronaldo – São os sistemas que acontecem na natureza, tipo quando eles se alimentam e quanto isso é importante para a natureza.

Lucimar – Que forma é esse trabalho.

Rosa – Aí isso é fácil. Alimentos espaço, abrigo.

Lucimar – Aí, a cadeia alimentar, se perguntar. São uma ação entre os seres vivos...

Davi – Relação...

Lucimar – ...é ação, relação.

Ronaldo – Professor, quando é que vai começar a explicação?

Rosa – Depois que passar os 50 minutos.

Professor – Explica para mim o que é nicho ecológico e cadeia alimentar? Não fique nervosa, faz de conta que está desabafando com uma amiga. Conta pra mim amiga o que é nicho?

Lucimar – É quando os organismos trabalham no meio ambiente, alimento, tipo procura de abrigo...

Professor - ... se você usasse uma palavra para definir nicho ecológico?

Lucimar – eu estou nervosa, mas eu vou conseguir, calma aí. É o excesso de trabalho.

Professor – Trabalho. Inclusive em vários livros de ecologia o sinônimo de nicho ecológico é trabalho. É a função daquele organismo no ambiente. Às vezes ele é predador, às vezes ele é presa. Às vezes ele tem uma estratégia para caçar e o outro tem que ter uma estratégia para não ser comido. Ou ainda estratégias para poder se reproduzir ou se alimentar. Então são as estratégias que o organismo tem para sobreviver. Basicamente a função ou o trabalho no meio ambiente. Seu nicho é aquilo que você faz, dentro daquele espaço. Quando você esse texto sobre o lobo você vai conseguir o que o lobo faz na natureza. E cadeia alimentar?

Ronaldo – cadeia alimentar é quando ocorre uma relação entre vários seres vivos. Isso faz essa relação ter energia e também o controle dessa espécie que estão consumindo. Tipo é: Tem uma planta e um animal que se alimenta dessa planta para sobreviver. Se a gente começar a matar esse animal, vai induzir ao aumento dessas plantas. Isso pode prejudicar o solo. Agora se a gente matar o predador, vai aumentar os herbívoros e esses animais vão acabar com as plantas.

Professor – Mas você percebe que a cadeia alimentar é uma sequência linear. Existe a planta, os herbívoros e os carnívoros. É, portanto, uma sequência linear de organismos que servem de alimento um para o outro.

Ronaldo – E tem os fungos.

Professor – Sim. Quando eles morrem sobram compostos...

Ronaldo – Eles decompõem e os restos são usados pelas plantas.

Ronaldo – Então pessoal o que é nicho mesmo, eu já esqueci. (sarcasmo)

Davi – É que nem o professor falou. É o trabalho deles.

Rosa – Deixa eu falar uma coisa aqui sobre nicho. Nicho ecológico é quando o ser vivo precisa de abrigo...

Davi – É o trabalho dele.

Lucimar – É interação.

Ronaldo – É tipo todo dia você tem que vir para a escola.

Lucimar – É uma relação entre os seres vivos em que um precisa do outro. Isso eu acho que dou conta de falar.

Anexo XX - Transcrição das gravações do Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de quarta-feira (GTANTQ)

Link:

https://drive.google.com/file/d/18eop7DX2w98gfdPv_D703A5cRpvT4a7G/view?usp=sharing

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Brigite – Daí os produtores produzem seu próprio alimento usando a energia solar. Ou substâncias inorgânicas. O que são substâncias inorgânicas?

Carla – Sei lá.

Maristela – É porque segundo o livro é diferentes energias nos seres vivos. Porque esses introduzem e esses comem

Carla – Aí depois dele, os ser vivo é o primário que se alimenta do produtor, ou seja, os produtores são

Brigite - ... Verdade.

Carla – Aí, depois vem o terceiro, que se alimenta do secundário.

Brigite – Um círculo sem fim.

Maristela. A planta nasce, daí o bicho come a planta, outro bicho como o bicho que comeu a planta.

Carla – E depois ele morre e passa nutrientes para outra planta.

Gouveia – Você ajudou querida.

Carla – Energia solar é a primeira, a principal. Né gente?

Maristela – Não sei.

Brigite – É na verdade para todos porque precisa para todos.

Carla – é precisa para todos. Começando pela planta.

Brigite – Precisa da planta porque sem a planta não em comida para os bichos que comem plantas.

Carla – E sem comida para os bichos que comem as plantas, fica sem comida para os bichos que comem os bichos.

Maristela – Acho que a gente não está errando, só não estamos sabendo explicar.

Carla – ... Não cadeia é só uma e teia são todas as cadeias.

Professor – E aí pessoal. O que vocês entenderam até agora? Expliquem do jeito que entenderam, sem medo de errar ou estar incompleto.

Maristela – Vamos ter que entender primeiro.

Carla – Assim. Basicamente na cadeia alimentar um ser vivo vai depender do outro.

Professor – Na cadeia alimentar, sim.

Carla – Na cadeia alimentar é a junção de todas as cadeias, né e aí nas cadeias tem os produtores, os consumidores primários, secundários e tem os decompositores depois e tem os níveis tróficos também que eu não entendi muito bem.

Professor – Níveis tróficos? Olha só. Vocês entenderam que cadeia alimentar é uma sequência de populações de seres vivos que servem de alimento um para o outro. Qual é a fonte primária de energia para todos os seres vivos?

Todos – O sol.

Professor – Isso. Se o sol acabasse em poucas semanas a vida na Terra se acabaria. O sol. É ele que dá energia para os vegetais, e os vegetais fornecem energia para os consumidores primários, que alimentam outros consumidores. Então quando eu falo de nível trófico, cada um desses elementos da cadeia é um nível trófico. A palavra trófica tá relacionada a nutrição. Nível de nutrição. Então qual é o primeiro nível trófico dos seres vivos?

Brigite – As plantas.

Professor – Qual é o segundo nível trófico? Aqueles que comem as plantas. E qual o terceiro nível trófico? Aqueles que comeram as plantas. E assim vai, em sequência. E aí o mais interessante desses níveis tróficos é que a energia de cada nível trófico vai diminuindo com o tempo, ao passar para outro nível trófico. Por exemplo. Qual seres vivos vai receber mais energia.

Maristela – As plantas.

Professor – Daí o próximo consegue somente 10% da energia das plantas. Conforme vai aumentando o nível trófico, vai diminuindo a quantidade de energia que vai passando por essa cadeia alimentar. É isso que está sendo colocado aqui. Agora todos esses seres vivos da cadeia morrem e são decompostos e deixa o solo rico em nutrientes.

Gouveia – Daí são aproveitados pelas plantas.

Professor – Forma-se um ciclo de nutrientes. Não é um ciclo de energia. Os nutrientes são sempre reciclados. Daí você definiu muito bem o que era teia alimentar, que era a mistura de várias cadeias. Quando eu tenho uma cadeia alimentar eu vejo planta, herbívoro e carnívoro. Exemplo: Planta aquática, peixe, pássaro e cobra. Quem é que tem mais energia? A planta. Já na teia alimentar, se eu colocar um gavião que pode comer tanto o peixe quanto pode comer outro pássaro. Posso colocar também o homem que pode comer o peixe, mas pode matar o pássaro também. Então na realidade, na natureza existem as teias alimentares. Cadeias é puramente didática. Leiam um pouco mais sobre o assunto e expliquem para o Gouveia de forma mais clara.

Gouveia – Cadeia alimentar é o que mesmo?

Carla – Começa com a energia solar na cadeia alimentar. É a fonte primária de energia na cadeia alimentar. Fala tipo que a cadeia é formada por várias cadeias.

Maristela – Energia vai diminuindo nos níveis tróficos.

Gouveia – É trófico né.

Brigite – Professor uma pessoa só vai falar tudo?

Professor – Isso vai falar tudo e é por sorteio.

Carla – Calma. O que é nível trófico?

Maristela – É uma energia que que vai diminuindo de acordo com os níveis tróficos. Normalmente, 10% vai para o outro nível.

Brigite – Não, é melhor falar que só vai diminuindo.

Maristela – Não. Sobra 10% para o nível trófico seguinte.

Gouveia – Para os próximos consumidores.

Professor – E aí. Podemos?

Todos – Não.

Carla – Vamos citar um exemplo? Por exemplo, planta, castor...

Brigite – Não. Cobra, peixe, pássaro, homem.

Maristela – Não. Planta, peixe, pássaro e cobra.

Carla – Aí. No final coloca que os decompositores reiniciam esse ciclo.

Maristela – Já colocou sobre os decompositores?

Gouveia – Daí. Tudo se encerra com os decompositores.

Maristela – os decompositores encerram...

Carla – É melhor não colocar encerram, só colocar reiniciam, porque encerram? Ele não em fim.

Brigite – A energia solar é a fonte primária de energia das teias e vai diminuindo e por último tem os decompositores.

Falas Transcritas

Momento 3 - Apresentação para os outros grupos

Aluno escolhido aleatoriamente se posiciona diante da turma e é questionado pelo professor. Orienta que não se trata de uma avaliação e que o nervosismo é normal. Para tranquilizar mais ainda, informa que caso lhe falte alguma palavra em suas argumentações o próprio professor poderia ajudar e em último caso os colegas de turma também poderiam ajudar.

Maristela – Bom. As teias alimentares são compostas de todas as cadeias alimentares.

Professor – Pessoal. Olha aqui o que ela falou que vocês não sabiam ainda. Repete por favor o que são teias alimentares.

Maristela – São todas as cadeias alimentares.

Professor – É a união de cadeias alimentares. Então do jeito que vocês estavam vendo aí (LD). Plantinha, castor, o coioote. Beleza era uma sequência única. Mas não é assim na realidade. Na natureza temos na realidade teias. São várias cadeias unidas. E aí, o que mais? O que é nível trófico. Explica abençoada.

Maristela – É a quantidade de energia que passa de um consumidor para o outro. Por exemplo: As plantas têm maior nível de energia solar porque elas são as primeiras. Ai quando vai subindo o próximo absorve só 10% da energia solar do primeiro...

Professor – E o terceiro só 10% do segundo e assim vai. Então essa cadeia alimentar que vocês falaram, o que mais recebe energia, obviamente é a planta porque ela faz fotossíntese. Quando um animal come essa planta ele só consegue 10% dessa energia o restante a planta gasta com ela. Então percebe que a energia no nível trófico ela vai diminuindo. Planta serve de alimento para o castor, que serve de alimento para o coioote. A energia que chegou (na planta) é 100%, para aqui (castor), passou só 10%, aqui vai chegar só 1% do inicial de energia. Agora olhe o tamanho do coioote e do castor. Quem é maior?

Todos – Coioote.

Professor – Mas o coioote precisa de muito mais energia que o castor. Quanto maior o indivíduo mais energia ele precisa para se manter.

Marie Curie (aluna de outro grupo) – Daí ele como mais.

Professor – Acabo. Já me deu a resposta. É isso que quero de vocês. Isso estará em seus vestibulares. Se ele é maior terá eu comer mais para se manter. Portanto, no ambiente natural tem mais coioote ou mais castor?

Todos – Mais castor.

Professor – Mais castor, a natureza preparou tudo assim. E se você começar a matar coiootes, o que acontece com o castor?

Rafael (Membro de outro grupo) – Aumenta a população.

Professor - Aumenta a população, desequilíbrio ecológico, ambiental. E essa população aumentada pode causar problemas em que?

Todos – Nas plantas.

Rafael (Membro de outro grupo) – Professor então se eu pegar um terreno de 3 hectares e deixar lá somente o produtor e o consumidor primário e não colocar o consumidor secundário?

Professor – Já era a plantação.

Rafael (Membro de outro grupo) – Ou seja eu não posso deixar coelhos na minha fazenda sem ter o predador.

Professor – Olha. Aqui em Brasília tivemos um problema sério em um parque onde as pessoas abandonavam seus coelhos. Eles viraram uma praga porque não havia predador natural. Os órgãos de controle ambiental foram chamados para recolher os coelhos da área.

Anexo XXI - Transcrição das gravações do Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de Sexta-feira 1 (GTANTS1)

Link:

https://drive.google.com/file/d/15a43e92_xejoPb53RwLOquRvmOV3R3P/view?usp=sharing

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Brás – Mano eu já entendi. É o que ele precisa para sobreviver. Se chama nicho ecológico. Nicho seria um conjunto de animais que precisam de uma forma para sobreviver.

Brás – Ele tá falando tipo assim...

Maria – Já temos o conceito de teia alimentar, que é a junção de várias cadeias. Entendeu?

Brás – A é...

Maria – Que pode ser chamada de cadeia trófica também. Não entendi o que é cadeia alimentar, você entendeu?

Brás – É quando um animal precisa do outro para sobreviver.

Maria – É?

Brás – É, cadeia alimentar.

Professor – Mas o que vocês entenderam por cadeia alimentar?

Maria – É a junção de várias cadeias.

Professor – Perfeito, é a junção de várias cadeias. Mas o que mais pode você colocar de interessante sobre a cadeia alimentar?

Brás – Um animal precisa de outro para sobreviver.

Professor – Um animal depende de outro para sobre viver. Ai com esse negócio de teias alimentar, você precisa entender o que é nível trófico, daí você vai acrescentar mais informações sobre cadeia alimentar. Você já até entendeu o que é teia alimentar. São várias cadeias. Agora, quando você entender o que é nível trófico ficará mais claro ainda. Por isso vocês precisam trocar essas informações.

Maria – Tá meio difícil professor.

Chagas – Eu estou tentando entender o que é cadeia alimentar para passar para cá.

Maria – Ah. É o que cada um se alimenta.

Chagas – Nível trófico então seria...

Maria – A gente tem que responder a essas perguntas.

Chagas – Nível trófico é como se chama o processo de... é... processo de passar energia para o primário ...é como é que chama? De um nível trófico para o outro.

Brás – Ah, energia, energia.

Chagas – Eu entendi, eu entendi. Espera. Nível trófico é tipo, é é... A planta consegue uma certa quantidade de energia, o nível trófico um são os produtores, o nível trófico 2 são os consumidores primários e o nível trófico 3 são os consumidores secundários e eles passam do nível trófico ...(inaudível) até o terciário. Tá entendendo?

Brás – A planta passa energia para o castor, o castor passa para o coiote, o coiote para o lobo.

Chagas – Então nível trófico é o nível ... O nível trófico um são os produtores, o nível trófico 2 são os consumidores primários, esse nível trófico são os consumidores secundários.

Maria – Mano, eu já estou entendendo, mas o negócio é explicar.

Brás – Tá igual a mim. Eu entendo um pouco, mas não consigo explicar.

Maria – Eu estou estudando mais estrutura trópica do que cadeia alimentar...

Brás – A energia passa pelos níveis ...

Chagas – Mas não 100%. Porque 90% da energia disponibilizada vai ser utilizada e aproximadamente 10% vai para o nível trófico seguinte. Aqui ó. O castor pegou 100% da energia da planta e usou 90% e deu 10% para o coiote. Esses 10%, 90 foi usado pelo coiote. Só que eles também têm a própria energia deles.

Brás – Então se ele pegar energia tem que passar para o nível trófico?

Chagas – No nível trófico 1 os produtores recebem a energia do sol. Eu entendi, agora vamos ver como escrever.

Maria – Você entendeu?

Chagas – Sim. O nível trófico é tipo. Ah como eu vou explicar? Por exemplo. O nível trófico um são os produtores, o nível trófico dois são os consumidores primários e o nível trófico três são os consumidores secundários, é isso.

Brás- Hum, não entendi nada.

Maria – É a utilização desses produtores e consumidores para o ecossistema...

Chagas – É como eles definem...

Brás – ...A função deles...

Chagas - ...não. Nível trófico não é uma função. É como é caracterizado um negócio...

Maria – ...os produtores e consumidores.

Chagas – Nível trófico um são produtores, nível trófico dois...

Maria – Tá isso a gente sabe. Isso tá claro, mas a gente tem que ser exato.

Chagas – Tá aí o problema menina.

Chagas – Isso aqui também eu já entendi. A estrutura trófica de uma cadeia pode ser representada por pirâmides de energia.

Brás – Mano o que é nível trófico?

Maria – Eles estão falando só o que está escrito no livro. Se você conseguir decorar tudo que está no livro tudo bem.

Chagas – Você quer que eu decore isso aqui tudo?

Maria – Ué, então saiba explicar.

Brás – O negócio é que você não precisa decorar, você precisa entender. Explicar com suas próprias palavras.

Maria – É isso mesmo.

Chagas – Será que os níveis tróficos são os níveis de produção de energia da cadeia alimentar.

Brás – Não sei.

Maria – Pode ser também.

Chagas – Anota antes que eu esqueça. Eu disse, talvez os níveis tróficos sejam os níveis de produção de energia na cadeia alimentar.

Maria – Teia alimentar também pode ser chamada de teia trófica. Aqui diz que a energia é unidirecional, o que é isso.

Brás – Uma única direção.

Chagas – É o que não tem direção certa.

Brás – Uma única direção, uni, uni.

Falas Transcritas

Momento 3 - Apresentação para os outros grupos

Aluno escolhido aleatoriamente se posiciona diante da turma e é questionado pelo professor. Orienta que não se trata de uma avaliação e que o nervosismo é normal. Para tranquilizar mais ainda, informa que caso lhe falte alguma palavra em suas argumentações o próprio professor poderia ajudar e em último caso os colegas de turma também poderiam ajudar.

Professor – Maria Neves explique o que são teias alimentares e níveis tróficos.

Maria – Eu vou voltar um pouco em cadeias alimentares para definir teias alimentares. Cadeia alimentar é uma relação entre seres vivos que representa o fluxo unidirecional de energia, matéria.

Professor – Então o que ela está querendo dizer com fluxo unidirecional de energia. A energia sempre flui das plantas para o consumidor primário, secundário, terciário. É unidirecional. Isso é cadeia alimentar. Mas não é bem assim na cadeia alimentar né?

Maria – Não. Teia é o conjunto de várias cadeias alimentares e também pode ser chamada de cadeia trófica. E os níveis tróficos são

Chagas – É o nível da produção de energia dos seres na cadeia alimentar.

Professor – Qual a nossa fonte primária de energia? O sol. Isso tem que está muito claro. Fonte principal e primária. Daí essa energia vai chegar primeiramente para quem?

Brás – Para as plantas.

Professor – E depois vai passar para quem?

Chagas – Para os herbívoros.

Professor – Mas ele passa toda a energia?

Maria – Não.

Professor – Quantos por cento?

Chagas – 10%.

Professor – A planta passa somente 10% para o próximo nível trófico o restante ela mesma consome. Então o que está acontecendo? O fluxo de energia está aumentando ou diminuindo.

Todos – Diminuindo.

Anexo XXII - Transcrição das gravações do Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de Sexta-feira 2 (GTANTS2)

Link:

https://drive.google.com/file/d/1zPC4Pdn0g_iKLSOVLUcOUFnR6TIJs7Aq/view?usp=sharing

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Adolfo – Cadeia alimentar, tipo um animal como o outro. Ai a teia alimentar é tipo um monte de coisa.

Vital – A planta faz fotossíntese, aí como a planta. Daí o coioete come o rato e o lobo cinzento pode comer o coioete. Aí o alce pode comer ... O que? Deve tá errado isso aí. A não o lobo come o Alce.

Adolfo – Aqui ó. É porque é teia. Tudo se conecta com tudo, entendeu? É como se o rato comesse a planta e o gavião comesse o rato.

Vital - Daí olha aqui. O coioete pode comer esse aqui (castor) e pode comer o rato também. Ele pode comer o castor também e o lobo cinzento pode comer o coioete. O Lobo cinzento pode comer o alce e o veado.

Bartolomeu – A teia alimentar é tipo uma cadeia.

Duila – Compartilha as informações conosco.

Bartolomeu – Como posso explicar o que é teia alimentar.

Vital – Conjunto de cadeias alimentares.

Adolfo – Isso aqui é uma cadeia alimentar, isso aqui é cadeia alimentar e isso aqui é outra cadeia alimentar. Só que é tudo interligado.

Duila – É isso? É isso?

Vital – E níveis tróficos?

Duila – E onde tem isso?

Bartolomeu – Nível trófico é tipo o nível da cadeia alimentar entendeu?

Vital – O primeiro nível são os seres que fazem fotossíntese, o segundo nível são os seres que comem as plantas, o terceiro nível são os carnívoros que são aqueles que comem quem comeu as plantas.

Adolfo – O que é nível trófico?

Duila – São bióticos que consomem semelhantes...

Vital – Então teias alimentares são várias cadeias interligadas.

Duila – Nível trófico são conjuntos de semelhantes que possuem na cadeia alimentar... têm semelhantes hábitos alimentares.

Vital – São várias cadeias interligadas

Duila – Nível trófico é o conjunto de indivíduos que têm os mesmos hábitos alimentares.

Adolfo – Como é?

Duila - o conjunto de semelhantes que têm os mesmos hábitos alimentares.

Vital – É só falar que é o conjunto de várias cadeias.

Bartolomeu – Como é – São várias cadeias interligadas.

Duila - o conjunto de semelhantes que têm os mesmos hábitos alimentares.

Professor – Você já explicou para eles?

Vital – Já.

Duila – Sim.

Professor – Então você já entendeu como é, explique novamente.

Duila – É, nível tróficos é...

Vital – Não. O que é uma cadeia alimentar. Ele acabou de falar.

Professor – Pois é. O importante é que todos saibam falar. Eu farei um sorteio entre vocês.

Vital – Teia alimentar é o conjunto de cadeias alimentares né, que são interligadas.

Professor – São interligadas.

Vital – E nível trófico é tipo...

Adolfo – Tem o nível dos que fazem fotossíntese que são as plantas...

Professor – Nível trófico é o nível de energia. Se você passar para a próxima página verá que a energia vai diminuindo na cadeia.

Vital – Ah, aqui ó.

Adolfo – Nível trófico é o nível de energia que cada consumidor adquire.

Bartolomeu – As plantas pegam energia do sol. Daí o consumidor secundário pega energia da planta.

Falas Transcritas

Momento 3 - Apresentação para os outros grupos

Aluno escolhido aleatoriamente se posiciona diante da turma e é questionado pelo professor. Orienta que não se trata de uma avaliação e que o nervosismo é normal. Para tranquilizar mais ainda, informa que caso lhe falte alguma palavra em suas argumentações o próprio professor poderia ajudar e em último caso os colegas de turma também poderiam ajudar.

Duila – Teia alimentar é o conjunto de cadeias alimentares é ... esqueci a palavra.

Grupo – Interligados.

Professor – Que são interligadas. Então cadeias alimentares são sequências lineares, as teias alimentares não são lineares. Existe uma interdependência entre as cadeias alimentares.

Professor – Então são várias cadeias em um lugar só.

Professor – E o que é nível trófico Duila? Explique para nós. Ajuda aí pessoal.

Bartolomeu – É o nível de energia.

Professor – É o nível de energia. É quanto de energia tem nos seres vivos. Esses seres vivos do quadro. Qual é que tem mais energia.

Todos do grupo – A planta.

Professor – E quando o castor come a planta, ele só consegue 10%. Quando o coioete come o castor só consegue 10%. Então a energia na cadeia alimentar vai diminuindo, a energia no nível vai diminuindo. Então quanto mais distante tiver das plantas menor é a energia no nível trófico. Para compensar isso eles têm que comer mais. Se o lobo é o último, como um animal desse tamanho vai sobreviver se ele gasta mais energia. Vai ter que comer mais. Por isso comem mais que o castor.

Anexo XXIII - Transcrição das gravações do Grupo Teia Alimentar e Nível trófico de Sexta-feira 3 (GTANTS3)

Link:

https://drive.google.com/file/d/1-zNBKz98A_LbV1CZtlypSJgHB0_XB0j/view?usp=sharing

Falas Transcritas

Momento 2 - Discussão e aprendizado compartilhado

Pasternak – A fonte primária de energia nas cadeias alimentares é a energia solar, sendo 90% é transformada, restando 10% para o restante. Na figura 5-14 tem consumidores. Resolvi em duas frases.

Elisa – Eu ainda não. Eu não entendi esse negócio de 10%.

Pasternak – Será porque o primeiro nível trófico fica com 90% e os demais com 10%?

Elisa – Onde é que você viu isso?

Parternak – Ah, tá aqui. Oxi, que loucura!

Bergman – Tá aqui falando que só os produtores recebem energia solar.

Parternak – Só o primeiro nível trófico. Então é isso que não estamos entendendo.

Bergman – Então, porque as plantas precisam do sol para fazer a comida delas o resto como planta, daí não precisam do sol.

Pasternak - Ah é. Agora entendi.

Elisa – Aqui fala mais sobre cadeia alimentar. Veja também: A biomassa representa toda massa de seres vivos relacionados a determinada teia alimentar e não a massa de organismos individuais.

Pasternak – A gente já sabe que a fonte primária de energia é a energia solar e a biomassa representa toda massa de seres vivos da teia alimentar e não a massa de organismos individuais. Elisa fala aí, o que você entendeu participa, já que você está caladinha e não falou nada.

Elisa – Acho que eu entendi tudo.

Pasternak – Então explica!

Professor – Tenta explicar para gente o que é teia alimentar.

Elisa – Teia alimentar, pelo que eu entendi é a união de cadeia alimentares.

Professor – É a união de cadeias alimentares. A cadeia é uma sequência linear de organismos que servem de alimento um para o outro. A teia é a união de várias cadeias.

Elisa – Na teia alimentar tem o produtor, o consumidor primário e o consumidor secundário e terciário. O produtor é tipo assim. Temo sol né e o consumidor primário é a planta.

Professor – Não. O sol é a fonte primária de energia. Quem é o produtor? A planta. Porque é ela que transforma a energia do sol em energia química, nas moléculas de glicose. Ela é produtora, faz fotossíntese. Todo organismo que faz fotossíntese é produtor do seu próprio alimento. Então as plantas são os produtores. Quem como a planta é o que?

Elisa – É o consumidor primário.

Professor - e quem como o consumidor primário?

Elisa – O secundário.

Professor - e quem como o consumidor secundário?

Elisa – Terciário.

Professor – Mas assim. O nível trófico tem a ver com o nível de energia.

Pasternak – Como é teia alimentar mesmo?

Elisa – É a conexão de várias cadeias alimentares. E a fonte primária das cadeias alimentares é a energia solar.

Pasternak – Teia alimentar é a conexão de várias cadeias. Então a fonte primária é a luz solar. Ai a planta faz a fotossíntese. Daí vem o consumidor primário e ele fica com a energia e assim vai. Tem consumidor secundário, terciário e eles vão comendo um ao outro.

Elisa – A teia alimentar é a junção de um monte de cadeias. Daí a planta suga a energia do sol, que vai para o consumidor primário, só passa 10% da energia da planta. O consumidor primário só passa 10% da energia que ele tinha.

Falas Transcritas

Momento 3 - Apresentação para os outros grupos

Aluno escolhido aleatoriamente se posiciona diante da turma e é questionado pelo professor. Orienta que não se trata de uma avaliação e que o nervosismo é normal. Para tranquilizar mais ainda, informa que caso lhe falte alguma palavra em suas argumentações o próprio professor poderia ajudar e em último caso os colegas de turma também poderiam ajudar.

Anexo XXIV- Link do questionário validade do conteúdo

Link:

https://drive.google.com/file/d/1EI_pEjlguct_yF6v0fXU5WC8Wh9wmr3r/view?usp=sharing

Anexo XXV - Link do questionário Validade do Conteúdo respondido pelos pareceristas

Link do Parecer da doutora em Educação e Bióloga (nome mantido em sigilo)

https://drive.google.com/file/d/1IL37I4m7T54rrq0PWY6mr_VhfzluVjXP/view?usp=sharing

Link do parecer do Doutor em Educação e Químico (nome mantido em sigilo)

https://drive.google.com/file/d/16lmy89DsCiKSfjAbU_J698YzEQfUIH7C/view?usp=sharing

Link do parecer da Doutora em Educação e Bióloga (nome mantido em sigilo)

<https://drive.google.com/file/d/1UrV6MzpmMkWG0r9k2X11z3rUpzEvpuMo/view?usp=sharing>

Link do parecer do Doutor em Educação e Biólogo (nome mantido em sigilo)

<https://drive.google.com/file/d/11GF3cIlrq3EMw8NI9qXLKJA3JX4M72Tt/view?usp=sharing>

Link do parecer do Doutor em Educação e Especialista em língua portuguesa (nome mantido em sigilo)

<https://drive.google.com/file/d/1MuzxJErRS32mKlFBec-upBPBvirGwZ5-/view?usp=sharing>

Anexo XXVI - Textos produzidos pelos estudantes (QSC-1)

Nomes: (grupo)	Valores:
Disciplina eletiva. Ciência Tecnologia e desenvolvimento social	Data:
Professor (a): Werner Bessa Vieira	
Questões Sociocientíficas (QSC-1)	

Aspectos socioambientais do uso de agrotóxicos

Esta semana, nas proximidades do município de Cruz das Almas, Bahia, na comunidade rural de Sapezinho do Bom Gosto, João Batista, após sair da sua plantação no quintal da casa, sentiu-se mal. João Batista foi encontrado desmaiado pela sua esposa, Maria, e pelo seu filho mais velho, Felipe. Maria percebeu que, ao lado do seu marido, havia embalagens de veneno que de vez em quando ele utilizava na plantação – o glifosato Roundup. Após passar dois meses em coma, o agricultor apresentou problemas associados à fala e à locomoção, impossibilitando-o de trabalhar na plantação. Segundo Felipe, seu pai desmatou uma grande área de terra onde planta somente laranja e, a cada ano, vê o solo ficando mais pobre e precisando de adubos e agrotóxicos. Maria, que se vê em uma situação difícil, uma vez que não sabe como vai trabalhar sozinha na plantação, desabafa:

- Maria: João vinha comprando os produtos na mão do vendedor desde 1990, porque se não comprasse não ganharia o dinheiro que o governo empresta para seguir com a lavoura e, em troca, ele ainda ganhava as sementes; além disso, os meninos ainda eram pequenos e não podiam ajudar João. Tem o Felipe, mas ele quer estudar na cidade.

- Felipe: meu pai aplicava o remédio sozinho. Não queria deixar de usar ele, porque conseguia dar conta da tarefa em pouco tempo. Além disso, não tem mais pessoas para fazer esse tipo de trabalho aqui na roça; os jovens estão indo procurar outras formas de viver na cidade.

- Maria: o homem do campo não tem mais valor. O trator e o remédio substituem nosso trabalho em dois tempos. Eu não sei o que fazer para continuar alimentando meus filhos. Cuidar da plantação é o único meio que a gente tinha para sobreviver.

- Felipe: mãe, o que vai ser de você e do meu irmão? Temos que voltar a produzir como antes, sem o veneno. Mas não se preocupa, estou entrando na faculdade e espero voltar com a solução para acabar com o uso desse tal de agrotóxico e saber por que ele é tão presente hoje na agricultura.

Ao entrar em um curso de Agroecologia, Felipe começa a buscar informações e decide montar um grupo de estudos na associação da comunidade para compreender melhor o assunto, juntamente com os moradores locais, bem como com os jovens da escola. E as primeiras perguntas a serem levantadas foram: que fatores têm contribuído para o uso intensivo de agrotóxicos? Existem formas alternativas de combater pragas e doenças? O que podemos fazer para eliminar os agrotóxicos das plantações?

Questão 3 - Qual é o nome mais apropriado para se referir aos agrotóxicos: veneno ou remédio? Por quê?

3- Depende da situação, se a planta precisa de ajuda, então para ajudar a se desenvolver no caso e vencer, agora se for preciso matar invasores que atrapalham seu desenvolvimento é o veneno.

Questão 3: Os dois, mata os insetos e faz com que os produtos não tenham pragas, faz mal para o solo, e elimina os insetos benéficos.

Questão 3: Veneno, pois é a substância mais maléfica de que se beneficia para os meios vivos.

Questão 3: Depende do ponto de vista, pode ser veneno e remédio. Porque o veneno pode prejudicar as plantas frutíferas, e o remédio ajuda as plantas frutíferas e mata as pragas.

3) Pesticida, pois é o nome mais apropriado para se referir a essas substâncias. Quando o pesticida resolve o problema do agricultor é chamado de remédio, mas quando faz mal ao agricultor é chamado de veneno.

Questão 11 - Como os agrotóxicos podem interferir nas cadeias alimentares?

11) Porque vai matar os insetos causando desequilíbrio, ^{na cadeia alimentar} os predadores deles vão morrer de fome. Que vai causar extinção de certas espécies.

Questão 11: Exemplo: se você colocar um animal que acaba com a parte das plantas e não colocar outro animal para comer o outro isso vai acontecer em um problema bem pior.

11 = pode descontrolar populações de insetos.

11- Ele interfere na cadeia alimentar pois mata "insetos" no caso as suas presas vão sofrer, passar fome e morrer; etc..

Questão 11: Interferem de uma forma ruim, porque diminui as presas e dos predadores.

Questão 13 - Você concorda com a ideia de que o uso de agrotóxicos é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade?

13 - Sim e ~~mesmo~~ pois faz os alimentos crescerem com nutrientes.

de outros seres vivos.
13) Sim, sem o uso dos agrotóxicos as pragas tomam conta das plantações e faltariam alimentos para os consumidores.

Questão 13: É bom para matar as pragas, assim, aumenta o tamanho e peso das frutas, porém, prejudica o solo deixando ele pobre.

13) Sim, se for de forma ética. mas se for de forma intoxicante, não.
19)

Questão 13: Sim, mas isso pode gerar muitas consequências, como por exemplo os danos: câncer e etc.

13. Sim, sem uso dos agrotóxicos pode interferir no desenvolvimento das plantas.

Questão 19 - O que significa o valor do homem do campo, segundo Maria?

Questão 19: Porque usa mais tecnologia do que pessoas ultimamente.

19) Significa que o homem trabalha muito pouco perto de tecnologia como o trator e as picadeiras, que fazem este papel de uma forma muito mais eficiente que o agricultor.

Questão 19: As máquinas como o trator estão sendo substituídas pelos homens, pois as máquinas trabalham mais do que os homens. Assim, produzem mais do que o homem.

Questão 19 - O que significa o valor do homem do campo, segundo Maria? Eles não tem mais valor, pois foram substituídos pelas máquinas e os agrotóxicos.

Questão 19: O que eles estavam fazendo para ganhar dinheiro e alimentos sem pilhas as máquinas fazem por eles.

19. O valor do homem e sua produção

ANEXO XXVII - Textos produzidos pelos estudantes (QSC-2)

Nomes: (grupo)	Valores:
Disciplina eletiva. Ciência Tecnologia e desenvolvimento social	Data:
Professor (a): Werner Bessa Vieira	
Questões Sociocientíficas (QSC-2)	

O envenenamento das abelhas

Imagine que seu tio é um apicultor e tem enfrentado problemas em relação ao seu vizinho que cultiva maçãs e usa um agrotóxico neonicotinoide. Seu tio lhe diz:

- Minhas abelhas estão morrendo envenenadas! Meu vizinho diz que está usando o agrotóxico seguindo as instruções e que o SINDIVEG (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal) afirma que não há estudos conclusivos sobre a influência dos agrotóxicos na saúde das abelhas. O que você sabe sobre isso?

Você, sabendo que as abelhas contribuem com o aumento da produtividade de mais 70% dos cultivos agrícolas, decide fazer uma investigação:

- Eu e meus colegas vamos ver o que podemos fazer para lhe ajudar.

Seu tio lhe responde:

- Muito obrigado! O que eu preciso saber é: se minhas abelhas estão, de fato, sendo prejudicadas pelo veneno do vizinho; se eu posso fazer algo para evitar a intoxicação de minhas abelhas; se eu posso dizer algo para que meu vizinho deixe de usar agrotóxicos em sua plantação. Além disso, os insetos e as flores estão trabalhando juntos há milênios e não é certo interferir com tanto veneno.

Quando você expõe o caso do seu tio ao seu grupo, seu amigo Paulo duvida da redução das abelhas:

- Será que as abelhas estão mesmo desaparecendo? As lixeiras estão sempre cheias de abelhas!

Sua amiga Júlia, que já conhecia alguns polinizadores de plantas produtoras de frutos de interesse comercial, diz:

- Mesmo que não estivessem morrendo, temos que preservar as abelhas! Esse vizinho não sabe que as maçãs dele dependem dos polinizadores das redondezas?

Você responde:

- Talvez ele esteja apostando em outras formas de polinização... Mas, até onde eu sei, com as abelhas, a qualidade do fruto é melhor, e aí o preço final pode ser maior.

Sua amiga Fernanda retruca:

- Que o preço das frutas e dos legumes tem aumentado, isso tem. Mas será que as abelhas têm algo a ver com isso?

Finalmente, Paulo completa:

- Mas o mercado sempre está cheio de frutas e legumes (tanto em variedade quanto em quantidade).

Os produtos chegam a estragar nas prateleiras! Como isso é possível?

Nota: elaborado pelos autores com base em Conrado et. al. (2015).

Questão 5. Sobre o comentário de Julia, como a diversidade e a abundância de polinizadores podem afetar a produtividade em diversas culturas?

Q5
1- mesmo que já tenha uma abundância das abelhas e outros polinizadores, devemos preservar os polinizadores desde já, pois somos muito dependentes deles.
Q7
2- Desmatamento, alteração climática...

Q5- Eles ajudam a transferir pólen. Afetam como: ~~em~~ aumento da taxa de polinização, melhoria na qualidade de frutos, aumento da resistência de pragas e etc.

Q5. Com a diversidade e abundância de polinizadores correta a produção e qualidade da colheita será ótima. Mas com a interferência nesses agentes a produção pode estar comprometida. Aumento do preço final do alimento.

⑤ A diversidade dos polinizadores, pode afetar diretamente cadáver alimentares de animais silvestres, e também, com o falta dele pode afetar diretamente o mercado,

Exemplo 5: Os polinizadores afetam diretamente em ~~maneira~~ ou não morder o fruto, se não morder os abelhas terá menos frutos, ou se não preferir.

Questão 5:
Eles podem afetar positiva e negativamente, pois os polinizadores aumentam a produtividade nas culturas, se os números de polinizadores forem baixos a produção decairá.

Q5. Os POLINIZADORES FECUNDAM AS FLORES QUE POSTERIORMENTE SE TRANSFORMARÃO EM FRUTOS. ISSO AJUDA NA PRODUÇÃO DE VÁRIAS CULTURAS.

Q5/ Com a ABUNDÂNCIA DE POLINIZADORES É POSSÍVEL OBSERVAR QUE HÁ UM AUMENTO SIGNIFICATIVO NA QUALIDADE E QUANTIDADE DOS FRUTOS, COM ESTE NÚMERO ELEVADO DE FRUTOS É POSSÍVEL MANTER O PREÇO DOS PRODUTOS MAIS ACESSÍVEIS PARA A POPULAÇÃO.

Q05. Os agrotóxicos afetam diretamente a diversidade de polinizadores que por sua vez são reduzidos a um número menor, assim mudando diretamente a produção de alimentos, dessa forma levando-os mais caros no mercado.

Questão 12. Como os agrotóxicos podem afetar a sobrevivência das abelhas e a qualidade de vida humana?

Q12
3- Afeta as abelhas por envenenamento. Assim como os humanos afetando na qualidade de vida causando doenças e diminuindo na produção de alimentos.

Q12: Afetam as abelhas causando morte. Na vida humana afetam no sabor das frutas e legumes e podem causar doenças.

Q12 - Em excesso faz mal para o ser humano e um tóxico que o humano consome pode ser fatal para a abelha.

Q12. Com a alteração causada pelos agrotóxicos as abelhas podem ter que procurar outro alimento, assim impactando na produção de alimentos, o que afeta o ser humano.

Q12 - MATANDO AS ABELHAS E ENCARECENDO AS FRUTAS E OUTROS PRODUTOS AGRÍCOLAS.

ANEXO XXVIII - Autores do Livro Didático O livro didático Evolução, biodiversidade e sustentabilidade – Ensino Médio – Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, publicado em 2021, 1ª Edição e suas qualificações

Eduardo Mortiner, licenciado em química e doutor em educação pela Universidade de São Paulo e pesquisador convidado da École Normale Supérieure Lettres et Sciences Humaines de Lyon, França.

Andreia Horta, licenciada em química, doutora em Química e professora titular da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Alfredo Mateus, bacharel em química, doutor em química pela University of Florida – USA. Danusa Munford, bacharel e licenciada em Ciências Biológicas e doutora em educação pela Pennsylvania State University – USA.

Luiz Granco, licenciado em Ciências Biológicas e doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Santer Matos, licenciado em Ciências e doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Arjuna Panzera, licenciado em física e mestre em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Esdras Garcia, licenciado em física e mestre em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Marcos Pimenta, bacharel em física e mestre em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

ANEXO XXIX - Contexto histórico no nascimento do livro didático

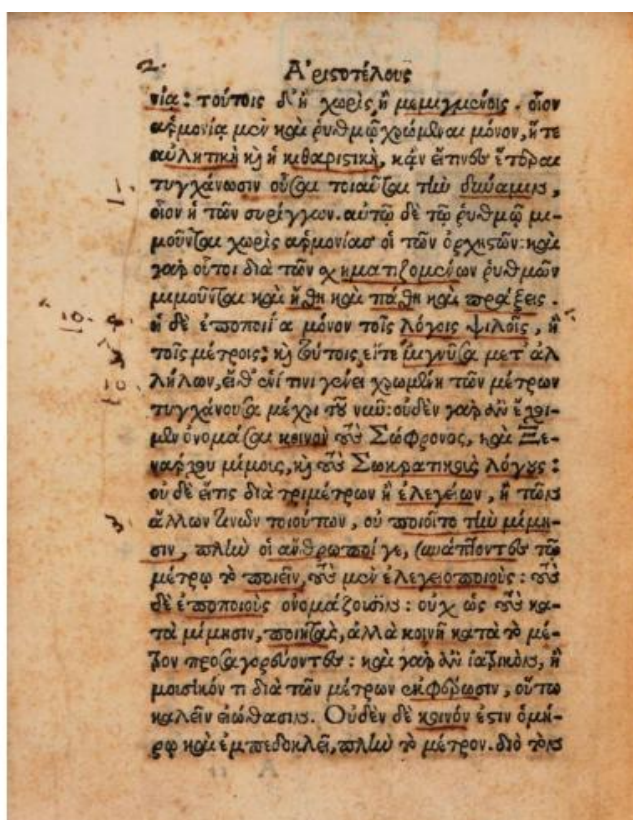
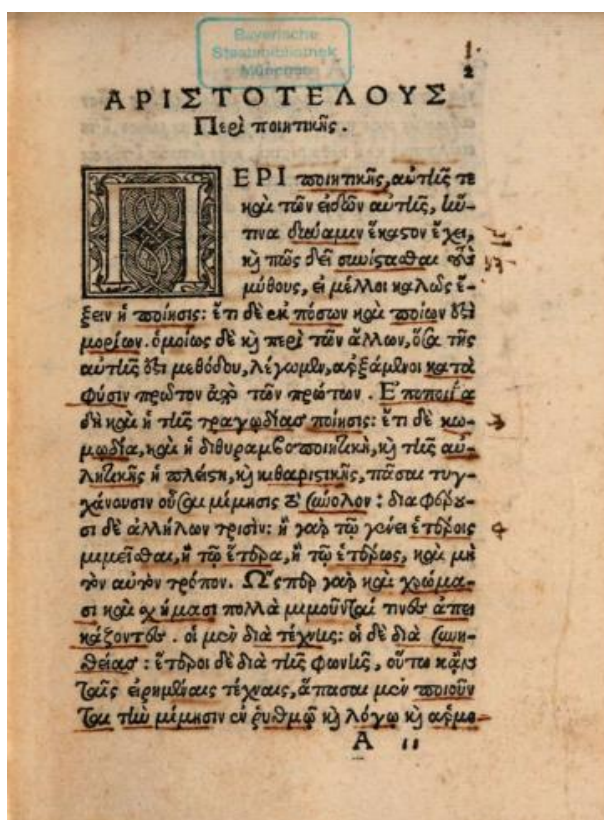
As autoras Lajolo & Zilberman (1999) apontam a obra *Poética* de Aristóteles no século IV a.C. como o exemplo mais antigo de um LD, ainda sem todas as características vistas hoje, mas que servia de guia para Aristóteles conduzir suas apresentações orais.

A obra de Aristóteles serviu posteriormente para uso individual dos alunos, reforçando a ideia do LD contemporâneo. Segundo Moraes (2018) é possível notar que a obra de Aristóteles passou por uma série de modificações, tais como edição em outras línguas e interpretação e explicações do tradutor (Figura 33 e 34). A mudança na tipografia (conjunto dos procedimentos de criação e aplicação dos caracteres, estilos, formatos e arranjos visuais das palavras) de uma edição para outra (comparando figura 34 com a 35) reflete a intencionalidade do autor em permitir maior facilidade de compreensão da obra por aqueles que farão a leitura. Essas mudanças mostram uma clara convergência, ainda que rudimentar, para os LDs de hoje.

Figura 33.

Aristóteles. De Arte Poética. Florença: Petro Victorio, 1564. Edição integral, em grego, sem acréscimos e comentários

Nota: Reprodução permitida para uso não comercial, adaptado de Moraes (2018).

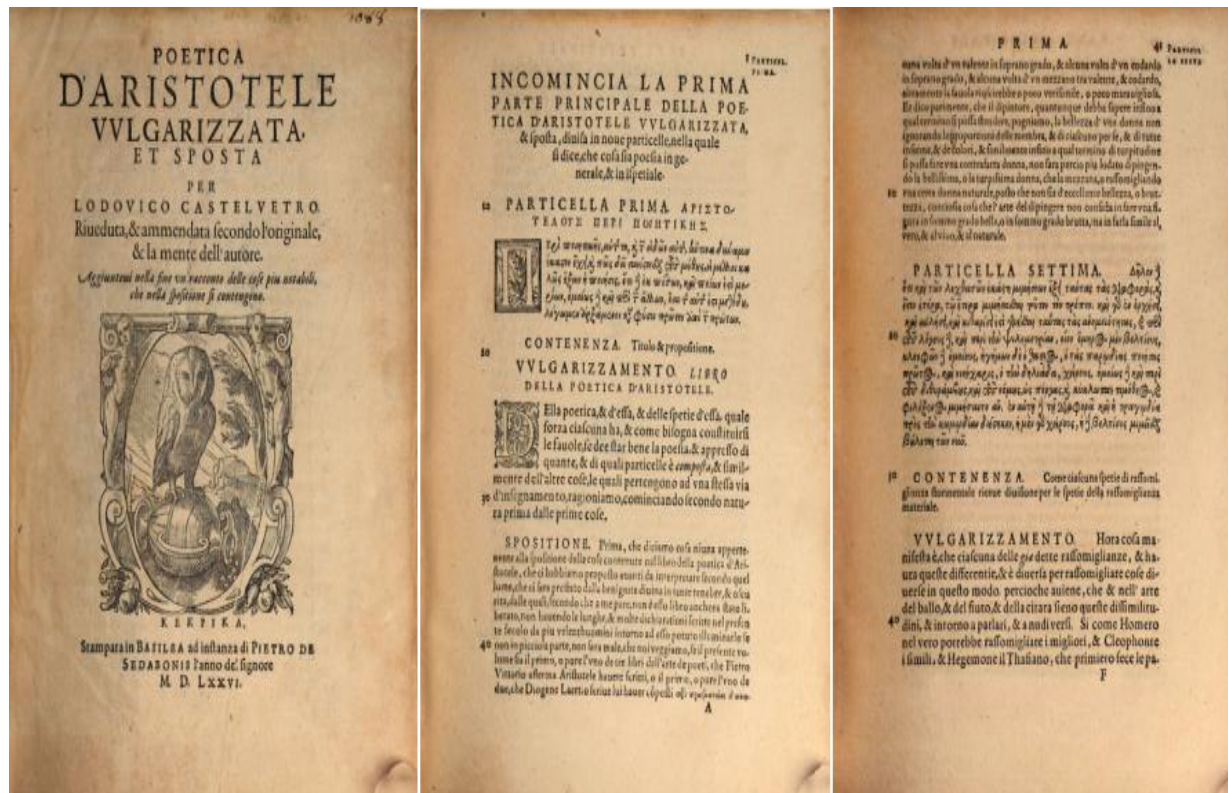


A obra de Euclides teve especial importância devido ao tempo em que seu uso vigorou, desde a antiguidade até o século 19. Durante este período, muitas alterações tipográficas foram feitas, tais como,

presença de figuras, sistematização e exposição de seu conteúdo, apoiado em sequências de imagens para efetivar as demonstrações e ensinar (Figura 35 e 36).

Figura 34.

Aristóteles; Lodovico Castelvetro. La Poetica d'Aristotile. Basilea: Pietro de Sedabonis, 1576. Edição em italiano, com interpretação e explicações do tradutor, para uso facilitado



Nota: Reprodução permitida para uso não comercial, adaptado de Moraes (2018).

Figura 35.

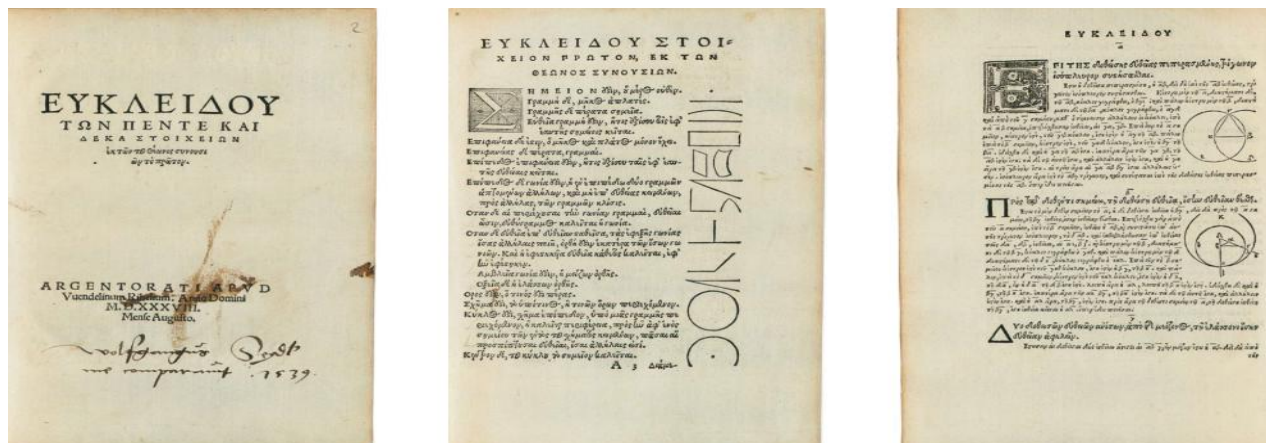
Euclides. Elementa. Códice do século XIII em grego antigo, em pergaminho.



Nota: Reprodução permitida para uso não comercial, adaptado de Moraes (2018).

Figura 36.

Euclides. Elementa, liber 1. Edição em grego de Argentoratum (Strasbourg), 1538

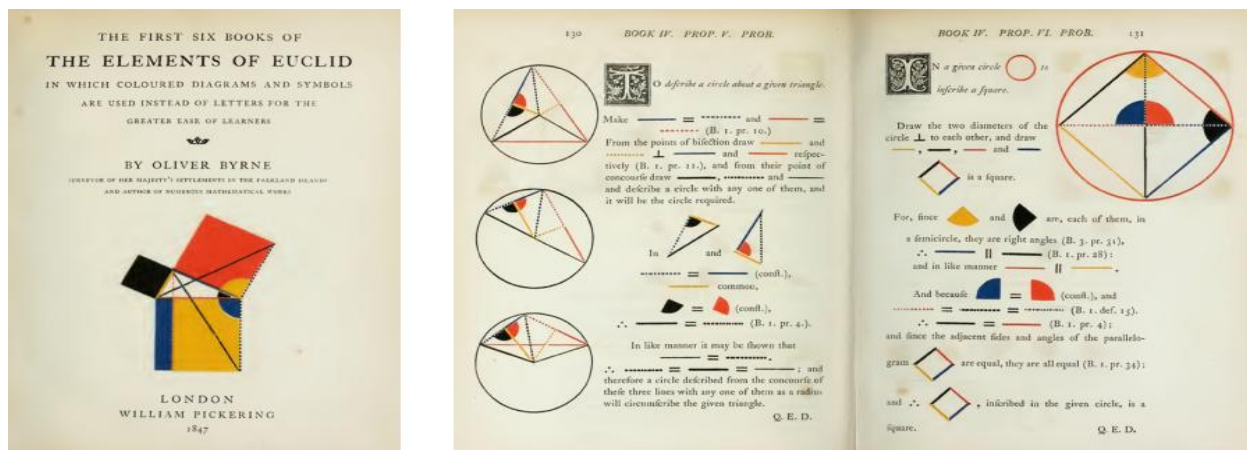


Nota: Reprodução permitida para uso não comercial, adaptado de Moraes (2018).

A edição de *Os Elementos* de 1897 recebeu cores (Figura 37). O aprendizado tornava-se mais tangível quando as figuras coloridas estavam associadas ao texto. Essa tipologia está muito presente nos livros didáticos de matemática e ciências da natureza na atualidade.

Figura 37.

The first six books of The Elements of Euclid, London, William Pickering, 1847. Adaptação de Oliver Byrne, que utiliza a cor como recurso didático.



Nota: Domínio público. Reprodução permitida para uso não comercial Moraes (2018).

Para alguns autores, [Munakata \(2016\)](#) e [Rodríguez & Seoane \(2017\)](#), ainda não há um consenso sobre o conceito de manual escolar (Livro didático). O dissenso ocorre devido aos contextos nacionais, às dimensões linguísticas e à política educacional e cultural em que esta ferramenta está presente.

[Munakata \(2016\)](#) preconiza que uma das coisas peculiares à escola é precisamente o LD, que, apesar de estar presente em vários lugares, só se justifica na e pela escola. [Ossenbach \(2010\)](#) defende que o manual escolar tem aspectos próprios que o caracterizam, independentemente de contextos e dimensões outras, pois há uma intencionalidade do autor ou editor de atender ao ensino escolar.

A combinação particular desses dois elementos (ele cita elementos da obra de Comenius de 1658) tais como: linguagem vernácula, junção de textos e imagens, somada a uma estrutura sequenciada e cíclica do conhecimento transmitido, constituem o sinal de identidade dos livros escolares, o que os tornam um produto editorial específico e diferenciado e permite distinguir espontaneamente um livro escolar de outras obras impressas. ([Ossenbach, 2010](#))

A estrutura de um LD torna-o único, pois apresenta uma sistematicidade que engloba sequenciamento lógico, adequação ao trabalho pedagógico pelo estilo textual expositivo combinado a imagens, gráficos e tabelas, quadros de resumo e exercícios que são expressamente voltados ao ensino escolar.

De acordo com o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), gestor do PNLD (Programa Nacional do Livro Didático), o LD é uma ferramenta alternativa criada para facilitar a mediação didático-pedagógica do conhecimento prático e teórico entre o professor e o aluno ([Gramowski et al., 2017](#)).

Para melhor definir o LD, é importante entendê-lo a partir do século XVII, período em que houve a ascensão da Instituição Escola e das Técnicas de Impressão. Foi com as transformações do ensino, da escola

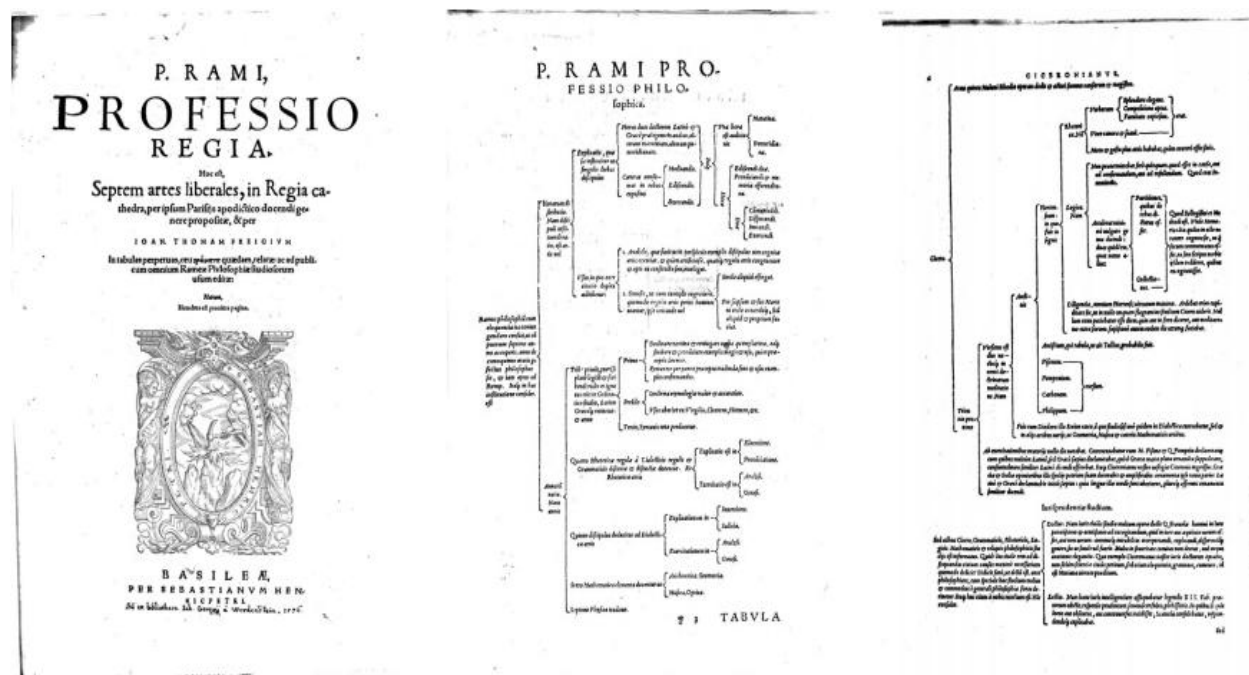
e a disseminação da tipografia do século XVI que foram introduzidos novos elementos que caracterizaram mais ainda o LD e que ajudam a defini-lo ainda melhor nos dias de hoje.

Segundo [Ong \(1983\)](#) citado por [Moraes \(2018\)](#) o LD, com as características que conhecemos hoje, surgiu com Petrus Ramus no século XVI e tinha por característica a presença de um quadro fechado de conhecimentos (currículos), criado com o propósito de ensinar. Um texto com início, meio e fim, o qual encerrava um assunto ou conteúdo, amparado por figuras e outras tipografias que facilitavam o aprendizado, o que foi chamado mais tarde de *livro ramista*.

A consequência da configuração nos livros ramistas foi a organização dos assuntos em uma tipologia que relaciona os conteúdos a serem ensinados como se fossem ramos de uma árvore, facilitando assim a compreensão ([Moraes, 2018](#)) (Figura. 38).

Figura 38.

Petrus Ramus. Professio Regia: Septem artes liberales... Basilea, 1576. Rosto, página inicial com esquema do conteúdo geral do livro e página com esquemas dos assuntos específicos



Nota: Reprodução permitida para uso não comercial, adaptado de Moraes (2018).

O artigo de Alain Choppin publicado com o título: *Le manuel scolaire: une fausse évidence historique* em 2008, traduzido e publicado em língua portuguesa por [Choppin e Bastos \(2011\)](#) assim define o livro didático:

O problema conceitual fundamental é sem dúvida descobrir um meio de distinguir os manuais (textbooks) dos livros escolares (schoolbooks). Minha posição pessoal, e não é admirável, é que os manuais refletem manifestadamente as preocupações pedagógicas. O que significa que um manual não é simplesmente um livro utilizado na escola. É de preferência, um livro que

foi conscientemente concebido e organizado para servir aos objetivos de instrução. (Choppin & Bastos, 2011, p. 65).

No artigo publicado por Moraes (2018), o autor aponta que o LD evoluiu juntamente ao desenvolvimento da escola e que o LD foi concebido e organizado para fins de educação. Aponta também que a partir dos séculos XVI, os livros didáticos apresentavam listas, tabelas e ramificações. Usava-se também as imagens com finalidade não decorativa, variações de tamanho dos caracteres e, mais raramente, emprego de cores, como necessidade decorrente do seu propósito didático.

O desenvolvimento do LD, bem como a educação, teve uma importante contribuição feita por Jan Amos Comenius no final da idade média. Um dos mais emblemáticos pesquisadores comeniano, Kulesza (1992) considera Comenius como um dos mais célebres pensadores protestantes da época, e foi responsável pelo nascimento da pedagogia moderna ao publicar a *Didática Magna* sob forte influência religiosa.

Em sua obra, *Didática Magna*, Comenius descreve uma metodologia de ensino que possibilita o acesso à educação a todos. O subtítulo de sua obra é *A arte de ensinar tudo a todos*.

Para Bollis (2018) o termo *todos* deve ser visto com cautela, pois fazia referência a um grupo de pessoas também protestantes da região da Morávia, as quais ele ensinava e também era pastor, mas posteriormente, na obra chamada de *Pampaedia*, Comenius se redimiou e disse que tudo deveria ser ensinado a todos, independente de gênero, idade ou condição social:

A universalidade crescente pode ser com mais clareza ainda na evolução que se processa no conteúdo e nos destinatários de *Didática Magna* e *Pampaedia*. Na primeira obra a essência é o ensino que se destina a todos, mas que na prática se restringe às poucas escolas dos reinos cristãos protestantes, em que é ministrado à juventude da mesma crença, até a idade de 24 anos. A universalidade é relativa. No segundo escrito a educação ocupa o lugar central. Esta deve atingir a todos os homens independentemente de sexo, raça, religião, país, idade, condição social e econômica. A universalidade torna-se absoluta. De uma posição em que a maioria dos homens era excluída do ensino, ainda que se destinasse a todos. Comênio passa a insistir exaustivamente que a educação deve atingir a todos, sem exceção. E como que se redimindo do primeiro momento, agora nomina todas as categorias que a ela têm direito, sem excluir ninguém em parte alguma. Se antes todos deviam ser ensinados, agora todos devem ser educados. A proposta inicial que se destinava a reformar o ensino e a escola converteu-se em exigência de reforma não só da educação, mas de toda a sociedade em todas as suas instâncias. Era a expressão da necessidade de reforma universal. (Gasparin, 1994, p.175, citado em Bollis (2018, p. 4).

Diferentemente das obras adaptadas para a escola, vistas nos primórdios dos LDs que tinham longos textos com uma difícil leitura, Comenius claramente se preocupou com uma linguagem menos rebuscada, mais atrativa, especialmente para os jovens.

Gostaria que esses livros fossem compostos em forma de diálogo [...], porque, dessa maneira, mais facilmente se pode adaptar a matéria e o estilo aos espíritos juvenis, para que não imaginem que as coisas são, para eles, ou impossíveis ou árduas ou demasiado difíceis [...] (Comenius, 2001, cap. XIX), citado por (Moraes, 2018).

A obra *Orbis Sensualium Pictus* (Comenius, 1658) tornou-se referência e teve sua produção em várias línguas nos países de fé reformista, tornando-se o precursor das cartilhas e livros com imagens adotadas no mundo ocidental. Por conseguinte, influenciou obras com edição na França (país católico) a exemplo: *Le miroir de l'art et de la nature*, de Nicolas Le Jeune, com o propósito de ensinar latim, francês e alemão, apresentando os conhecimentos gerais abordados por Comenius em imagens e organização visual e tipográfica praticamente idênticas, mas sem mencionar nenhuma referência à obra original (Figura 39).

Figura 39.

Nicolas Le Jeune, Sieur de Francqueville. *Le miroir de l'art et de la nature*. Paris, 1691



Nota: Domínio público. Reprodução permitida para uso não comercial, adaptado de Moraes (2018).

Comenius via a nova didática como um reflexo da tipografia em ascensão na época e cria um termo para tentar defini-la.

Mas retomemos a comparação que fomos buscar à tipografia e utilizemo-la para explicar melhor ainda em que consiste o mecanismo regular do nosso método e para mostrar claramente que é possível imprimir as ciências no espírito da mesma maneira que, externamente, é possível imprimi-las no papel, com tinta. E que razão haverá para que se não possa forjar um nome susceptível de convir à nossa nova Didática, como o termo didacografia,

modelado sobre a palavra tipografia? [...] (Comenius, 2001, cap. XXXII) citado por (Moraes, 2018).

A produção de imagens nas obras didáticas, inaugurada por Comenius, e nas produções científicas passaram por grande avanço (Moraes, 2018). Foi a partir da imagem que disciplinas como a astronomia, geometria e anatomia tiveram mais sentido e foram além da ambiguidade das palavras. Além do mais, a ciência, que faz muito uso de gráficos, tabelas, mapas e equações tinha uma reprodução mais realista, o que aumentava a capacidade de divulgação da ciência.

Uma das áreas da ciência mais beneficiadas no século XVIII pela tipografia foi a botânica, que segundo Olson (1997) citado por Moraes (2018) possibilitou a reprodução fiel de um mesmo original detalhado e preciso – no qual se sobressai a função técnica de representação, associada com a descrição científica.

Os autores Cavadas & Guimarães (2011) destacam a importância das figuras nos livros de botânica na atualidade e fazendo uma análise histórico-evolutiva dos LDs, os autores concluem que há cada vez mais a substituição de texto por figuras. No entanto, os próprios autores lembram que, com desenvolvimento do conhecimento, se faz necessária a associação de texto e imagem para explicar fenômenos fisiológicos e características de órgãos que tão somente a imagem ou o texto não seriam suficientes.

No artigo publicado por Tórrez (2021), em uma pesquisa sobre figuras de um LD de inglês, a autora relata que, mesmo alunos de diferentes níveis de proficiência podem se beneficiar de imagens que contextualizam, elaboram e ajudam a explicar a entrada fornecida pelo texto. A autora ainda complementa que mesmo estudantes que estão em estágio inicial podem encontrá-los bastante úteis, pois segundo ela, as figuras fornecem pistas visuais que podem ajudar a entender o tema, especialmente quando as imagens se referem a elementos que lhes são familiares.

A importância da interpretação dos textos dos LDs vai além do seu uso como ferramenta individualizada do estudante. Segundo Hummel (1988), um dos mais importantes pesquisadores sobre LDs, a família se beneficia dessa ferramenta, pois muitas vezes o primeiro livro em casa é justamente o LD, assim os pais também podem fazer uso dele.

O autor supra citado, baseado nos escritos de Lunzer & Gerdner (1979), enfatiza a importância da leitura como a principal chave para o mundo do conhecimento, e do livro, como ferramenta capaz de transmitir e difundir conhecimento na civilização moderna. Apesar do desenvolvimento de tecnologias audiovisuais, os livros ainda continuam sendo fontes de informações mais flexíveis e mais disponíveis.

A busca independente do conhecimento implica a capacidade de usar o texto escrito... O ensino da leitura para aprender através da leitura é uma consequência essencial da democratização da educação. (Lunzer & Gerdner, 1979, p.4)

[Hummel \(1988\)](#) ainda aponta a importância da leitura do LD numa perspectiva de Educação ao Longo da Vida (ELV), uma vez que o aluno, ao aprende a ler, poderá desenvolver novas habilidades, inclusive a de aprender os mais diversos assuntos por meio da leitura. Mesmo que a leitura dos LDs seja, como disse o autor, a chave para o mundo do conhecimento, segundo [Rodrigues et al. \(2020\)](#), em um contexto de sala de aula, mesmo com tipologias atrativas, tais como gráficos, tabelas, figuras, textos em destaque, é comum que estudantes façam uma leitura rápida e descompromissada dos conteúdos, afetando, provavelmente, a aprendizagem significativa, seu LC, bem como a ELV.

A interpretação de um texto que apresenta as tipologias citadas acima depende de uma maior dedicação do leitor, bem como segundo [Moraes \(2018\)](#), do desenvolvimento de novas habilidades para decodificar gráficos, tabelas, figuras e outras tipologias, o que, para a autora, amplia o conceito de Letramento Científico. Nesse sentido, não basta ter o livro, nem mesmo fazer sua leitura, sem antes se preparar para tal. Entenda-se que o aluno, como também entende [Hummel \(1988\)](#), não é um depósito-recipient.

Portanto, há a necessidade de uma abordagem metodológica consubstanciada em metodologias ativas, que poderão ampliar o compromisso do estudante com a leitura.