



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU***  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**ROZANA RODRIGUES DA SILVA**

**PERSPECTIVAS DAS PRÁTICAS INVESTIGATIVAS PARA A  
PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

Anápolis-GO  
2024

**PERSPECTIVAS DAS PRÁTICAS INVESTIGATIVAS PARA A  
PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

**Rozana Rodrigues da Silva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Nível Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás, Campus Central Anápolis, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos.

Anápolis-GO  
2024

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Estadual de Goiás a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, **CsA n.1087/2019** sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

### Dados do autor (a)

Nome Completo: Rozana Rodrigues da Silva.

E-mail: rozanarod@hotmail.com

### Dados do trabalho

Título: Perspectivas das Práticas Investigativas para a Promoção da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental.

Data da Defesa: 29/08/2024.

### Tipo

Tese  Dissertação

**Programa:** Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Concorda com a liberação documento

SIM

NÃO

**Assinalar justificativa para o caso de impedimento e não liberação do documento:**

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

\* Em caso de não autorização, o período de embargo será de **até um ano** a partir da data de defesa. Caso haja necessidade de exceder este prazo, deverá ser apresentado formulário de solicitação para extensão de prazo para publicação, devidamente justificado, junto à coordenação do curso.

\* Período de embargo é de um ano a partir da data de defesa, prorrogável para mais um ano.

Anápolis, 18/09/2024

Local/Data

Documento assinado digitalmente  
**ROZANA RODRIGUES DA SILVA**  
Data: 18/09/2024 20:21:18-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do autor (a)

Documento assinado digitalmente  
**MIRLEY LUCIENE DOS SANTOS**  
Data: 18/09/2024 21:33:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do orientador (a)

Catálogo na Fonte  
Universidade Estadual de Goiás (UEG)  
Biblioteca do Câmpus Central – Sede: Anápolis – CET

S586p Silva, Rozana Rodrigues da.

Perspectivas das práticas investigativas para a promoção da alfabetização científica no ensino fundamental / Rozana Rodrigues da Silva. – Anápolis-GO, 2024.  
222 f. il.

Dissertação (Mestrado) - Câmpus Central – Sede: Anápolis – CET,  
Universidade Estadual de Goiás – UEG, 2024.  
Orientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Mirley Luciene dos Santos.

1. Alfabetização Científica – Ensino fundamental. 2. Aprendizagem significativa. 3. Sequência de ensino investigativa (SEI). I. Santos, Mirley Luciene dos. II. Título.

CDU 37:5

**Programa de Pós-Graduação stricto sensu - Mestrado Profissional em  
Ensino de Ciências**

**ROZANA RODRIGUES DA SILVA**

**“PERSPECTIVAS DAS PRÁTICAS INVESTIGATIVAS PARA A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO  
CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL”**

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás, e Produto Educacional “**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) - MECANISMOS REPRODUTIVOS**”, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, aprovada em **29 de agosto de 2024** pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:



Documento assinado digitalmente

MIRLEY LUCIENE DOS SANTOS  
Data: 30/08/2024 17:55:26-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos**  
**Presidente**  
**UNIVERSIDADE ESTATUAL DE GOIÁS- UEG**



Documento assinado digitalmente

JULIANA SIMIAO FERREIRA  
Data: 05/09/2024 16:00:20-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Juliana Simião Ferreira**  
**Membro Interno**  
**UNIVERSIDADE ESTATUAL DE GOIÁS- UEG**



Documento assinado digitalmente

DANIELA LOPES SCARPA  
Data: 03/09/2024 17:40:14-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Daniela Lopes Scarpa**  
**Membro Externo**  
**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO- USP**

*Dedico essa conquista aos meus pais, meu exemplo de vida, de amor e de cuidado incondicional!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela proteção diária e por cada detalhe da minha trajetória. Embora eu não tenha entendido o propósito de muitos desses momentos na época, hoje reconheço que foram essenciais, pois me moldaram e capacitaram para chegar até aqui.

Aos meus pais por toda dedicação e cuidado, por terem formado o meu caráter pelo exemplo de vida reta, pela liberdade assistida, pelo respeito à minha individualidade e pela formação para a vida.

Ao meu esposo pela parceria, pela compreensão, pelo respeito e apoio às minhas escolhas, por ser meu olhar externo aos excessos da vida acadêmica e pelas pausas “coercitivas” que me ajudaram a não chegar ao esgotamento físico e mental nos momentos de alta demanda.

Aos meus filhos minha maior motivação, pela sinergia, pelas risadas e histórias aleatórias, pelas demonstrações gratuitas de sentimentos que afagam, por tornarem nossa casa um ambiente leve e aconchegante, porém vivo e enérgico, e por despertarem a cada dia a minha melhor versão.

Aos meus amigos pela troca diária, pelos momentos de descontração, pela parceria, pelo incentivo, pelas demonstrações de carinho, pela manifestação de respeito através de atitudes e palavras ditas.

À minha orientadora pela confiança no meu trabalho, pela disponibilidade, pelos sábios conselhos, pelo tempo de dedicação, pelo compartilhamento de conhecimentos, pela leveza dos momentos de orientação. Seu profissionalismo é admirável. Sou grata por dividir essa jornada com você.

À minha turma de mestrado pelo clima amistoso dos nossos encontros semanais, por toda troca de informação e conhecimentos e pelo companheirismo que agrega. Vocês são incríveis!

Aos estudantes que participaram desta pesquisa, pelo entusiasmo e engajamento nas atividades propostas, por cada retorno dado e pela vivacidade, que, com novas perspectivas, provocam transformações diárias na prática pedagógica.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>20</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>23</b>
<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>23</b>
<b>3 PERCURSO METODOLÓGICO .....</b>	<b>23</b>
<b>4 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Local da pesquisa e participantes.....</b>	<b>25</b>
<b>5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>28</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>28</b>
1.1 Alfabetização Científica no contexto escolar .....	28
1.1.1 Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica .....	29
1.1.2 Indicadores da Alfabetização Científica .....	30
<b>1.2 Ensino de Ciências por Investigação: Uma abordagem indutora da Alfabetização Científica .....</b>	<b>32</b>
<b>1.3 A construção do conhecimento nas perspectivas da Teoria da Aprendizagem Significativa.....</b>	<b>34</b>
1.3.1 Formação de conceitos subsunçores .....	36
1.3.2 Condições para a Aprendizagem Significativa e instrumentos facilitadores.....	37
<b>2 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO 2: PRODUTO EDUCACIONAL - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA.....</b>	<b>42</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>1.1 Sequência de Ensino Investigativa uma ferramenta indutora da Alfabetização Científica .....</b>	<b>42</b>
1.2 Fundamentos teóricos da Sequência de Ensino Investigativa .....	43
1.2.1 Contribuições de Piaget .....	44
1.2.2 Contribuições de Vygotsky.....	45
1.2.3 Relação entre o Ensino de Ciências por Investigação e as Teorias de Piaget e Vygotsky.....	46
<b>1.3 Construção da Sequência de Ensino Investigativa .....</b>	<b>50</b>
1.3.1 Etapas instrucionais da Sequência de Ensino Investigativa (SEI).....	53
<b>1.4 Ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI) como instrumento norteador do planejamento e avaliação da SEI.....</b>	<b>62</b>

1.4.1 Avaliação Externa da Sequência de Ensino Investigativa a partir do DEEnCI.....	63
<b>2 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO 3: SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE REPRODUÇÃO, UMA FERRAMENTA INDUTORA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL .....</b>	<b>71</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>2 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>71</b>
<b>3 OBJETIVOS E PROBLEMA DE PESQUISA .....</b>	<b>73</b>
<b>4 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) .....</b>	<b>73</b>
<b>3.1 Ação manipulativa e nuvem de ideias - Aula 01 .....</b>	<b>73</b>
<b>3.2 Mapa mental e produção de texto - Aula 02.....</b>	<b>77</b>
<b>3.3 “Ideias com café” (socialização da “nuvem de ideias”) - Aula 03 .....</b>	<b>78</b>
<b>3.4 Pesquisa orientada - Aula 04.....</b>	<b>79</b>
<b>3.5 Pesquisa orientada, síntese e checagem de informações - Aula 05.....</b>	<b>80</b>
<b>3.6 Produção de <i>folder</i> informativo - Aula 06 .....</b>	<b>80</b>
<b>3.7 Jogo de perguntas e discussões - Aula 07.....</b>	<b>82</b>
<b>3.8 Aula prática de dissecação de uma flor - Aula 08.....</b>	<b>83</b>
<b>3.9 Mecanismos Reprodutivos associados à CTSA (Vídeo e pesquisa) - Aula 09 .....</b>	<b>84</b>
<b>3.10 Validação dos <i>folders</i> - Aula 10.....</b>	<b>85</b>
<b>3.11 Mapa mental e produção de texto - Aula 11.....</b>	<b>85</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>86</b>
<b>5.1 Análise das interações discursivas e registros escritos - Aula 01.....</b>	<b>87</b>
5.1.1 Análise das interações discursivas do primeiro momento .....	87
5.1.2 Análise dos registros escritos, segundo momento .....	94
<b>5.2 Análise dos registros escritos - Mapa mental e Produção de texto - Aula 02.....</b>	<b>97</b>
<b>5.3 Análise das interações discursivas – “Ideias com café” - Aula 03.....</b>	<b>103</b>
<b>5.4 Análise das interações discursivas – Apresentação de vídeo – Aula 09 .....</b>	<b>112</b>
<b>5.5 Validação dos <i>folders</i> - Aula 10.....</b>	<b>120</b>
<b>5.6 Mapa mental e produção de texto (Instrumento final) - Aula 11.....</b>	<b>124</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>130</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>131</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>135</b>
<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)</b>	<b>135</b>
<b>APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICE C - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI).....</b>	<b>144</b>

<b>APÊNDICE D - CAIXA MISTERIOSA .....</b>	<b>154</b>
<b>APÊNDICE E - NUVEM DE IDEIAS.....</b>	<b>156</b>
<b>APÊNDICE F – PRODUÇÃO DE TEXTO .....</b>	<b>157</b>
<b>APÊNDICE G - IDEIAS COM CAFÉ .....</b>	<b>158</b>
<b>APÊNDICE H - CARTÕES COM IMAGENS NOMEADAS .....</b>	<b>159</b>
<b>APÊNDICE I - ATIVIDADE “QUEM SOU EU?” .....</b>	<b>160</b>
<b>APÊNDICE J – JOGO <i>KAHOOT</i> .....</b>	<b>161</b>
<b>APÊNDICE K - ANATOMIA DE UMA FLOR.....</b>	<b>163</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>164</b>
<b>ANEXO A – FERRAMENTA DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO (DEEnCI) .....</b>	<b>164</b>

## RESUMO

No ensino de Ciências, a falta de interesse e motivação dos estudantes pela construção dos seus saberes, nos espaços escolares, pode estar associada à dificuldade em relacionar os conceitos científicos curriculares às situações vivenciadas por eles em seu cotidiano. Surge, assim, o grande desafio de aproximar os conhecimentos científicos do contexto dos estudantes, tornando a Aprendizagem Significativa. Pensando em um ensino que promova a Alfabetização Científica (AC), o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) se mostra como uma abordagem capaz de estimular o interesse e a participação ativa dos estudantes no processo ensino-aprendizagem. Para além da habilidade de ler e escrever, a AC instrumentaliza o estudante a compreender e aplicar o conhecimento científico no cotidiano. Assim, buscamos nesta pesquisa identificar as contribuições do EnCI e da Aprendizagem Significativa (AS), para a promoção da AC de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, evidenciando a importância da valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes para viabilizar uma aprendizagem duradoura e aplicável em situações diversas. Para isso, utilizamos, como ferramenta indutora da cultura científica, uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) com o tema “Mecanismos reprodutivos”, que supera a forma que o referido tema comumente é tratado: de forma expositiva e baseado no livro didático, evitando-se diálogos e debates. No percurso metodológico, a coleta de dados foi realizada através de uma SEI alinhada ao Documento Curricular para Goiás (DC-GO) - construída de acordo com os pressupostos de Carvalho (2013) e avaliada através da ferramenta de Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI) proposta por Cardoso e Scarpa (2018). Foram impactados 144 estudantes com uma abordagem didática que visou aproximar os conceitos científicos curriculares à curiosidade inata dos estudantes sobre o objeto do conhecimento “Reprodução”, provocando um maior engajamento e encantamento pelo “fazer Ciência”. Apresentamos, como impacto social, um auxílio aos professores de Ciências da Natureza nas suas dificuldades em trabalhar o tema “Reprodução”; viabilizando, concomitantemente, a AC dos estudantes, e abrindo possibilidades para o estudante conhecer-se melhor, sendo capaz de respeitar as suas necessidades e as dos outros, bem como de realizar escolhas assertivas que envolvam o conhecimento científico historicamente construído, característica própria de indivíduos cientificamente alfabetizados.

**Palavras-chave:** Sequência de Ensino Investigativa; Alfabetização Científica; Aprendizagem Significativa; Produto Educacional; Mecanismos Reprodutivos.

## ABSTRACT

In science teaching, students' lack of interest and motivation in building their knowledge at school may be associated with the difficulty in relating curricular scientific concepts to the situations they experience in their daily lives. This raises the great challenge of bringing scientific knowledge closer to the students' context, making learning meaningful. With a view to teaching that promotes Scientific Literacy (SL), Teaching Science by Investigation (TSI) is shown to be an approach capable of stimulating students' interest and active participation in the teaching-learning process. In addition to the ability to read and write, SL equips students to understand and apply scientific knowledge in everyday life. In this research, we sought to identify the contributions of TSI and Meaningful Learning (ML) to promoting SL in 8th grade students, highlighting the importance of valuing students' prior knowledge in order to enable long-lasting learning that is applicable in a variety of situations. To do this, we used an Investigative Teaching Sequence (ITS) with the theme “Reproductive Mechanisms” as a tool for inducing scientific culture, which goes beyond the way this theme is usually dealt with: in an expository way and based on the textbook, avoiding dialogues and debates. In the methodological process, data was collected through an ITS aligned with the Curriculum Document for Goiás (DC-GO) - built according to the assumptions of Carvalho (2013) and evaluated using the Diagnosis of Elements of Science Teaching by Investigation (DESTI) tool proposed by Cardoso and Scarpa (2018). 144 students were impacted by a didactic approach that aimed to bring curricular scientific concepts closer to the students' innate curiosity about the object of knowledge “Reproduction”, provoking greater engagement and enchantment with “doing science”. As a social impact, we have helped teachers of natural sciences with their difficulties in working on the subject of “Reproduction”; at the same time, we have enabled students to become more SL and opened up possibilities for students to get to know themselves better, being able to respect their own needs and those of others, as well as making assertive choices involving historically constructed scientific knowledge, a characteristic of scientifically literate individuals.

**Keywords:** Investigative Teaching Sequence; Scientific Literacy; Meaningful Learning; Educational Product; Reproductive Mechanisms.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de modificação do subsunçor pela interação com um novo conhecimento.....	35
Figura 2 - Etapas da Educação Básica nas quais os professores-avaliadores atuam como regentes.....	64
Figura 3 - Porcentagem de professores-avaliadores da SEI por área de formação. ....	64
Figura 4 - Porcentagem de professores-avaliadores da SEI por qualificação a nível <i>Stricto Sensu</i> .....	65
Figura 5 – Gráfico das respostas dos professores-avaliadores relativas aos 06 itens avaliados como 93,3% presentes e 6,7% ausentes. ....	66
Figura 6 - Gráfico das respostas dos professores-avaliadores relativas ao item avaliado como 80% presentes, 13,3% ausentes e 6,7% não se aplicam. ....	68
Figura 7 - Momento de manipulação dos materiais da “caixa misteriosa” para a resolução do desafio: “Qual o tema da Caixa?” .....	74
Figura 8 - Alguns <i>folders</i> produzidos pelos estudantes, a partir da pesquisa orientada por cartões. ....	80
Figura 9 - Alguns momentos da aula prática de dissecação de uma flor realizada no laboratório da escola pela professora orientadora, auxiliada por graduandos do curso de Biologia da UEG. ....	83
Figura 10 - “Nuvem de ideias” a partir do registro individual dos estudantes participantes da pesquisa. ....	95
Figura 11 - Palavras distintas, por categoria, listadas na “nuvem de ideias” dos estudantes participantes da pesquisa. ....	96
Figura 12 - Mapas mentais produzidos pelos estudantes 8A-01, 8B-17, 8C-25 e 8D-35 a partir das ideias registradas na nuvem de ideias, em resposta ao problema de pesquisa.....	98
Figura 13 - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 A-01, a partir do mapa mental.....	99
Figura 14 - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 B-17, a partir do mapa mental.....	100
Figura 15 - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 C-25, a partir do mapa mental.....	101
Figura 16 - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 D-35, a partir do mapa mental.....	101
Figura 17 - “Ideias com café” a partir do registro individual dos estudantes participantes da pesquisa. ....	111
Figura 18 - Palavras distintas, por categoria, listadas na atividade “ideias com café” dos estudantes participantes da pesquisa. ....	112
Figura 19 - Instrumento final - Mapas mentais produzidos pelos estudantes 8A-01, 8B-17, 8C-25 e 8D-35.....	125
Figura 20 - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 A-01, a partir do mapa mental.....	126
Figura 21 - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 B-17, a partir do mapa mental.....	126
Figura 22 - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 C-25, a partir do mapa mental.....	127
Figura 23 - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 D-35, a partir do mapa mental. ....	128

## LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Eixos estruturantes da Alfabetização Científica que devem nortear as propostas didático-pedagógicas pautadas na abordagem investigativa, de acordo com Sasseron e Carvalho (2008).....	29
Quadro 2 - Indicadores da Alfabetização Científica e sua organização em grupos, os quais representam blocos de ações a serem desenvolvidas durante a resolução de um problema. ....	30
Quadro 3 - Etapas com atividades-chave a serem observadas no planejamento da Sequência de Ensino Investigativa. ....	42
Quadro 4 - Contribuições de Piaget e Vygotsky para a organização das etapas do Ensino de Ciências por Investigação. ....	46
Quadro 5 - Organização das etapas da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) contempladas nas ações pedagógicas por aula. ....	51
Quadro 6 – Enquadramento das atividades propostas na SEI nos Eixos estruturantes da Alfabetização Científica. ....	52
Quadro 7 - Descrição geral da Sequência de Ensino Investigativa (SEI). ....	53
Quadro 8 - Quantitativo de professores-avaliadores da SEI por área de qualificação a nível <i>Stricto Sensu</i> . ....	65
Quadro 9 - Avaliação dos itens do DEEnCI contemplados na SEI, na perspectiva dos professores avaliadores.....	66
Quadro 10 - Número de estudantes cujos dados foram incluídos na pesquisa, por turma. ....	72
Quadro 11 - Transcrição do primeiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e os estudantes participantes da pesquisa, da turma 8 A, sobre o conteúdo da “caixa misteriosa”.....	88
Quadro 12 - Transcrição do segundo episódio de fala entre a professora-pesquisadora e os estudantes participantes da pesquisa, da turma 8 A, sobre o conteúdo da “caixa misteriosa”.....	89
Quadro 13 - Transcrição do terceiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e os estudantes participantes da pesquisa, da turma 8 A, sobre o conteúdo da “caixa misteriosa”.....	91
Quadro 14 - Quantidade de indicadores da Alfabetização Científica evidenciados na fala de todos os estudantes participantes da pesquisa durante as interações discursivas do primeiro momento. ....	93
Quadro 15 - Quantidade de indicadores da AC evidenciados em todos os textos produzidos.....	102
Quadro 16 - Transcrição do primeiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café”.....	104
Quadro 17 – Transcrição do segundo episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café”.....	104
Quadro 18 – Transcrição do terceiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café”.....	105

Quadro 19 – Transcrição do quarto episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café” .....	106
Quadro 20 – Transcrição do quinto episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café” .....	108
Quadro 21 - Quantidade de indicadores de AC evidenciados nas falas de todos os estudantes participantes da pesquisa, durante as interações discursivas da atividade “ideias com café” .....	110
Quadro 22 – Transcrição da fala dos estudantes 8 B-13, 8 B-16 e 8 B-17 em referência ao vídeo sobre a enxertia de flores. ....	113
Quadro 23 - Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-17 durante a apresentação da sua pesquisa sobre a produção de carne em laboratório.....	114
Quadro 24 – Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-17 em defesa da sua pesquisa sobre a produção de carne em laboratório. ....	115
Quadro 25 - Transcrição de um trecho da argumentação do estudante 8 B-17.....	115
Quadro 26 - Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-14 durante a apresentação da sua pesquisa sobre raças de cães feitas em laboratório. ....	116
Quadro 27 - Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-14 em defesa da sua pesquisa sobre raças de cães feitas em laboratório. ....	116
Quadro 28 - Transcrição de um trecho da argumentação do estudante 8 B-14 sobre raças de cães feitas em laboratório. ....	117
Quadro 29 – Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-18 durante a apresentação da sua pesquisa sobre a reprodução assistida na agricultura. ....	117
Quadro 30 - Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-18 em defesa da sua pesquisa sobre a reprodução assistida na agricultura. ....	117
Quadro 31 - Transcrição de um trecho da argumentação do estudante 8 B-18 sobre a reprodução assistida na agricultura.....	118
Quadro 32 - Quantidade de indicadores de AC evidenciados nas falas de todos os estudantes participantes da pesquisa, durante a apresentação das pesquisas sobre temas que abordem os Mecanismos Reprodutivos associados à CTSA. ....	118
Quadro 33 – Alguns trechos das considerações feitas pelos estudantes da turma 8 D durante a avaliação dos <i>folders</i> . ....	121
Quadro 34 - Quantidade de indicadores de AC evidenciados na produção escrita de todos os estudantes participantes da pesquisa, na atividade de avaliação dos <i>folders</i> . ....	122
Quadro 35 - Quantidade de indicadores da AC evidenciados em todos os textos produzidos.....	128

## LISTAS DE SIGLAS

- AC - Alfabetização Científica
- EnCI - Ensino de Ciências por Investigação
- AS - Aprendizagem Significativa
- SEI - Sequência de Ensino Investigativa
- DC-GO - Documento Curricular para Goiás
- DEEnCI - Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação
- ZDP - Zona de Desenvolvimento Potencial
- ZDR - Zona de Desenvolvimento Real

## MEMORIAL

Neste memorial, apresento uma carta aberta onde compartilho um pouco da minha trajetória e os caminhos que percorri até o mestrado, os quais, ao longo dos anos de experiência prática na escola, moldaram o tema desta pesquisa.

Sou mulher, preta, goiana, de Anápolis, com ascendência mineira tanto por parte de pai quanto de mãe. Na infância, eu era muito ativa e me preocupava apenas em correr, pular, jogar e brincar. Sendo a caçula de três filhos e a única menina, era carinhosamente chamada de "rapinha do tacho" pelos meus pais, com seu característico sotaque mineiro. Eles sempre se orgulhavam ao afirmar que eu seria doutora, e por um tempo, eu repetia essa afirmação com convicção.

Meus pais tiveram pouca escolaridade: minha mãe estudou até a quarta série do primário e meu pai sabia apenas "desenhar o seu nome". Ele sempre nos dizia: "Eu não quis estudar, fui trabalhar na roça, mas meus filhos vão estudar. Basta querer!" Ele fazia de tudo para garantir que tivéssemos material escolar, nos levava e buscava na escola, enquanto minha mãe cuidava de tudo com muito carinho: banho tomado, almoço no horário, uniforme impecável e participação nas reuniões de pais. Lembro-me claramente da saga da minha mãe para me matricular na escola pública antes de eu completar a idade mínima exigida. Pela insistência dela, acabei sendo admitida um ano antes.

Quando fomos à papelaria comprar os meus primeiros materiais escolares, um deles era a cartilha de alfabetização, meu pai fez questão de comprar duas – uma para mim e outra para ele. No caminho para casa ele me disse: “Presta bem atenção no que a professora ensinar, aí depois você ensina tudo para o papai. Você vai ser a minha professora!” E assim aconteceu, fomos alfabetizados juntos. A partir de então ele passou a dizer que eu seria professora. Na minha cabecinha infantil, eu agora seria doutora e professora.

Confesso que eu não tinha ideia do que estava dizendo, mas conforme o tempo passava e eu avançava nos estudos, algumas profissões começaram a me chamar a atenção. “Cientista” e “pesquisadora” se juntaram à minha lista de aspirações. Sim, as profissões se acumulavam, e eu imaginava e encenava como seria exercer cada uma delas.

Na vida real, porém, eu sempre me encontrava em situações onde estava ensinando alguém. Frequentemente, as pessoas me diziam que eu tornava as coisas mais simples e que conseguiam entender melhor quando eu explicava, o que me dava grande alegria. Eu utilizava várias estratégias: inventava histórias, fazia analogias, criava paródias, entre outras.

Comecei a trabalhar cedo, com apenas doze anos substituía meu professor de música nas aulas de partitura das turmas iniciantes. Logo depois vieram os meus próprios alunos e em seguida alguns acompanhamentos escolares, mas foi no Ensino Médio que escolhi minha profissão. As Ciências da Natureza, mais especificamente a Biologia e a Química, por motivos antagônicos me arrastaram para a Licenciatura em Ciências.

A Biologia me cativava; seu conteúdo me fascinava, e as abordagens metodológicas utilizadas pelo professor, ainda na Graduação, me motivavam em cada aula. Por outro lado, a Química representava um desafio. Meu professor, um Doutor com vasto conhecimento teórico e uma carreira na faculdade, por vezes tinha dificuldade em transmitir esse conhecimento de forma acessível. Por isso, formamos um grupo de estudo e buscamos informações nos livros da biblioteca, já que na época a internet ainda não estava disponível. Mais uma vez, eu me vi no papel de ensinar meus colegas.

Ao final do Ensino Médio, decidi me inscrever no vestibular de uma universidade pública. Embora a escolha mais natural fosse Biologia, optei por Química. A Química me desafiava. Vinda de uma escola pública, com todas as suas dificuldades, nunca tendo chegado ao final de um livro didático e sem ter frequentado cursinho pré-vestibular, consegui ser aprovada. Foi uma conquista pessoal para mim e um orgulho para meus pais, que espalhavam para todos: "Nossa menina passou na prova da faculdade. Ela vai estudar para ser professora."

No último ano da faculdade fui aprovada no concurso para professores da SEDUC-GO (Secretaria de Educação do Estado de Goiás). Assumi o concurso como secretária geral em uma escola pública, o que me ajudou muito a ter uma visão holística da escola. Após dois anos fui para a sala de aula em uma escola conveniada de renome da cidade de Anápolis. Nessa escola encontrei grandes mestres, meus colegas de profissão com os quais construí amizades sólidas. Hoje, com vinte e cinco anos de magistério carrego em minha prática um pouquinho de cada um deles. Digo que me formei professora por imersão e aquela escola foi o meu ecossistema.

Na minha rotina, no contexto escolar, sempre observei que algumas metodologias pareciam ter mais resultados, mesmo diante de demandas mais complexas. E isso me intrigava, mas não o suficiente para pensar sobre, até que um dia um estudante me disse: "Professora, faz daquele outro jeito que a gente entende melhor!" O outro jeito a que ele se referia, e que eu fazia intuitivamente, hoje eu sei que era uma metodologia ativa. Eu registrava no quadro algumas palavras-chave sobre o conteúdo a ser estudado e ia fazendo perguntas aos estudantes, buscando os seus conhecimentos prévios. Dessa forma, nós construíamos os conceitos verbalmente e depois fazíamos juntos os registros no caderno.

A exemplo dessa metodologia, existiam outras que sempre me ajudavam a alcançar os

meus objetivos, mas foi a partir da colocação daquele estudante que eu comecei a tentar entender porque umas metodologias pareciam ser mais eficientes do que outras. Na busca desse entendimento procurei vários cursos de aperfeiçoamento que me ajudaram na minha formação continuada, mas não obtive grandes avanços nos meus “porquês”.

Quinze anos depois, recebi um convite para lecionar em outra escola de renome, onde hoje atuo como professora regente de Ciências da Natureza. Durante uma de nossas reuniões de troca de experiências pedagógicas, uma colega da área, que estava fazendo mestrado no PPEC UEG, compartilhou: “Suas ideias se alinham tão bem com as linhas do mestrado em Ensino de Ciências. As inscrições estão abertas. Por que você não tenta o processo seletivo?” Esse comentário foi como um *start*. Sem hesitar, busquei mais informações, elaborei meu pré-projeto com base nas minhas inquietações e me candidatei ao processo seletivo. Fui aprovada na chamada pública da SEDUC GO, que selecionou professores efetivos de toda a rede pública estadual, e posteriormente aceita no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UEG (Universidade Estadual de Goiás).

Cursar as disciplinas do Mestrado em Ensino de Ciências foi um divisor de águas para mim. Durante a pós-graduação, encontrei respostas para minhas inquietações. As leituras recomendadas pela minha orientadora e pelos professores clarearam minhas ideias, mostrando que todas aquelas metodologias que me traziam resultados tinham um sólido referencial teórico. Assim, a pesquisa apresentada nesta dissertação reflete a busca pelo entendimento teórico de uma prática genuinamente construída ao longo dos anos.

Refletindo sobre minha jornada, percebo que, com algumas adaptações, realizei grande parte das profissões que idealizava na infância. Sou professora, formada em Ciências, prestes a concluir meu mestrado em Ensino de Ciências e talvez ainda haja tempo para me tornar uma pesquisadora doutora.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

No ensino de Ciências, a falta de interesse e motivação dos estudantes pela construção dos seus saberes pode estar associada à dificuldade em relacionar os conceitos científicos curriculares às situações vivenciadas por eles em seu cotidiano (Sasseron; Souza, 2017), ou seja, eles não veem significado naquilo que lhes é ensinado, haja vista que, o objeto do conhecimento não se mostra sensível ao contexto da sua aprendizagem ou origem (Silva, 2014). Surge, assim, o grande desafio de aproximar os conhecimentos científicos do contexto dos estudantes, tornando a Aprendizagem Significativa. Segundo Ausubel, a Aprendizagem Significativa é resultado da integração das novas informações aos conhecimentos prévios do aprendiz (Moreira, 2013).

Neste contexto, o estudante é um sujeito não neutro, e a sua localização no espaço, tempo e cultura influencia sua interação com o objeto do conhecimento de maneira mais ampla do que apenas dentro do ambiente escolar (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2007). Sendo assim, o propósito da educação escolar passa a ser de produzir conhecimentos científicos e não apenas transmiti-los, como ainda acontece na grande maioria das metodologias tradicionalmente adotadas (Zompero; Laburú, 2012).

Embora o método tradicional ou mecânico de ensino seja o alicerce de questões que dependem da exposição de conteúdo (Carvalho, 2002), ele está cada vez mais desatualizado quando utilizado como única fonte de conhecimento, considerando a realidade e tecnologia disponíveis. Entretanto, de acordo com Ausubel, quando os conhecimentos prévios inexitem ou são pouco elaborados, a aprendizagem mecânica tem o potencial de contribuir para a Aprendizagem Significativa, especialmente quando se concentra em fornecer aos estudantes conhecimentos básicos e conceitos que favorecem a elaboração de subsunçores (Moreira, 1999).

Segundo a teoria ausubeliana, subsunçores são estruturas cognitivas que relacionam novas informações com conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Quando a aprendizagem mecânica fornece conhecimentos básicos e conceitos que se conectam com a base de conhecimento do estudante, esses novos elementos podem ser integrados mais facilmente à sua estrutura mental existente (Moreira, 2013). No entanto, ressalta-se que as novas informações não se incorporam à estrutura cognitiva de forma arbitrária. Sendo assim, a aprendizagem mecânica deve ser usada de forma complementar e integrada a métodos de ensino mais interativos, que envolvam os estudantes de maneira ativa

(Moreira, 2013).

Uma metodologia simplista, centrada na transmissão de conteúdo, além de não estimular a participação do estudante, não provoca o encantamento, não envolve as emoções e naturalmente não consegue competir com os atrativos que a vida moderna disponibiliza, muitas vezes, de forma gratuita e de fácil acesso (Silva; Schnetzler, 2000). Também é preciso considerar que o estudante detém uma bagagem de conceitos, construída por sua própria experiência de vida, acrescidas das crenças familiares e pessoais (BRASIL, 2017). No processo de apropriação do conhecimento, não é razoável descartar a premissa da interação do indivíduo com o objeto apenas com base no fato de que esse conhecimento já se encontra disponível.

Especialmente no contexto do ensino de Ciências da Natureza, a presença do estudante em situações em que ele interage com fenômenos que constituem os objetos de estudo deste componente curricular, tanto de maneira direta quanto por meio de interações mediadas, invalida a suposição de que uma compreensão abrangente destes fenômenos e conceitos pode ser alcançada exclusivamente em sala de aula, através de modelos e teorias científicas (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2007).

É fato que esses conhecimentos, construídos ao longo da jornada individual ou coletiva dos estudantes, seja no ambiente escolar ou fora dele, carrega uma significação que não é compartilhada universalmente, “uma vez que os contextos que dão significação aos objetos não são absolutamente idênticos” (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2007, p. 185). Contudo, para promover uma mudança nesses conceitos, é necessário, primeiramente, provocar um questionamento dessas ideias, através de uma problematização, viabilizando a construção e aplicação de novas ideias (Driver, 1986).

Além disso, diante das evidentes mudanças na comunicação entre as pessoas, com a agilidade advinda da tecnologia e da conectividade, o conhecimento não se limita mais ao ambiente escolar. Os estudantes agora são globais, imersos em uma série de informações e precisam desempenhar um papel mais ativo no processo ensino-aprendizagem (Diesel; Baldez; Martins, 2017), de modo que eles tenham suporte para converter essas informações em conhecimento, com mediação do educador. Para que o estudante seja capaz de construir seu próprio conhecimento, é fundamental que os educadores empreguem atividades que incentivem a busca por respostas. Conforme destacado por Carvalho (1992), é essencial que o estudante busque compreender e explicar fenômenos por si mesmo, desenvolvendo concepções próprias ao invés de apenas adquirir conceitos e aplicá-los de forma repetitiva.

Nessa perspectiva, o papel do educador passa a ser o de mediador, aquele que facilita o acesso às informações, instiga a curiosidade e guia os estudantes em suas buscas (Carvalho,

2013). Ao adotar abordagens educacionais que valorizam a construção do conhecimento, os educadores motivam os estudantes a se tornarem aprendizes autônomos e críticos, capazes de aplicar seu conhecimento de forma mais efetiva em diferentes contextos (Sasseron, 2013).

Ao proporcionar atividades que despertam a curiosidade, o questionamento e a investigação, com metodologias que valorizam a utilização prática do conhecimento e desenvolvem competências, habilidades, atitudes e valores (BRASIL, 2017), os educadores criam um ambiente propício para o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de análise dos estudantes (Sasseron, 2013). Essas atividades ajudam os estudantes a entender que, apesar de desempenhar um papel crucial em nossas vidas, a Ciência não é absoluta, pronta e acabada. Portanto, não devemos nos submeter cegamente a ela, mas sim, aprender a utilizá-la adequadamente (Chassot, 2003). Nesse sentido, o objetivo do ensino de Ciências não é fazer com que os estudantes acreditem na Ciência, mas sim que a compreendam (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017). Na visão de Zompero e Laburú (2011), isso contribui para que eles desenvolvam habilidades cognitivas mais profundas; podendo também viabilizar a construção de uma Aprendizagem Significativa e duradoura.

Há, no entanto, que se ressaltar que essa mudança na concepção do papel do educador e do estudante no processo ensino-aprendizagem não é um processo simples, faz-se necessária a quebra de paradigmas ainda muito arraigados na sociedade, no qual a eficiência de um educador muitas vezes se baseia no número de páginas do livro didático cumpridas no ano letivo; e a *expertise* do estudante se centra na sua capacidade de conhecer fatos científicos (Chassot, 2003). Além disso, a implementação da abordagem investigativa demanda mais tempo para o desenvolvimento das atividades e a sua execução provoca uma movimentação dos estudantes, que muitas vezes é vista pela comunidade escolar como indisciplina. Acrescenta-se a isso, o fato de que alguns estudantes encontram dificuldade em agir de forma ativa durante o processo (Zompero; Laburú, 2011).

Entretanto, ao mudar as suas estratégias de ensino-aprendizagem, adotando um ensino com abordagem investigativa, o educador não apenas muda as suas atitudes, mas também é capaz de provocar uma transformação no comportamento do estudante, na sua relação consigo mesmo, com os outros e com o próprio objeto do conhecimento (Vieira, 2012).

Considerando-se a proeminente necessidade de se provocar um maior engajamento dos estudantes no processo ensino-aprendizagem e promover uma aprendizagem que seja significativa, esta pesquisa investiga as contribuições do Ensino de Ciências por Investigação para a promoção da Alfabetização Científica dos estudantes do Ensino Fundamental.

## **2 OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Identificar quais as contribuições do Ensino de Ciências por Investigação e da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel para a promoção da Alfabetização Científica de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de um colégio da rede pública estadual, em Anápolis-GO, utilizando como ferramenta uma Sequência de Ensino Investigativa com o tema “Mecanismos Reprodutivos”.

### **Objetivos Específicos**

✓ Pesquisar os pressupostos, princípios teóricos e metodológicos do Ensino de Ciências por Investigação e da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

✓ Identificar como o Ensino de Ciências por Investigação e a Teoria da Aprendizagem Significativa podem contribuir para a promoção da Alfabetização Científica dos estudantes do Ensino Fundamental.

✓ Propor, como produto educacional vinculado à dissertação, o desenvolvimento e validação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), como ferramenta indutora da Alfabetização Científica de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de um colégio da rede pública estadual, em Anápolis-GO, com a temática “Mecanismos reprodutivos”.

## **3 PERCURSO METODOLÓGICO**

O percurso metodológico seguiu a análise dos principais referenciais teóricos encontrados na literatura especializada que sustentam a Alfabetização Científica, a partir da abordagem investigativa e da Teoria da Aprendizagem Significativa, dentre os quais destaca-se, em ordem alfabética: Anna Maria Pessoa de Carvalho, Attico Chassot, Daniela Lopes Scarpa, Demétrio Delizoicov, Lúcia Helena Sasserón e Marco Antônio Moreira.

Vale ressaltar que essa pesquisa não teve a intenção de esgotar a discussão sobre a Alfabetização Científica, mas sim de evidenciar as contribuições da abordagem investigativa e da Teoria da Aprendizagem Significativa para o enriquecimento da prática em sala de aula e a promoção da Alfabetização Científica.

#### 4 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa, de natureza aplicada, caracteriza-se como sendo de cunho exploratório e descritivo com abordagem qualitativa. É exploratória, porque envolve Pesquisas Bibliográficas e Estudo de Caso - visando construir hipóteses a partir de uma maior familiaridade com o problema para o seu conhecimento detalhado; e descritiva porque envolve levantamento de dados através de técnicas padronizadas de coletas de dados, para descrição das características do fenômeno estudado (Godoy, 1995).

No trabalho de campo, como forma de abordagem técnica, optamos pela observação participante, na qual o professor é o pesquisador e faz parte do processo de construção dos dados da pesquisa. Sobre a observação participante, Godoy (1995, p.27) fez uma diferenciação:

Quando o pesquisador atua apenas como espectador atento, temos o que se convencionou chamar de observação não-participante. Baseado nos objetivos da pesquisa e num roteiro de observação, o investigador procura ver e registrar o máximo de ocorrências que interessam ao seu trabalho. Na observação participante, o observador deixa de ser o espectador do fato que está sendo estudado. Nesse caso, ele se coloca na posição dos outros elementos envolvidos no fenômeno em questão (Godoy, 1995, p. 27).

Anteriormente ao início da pesquisa de campo, o projeto de pesquisa foi apresentado e devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Goiás, sob número de Protocolo CAEE: 65147722.9.0000.8113. Para a participação nas atividades da pesquisa, os pais/responsáveis e os estudantes foram esclarecidos sobre a proposta e aderiram formalmente à mesma através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no Apêndice A, e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), apresentado no Apêndice B.

Para a coleta de dados, utilizamos como ferramenta uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), produto educacional dessa dissertação, composta por metodologias diversificadas, entre as quais: atividade manipulativa, mapa mental, produção de material textual, experimentação, apresentação de vídeo, jogo virtual, produção de *folder* informativo. Ao final, os dados coletados foram organizados e analisados qualitativamente, buscando-se encontrar indícios da Alfabetização Científica alcançada, de acordo com os indicadores da AC propostos por Sasseron e Carvalho (2008). A análise dos dados coletados, escritos e transcritos, seguiu os preceitos de Gomes (2002, p. 75), que preconiza duas funções à aplicação da técnica de análise de conteúdo: “a verificação de hipóteses e/ou questões” e “a descoberta do que está por trás dos conteúdos manifestos, indo além das aparências do que está sendo comunicado”.

#### 4.1 Local da pesquisa e participantes

Os dados da pesquisa foram coletados em quatro turmas de 8º ano do Ensino Fundamental de um colégio público da rede estadual, em Anápolis-GO, e utilizou os espaços da escola, nos horários regulares de aula. As turmas continham 36 estudantes, em média, totalizando aproximadamente 144 participantes, com idade entre 13 e 14 anos.

A pesquisadora era a professora regente do Componente Curricular Ciências da Natureza. Sendo assim, as atividades foram aplicadas a todos os estudantes das referidas turmas. Contudo, adotamos a adesão dos estudantes à pesquisa, através da assinatura do TCLE e TALE, e a participação em todas as atividades da SEI como critério de inclusão/exclusão dos dados na pesquisa.

## 5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi organizada da seguinte forma: Introdução geral, com a justificativa, o problema de pesquisa, os objetivos gerais e específicos, a metodologia, a caracterização da pesquisa e a estrutura da dissertação. Em seguida, apresentamos três capítulos: o primeiro capítulo traz a fundamentação teórica, com uma revisão bibliográfica sobre a Alfabetização Científica, o Ensino de Ciências por Investigação e a Teoria da Aprendizagem Significativa.

O segundo capítulo apresenta o produto educacional (SEI). Inicialmente descrevemos os pressupostos teóricos, em Piaget e Vygotsky, que fundamentam as etapas da Sequência de Ensino Investigativa à luz de Carvalho (2013). Além disso, apresentamos de forma detalhada o planejamento da SEI. A seleção das metodologias empregadas nas atividades da SEI foi norteada pelos Eixos estruturantes da Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008), privilegiando atividades que viabilizassem um equilíbrio entre a construção dos conceitos científicos, o fazer científico e a aplicação do conhecimento. Para elaboração da SEI utilizamos, ainda, a Ferramenta de Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI) proposta por Cardoso e Scarpa (2018), como forma de garantir os elementos necessários ao caráter investigativo das atividades propostas. Após a elaboração da SEI e antes da sua validação no contexto real de ensino, a mesma foi avaliada por um grupo multidisciplinar de professores pós-graduados/pós-graduandos a nível *Stricto Sensu*, tendo como referência o DEEnCI. As características dessa avaliação e os seus resultados foram apresentados no final do referido capítulo.

O terceiro capítulo descreve a aplicação da SEI no contexto real de ensino, apresenta uma análise minuciosa dos dados e conduz uma interpretação fundamentada, embasada nas pesquisas bibliográficas apresentadas nos primeiros capítulos.

Ao final da dissertação estão as considerações finais. As referências bibliográficas da pesquisa, foram apresentadas no final de cada capítulo.

## 6 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação Infantil e Ensino Fundamental. Ministério da Educação, 2017.

CARDOSO, M. J. C; SCARPA, D. L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Rev. Bras. de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.18, n. 3, p. 1025-1059, dez, 2018.

CARVALHO, A. M. P. Construção do conhecimento e ensino de Ciências. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, n. 55, jul./set. 1992

CARVALHO, A. M. P. A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinios. **Educação e Pesquisa** (USP), São Paulo, v. 28, n.2, p. 57-67, 2002.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p.1-20, 2013.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2003.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2. ed. – São Paulo: Cortez, 2007.

DIESEL, A; BALDEZ, A. L. S; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DRIVER, R. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n.1, p.3-15, 1986.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, p. 20-29, 1995.

GOMES, R. A Análise de dados em pesquisa qualitativa. In: MINAYO, M. C. S (Org.). **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 21 ed. Petrópolis: Editora Vozes, p. 67-80, 2002.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. Grupo GEN, 2013. **E-book**. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637707/>. Acesso em: 30 jul. 2023.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação - condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-62, 2013.

SASSERON, L.H.; SOUZA, V.F.M.; **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. 1.ed – São Paulo. Editora Livraria de Física, 2017.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. E. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Revista Tópicos Educacionais**, v. 23, p. 7-27, 2017.

SILVA, L.H. A.; SCHNETZLER, R.P. Buscando o caminho do meio: a “sala de espelhos” na construção de parcerias entre professores e formadores de professores de ciências. **Revista Ciências & Educação**, v.6, n.1, p.43-53, 2000.

SILVA, V. M. **O ensino por investigação e o seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública brasileira**. 90f. Dissertação (Programa de Pós Graduação Educação em Ciências) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 149f. Tese (Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência) Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

ZÔMPERO, A.F; LABURÚ, C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, 67-80, 2011.

ZÔMPERO, A. D. F; LABURÚ, C. E. Implementação de atividades investigativas na disciplina de ciências em escola pública: uma experiência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 675-684, 2012.

## CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre os pressupostos, princípios teóricos e metodológicos do Ensino de Ciências por Investigação e da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, identificando as suas contribuições para a promoção da Alfabetização Científica de estudantes do Ensino Fundamental.

#### 1.1 Alfabetização Científica no contexto escolar

Nesta pesquisa, entendemos que os termos “Alfabetização Científica” e “Letramento Científico” expressam a mesma ideia: "a introdução dos alunos no universo das Ciências, visando capacitá-los a conversar sobre temas científicos, discutir seus desdobramentos e opinar sobre tais assuntos" (Sasseron, 2008). Portanto, optamos pelo uso do termo “Alfabetização Científica”, em consonância com os principais referenciais teóricos que sustentam esta pesquisa, entre os quais destacamos: Krasilchik (1992), Carvalho (2002, 2013), Chassot (2003), Sasseron e Carvalho (2008), Cardoso e Scarpa (2018).

Alfabetização Científica (AC), de acordo com Krasilchik (1992), refere-se a uma linha de investigação que reflete as mudanças nos objetivos do ensino de Ciências, direcionando-o para formação geral de cidadania. Nesse sentido, a AC é uma ferramenta que viabiliza o entendimento de debates públicos que envolvem questões científicas e tecnológicas.

Nesta perspectiva, para além da habilidade de ler e escrever, a Alfabetização Científica instrumentaliza o leigo a compreender assuntos científicos e expressar opinião (Miller, 1983). Promovendo, dessa forma, a geração e aplicação do conhecimento científico no cotidiano humano, em situações diversas que vão desde a escolha de um alimento mais nutritivo à apreciação das leis da Ciência pura (Shen, 1975).

Partindo do entendimento de que a Ciência é uma linguagem, “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza” (Chassot, 2003, p. 91). Portanto, ampliar o conhecimento público “de” e “sobre” Ciência é fundamental, dado o cenário em que hoje a interação com a Ciência, Tecnologia e suas criações ocorre de maneira mais profunda e frequente. Nesse contexto, Sasseron (2013) destaca que a Alfabetização Científica (AC) é um processo contínuo que propicia a discussão de temas relacionados à Ciência e resulta em formação de indivíduos capazes de identificar a Ciência no seu contexto social, bem como

de reconhecer as suas consequências na Tecnologia, Ambiente e Sociedade.

Desta forma, a escola assume o papel de espaço para a popularização e desmitificação do conhecimento científico. A promoção da Alfabetização Científica nos fazeres escolares emerge como uma das facetas capazes de fortalecer abordagens que priorizam uma educação mais engajada, pois ultrapassa a reprodução de conceitos que não evidenciam aplicabilidade ou mesmo significado (Lorenzetti; Delizoicov, 2001). Assim, o processo de ensino servirá como suporte no desenvolvimento de ferramentas para a resolução de situações cotidianas, contribuindo na compreensão de mundo e da Ciência, bem como para a formação de um cidadão crítico e capaz de se posicionar frente às situações que envolvam questões científicas (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

### 1.1.1 Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica

Para considerar um indivíduo cientificamente alfabetizado, Sasseron e Carvalho (2008, p. 335) destacaram três requisitos, denominados “Eixos estruturantes da Alfabetização Científica”. Segundo as autoras, para viabilizar a Alfabetização Científica (AC) nos espaços escolares, os eixos estruturantes devem nortear as propostas didático-pedagógicas pautadas na abordagem investigativa. O Quadro 1 apresenta os três Eixos estruturantes propostos por Sasseron e Carvalho (2008).

**Quadro 1** - Eixos estruturantes da Alfabetização Científica que devem nortear as propostas didático-pedagógicas pautadas na abordagem investigativa, de acordo com Sasseron e Carvalho (2008).

<b>Eixos estruturantes</b>	
1	Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.
2	Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.
3	Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008, p. 335).

A relevância do primeiro eixo reside na necessidade imperativa de nossa sociedade compreender conceitos-chave, pois isso capacita a compreensão até mesmo das menores informações e situações do cotidiano. O segundo eixo concentra-se na compreensão da essência da Ciência e de como ela tanto influencia quanto é influenciada pela sociedade em que está inserida. Isso inclui a maneira como o conhecimento científico é construído, os pilares da

Ciência e da comunidade científica; além dos fatores éticos e políticos que envolvem sua prática. Isso é essencial porque, em nossas vidas diárias, estamos constantemente confrontados com informações e novos contextos que requerem reflexões e análises contextualizadas antes de agir. Nesse sentido, ao compreendermos como as investigações científicas são conduzidas, adquirimos ferramentas para abordar os desafios do cotidiano que envolvem conceitos científicos ou os conhecimentos que deles derivam.

O terceiro eixo engloba a compreensão das interligações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Isso implica no reconhecimento de que praticamente todos os aspectos da vida influenciam e são influenciados pelos avanços científicos e tecnológicos. Ao entender essas inter-relações, deixamos de colocar a ciência no pedestal da divindade, em um olhar ingênuo, ou por outro lado demonizá-la; mas entendemos que os fatos científicos e artefatos tecnológicos são constructos humanos que podem gerar tanto impactos positivos quanto negativos (Sasseron; Carvalho, 2008; Silva; Sasseron, 2021).

### 1.1.2 Indicadores da Alfabetização Científica

De acordo com Sasseron e Carvalho (2008, p. 338), existem alguns indicadores da Alfabetização Científica que elucidam a forma como os estudantes expressam habilidades associadas ao trabalho científico quando se deparam com algum problema. As autoras organizaram os indicadores em três grupos, sendo que cada grupo representa um bloco de ações a serem desenvolvidas durante a resolução de um problema. O Quadro 2 apresenta os indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008) e sua organização em grupos.

**Quadro 2** - Indicadores da Alfabetização Científica e sua organização em grupos, os quais representam blocos de ações a serem desenvolvidas durante a resolução de um problema.

<b>Trabalho com os dados obtidos em uma investigação</b>		
<b>GRUPO 1</b>	<b>Seriação</b>	É um indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser uma lista de dados trabalhados. Deve surgir quando se almeja o estabelecimento de bases para a ação.
	<b>Organização</b>	Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser vislumbrado quando se busca mostrar um arranjo para informações novas ou já elencadas anteriormente, podendo surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão.

	<b>Classificação</b>	Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas. Constitui-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles.
<b>GRUPO 2</b>	<b>Estruturação do pensamento</b>	
	<b>Raciocínio lógico</b>	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto.
	<b>Raciocínio proporcional</b>	Como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
<b>GRUPO 3</b>	<b>Entendimento da situação analisada</b>	
	<b>Levantamento de hipóteses</b>	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema).
	<b>Teste de hipóteses</b>	Concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
	<b>Justificativa</b>	Aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura.
	<b>Previsão</b>	É explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
	<b>Explicação</b>	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não se recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008, p. 338-339).

Sobre os indicadores, Sasseron e Carvalho (2008) alertam que um indicador não impede a manifestação do outro. Ao contrário, em situações de sala de aula, provavelmente eles se complementarão, já que o processo de construção do conhecimento é diverso e intimamente relacionado às experiências de vida; é a partir delas que os significados se constroem.

Neste contexto, introduzir os estudantes na cultura científica por meio da abordagem investigativa implica imergi-los em um ambiente de aprendizagem que não apenas requer o entendimento de conceitos científicos, mas também exige a capacidade de realizar análises e

sínteses por meio de métodos inerentes à prática científica (Sasseron, 2013).

## **1.2 Ensino de Ciências por Investigação: Uma abordagem indutora da Alfabetização Científica**

A abordagem do Ensino por Investigação, apresentada pioneiramente por John Dewey no final do século XIX como uma estratégia metodológica para se promover a Educação Científica, ganhou maior evidência na escola a partir da década de 1970, com o cognitivismo (Vieira, 2012). Fortemente influenciada pelas interações socioculturais de Vygotsky, Dewey acreditava que as instituições educacionais, especialmente as escolas, poderiam servir como veículos para a construção de uma sociedade mais humanizada (Vieira, 2012; Zompero; Laburú, 2011). Portanto, o objetivo de Dewey era reformular a concepção tradicional de conhecimento, integrando-a aos princípios da Ciência, o que ele denominou de "experiência". Através dessa abordagem, aquilo que detinha relevância para a vida humana passava a ter importância também para a esfera científica (Vieira, 2012).

As ideias de Dewey, juntamente com as de Joseph Schwab na segunda metade do século XX, fortaleceram o ensino de ciências por meio da investigação. Schwab argumentava que a Ciência inclui tanto as ideias como as formas de fazer as coisas que foram criadas e mudadas ao longo do tempo. Por isso, ensinar e aprender Ciências deveria seguir essa maneira de entender o conhecimento científico (Vieira, 2012; Sá, 2009; Zompero; Laburú, 2011). Além disso, de acordo com Schwab, o ensino por investigação favorecia o entendimento dos processos da Ciência (Zompero; Laburú, 2011, p. 72).

O conceito de Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) nos conduz a uma perspectiva educacional que atribui importância ao contexto dos estudantes, fomenta sua participação efetiva e estimula a motivação. Autores como Carvalho (2013), Sasseron (2015), Brito e Fireman (2016), Zompero e Laburú (2011), bem como Scarpa e Campos (2018), sustentam os princípios fundamentais do EnCI e o apresentam como uma abordagem facilitadora do processo educacional, na qual a busca pela solução de problemas leva o estudante a elucidar não apenas os conceitos, mas também os processos envolvidos (Vieira, 2012).

O EnCI é uma abordagem educacional que não está atrelada a um conteúdo específico ou a um método didático, mas sim a prática docente e à sua intencionalidade. A Alfabetização Científica (AC) é objetivo do Ensino de Ciências. Em relação a isso, atualmente, a conferência de autoridade intelectual aos estudantes em contextos educacionais tem se tornado uma grande preocupação (Berland; Hammer, 2012; Carvalho, 2013; Duschl, 2008).

Tal autoridade implica a participação ativa dos estudantes nas discussões em sala de aula e enfatiza a importância de promover ações e práticas que resultem no desenvolvimento de habilidades de raciocínio e a capacidade de fazer julgamentos sobre questões, além de realizar investigações críticas sobre problemas cotidianos. Essas ideias também sustentam os princípios da Alfabetização Científica, que é entendida como a capacidade dos indivíduos de construir compreensão sobre situações da vida cotidiana que envolvem conhecimentos científicos, através de processos investigativos e de análise crítica (Bybee; DeBoer, 1994; Hurd, 1998; Sasseron, 2018).

Na educação escolar, as atividades investigativas podem viabilizar a Alfabetização Científica, uma vez que desconstruem a ideia de ensino baseado na transmissão-recepção, colocando o estudante na posição de agente no seu processo de construção do saber. O uso de estratégias diversificadas, como desafios, pesquisas, leitura de imagens, e experimentos práticos, podem despertar a curiosidade natural dos estudantes, incentivando-os a formular hipóteses, testar ideias e refletir sobre os resultados - características do fazer científico (Cardoso; Scarpa, 2018).

Para Freire (1980), a educação devia ir além da simples transmissão de conhecimento técnico ou factual. Ele defendia uma abordagem crítica e dialógica da educação, onde o objetivo era capacitar os educandos a compreender e transformar sua realidade. A alfabetização, nesse sentido, não era apenas aprender a ler e escrever, mas também desenvolver a capacidade de ler o mundo de maneira crítica. A Alfabetização, na visão freireana, era a capacidade de entender a Ciência e a Tecnologia de forma crítica, reconhecendo sua relação com a realidade social e política. Isso implicava em perceber como o conhecimento científico podia contribuir tanto para a libertação quanto para a opressão, dependendo de como ele era produzido e utilizado.

Nessa perspectiva, a Alfabetização Científica não pode ser alcançada apenas pelo ensino de conceitos científicos, apesar desses conceitos serem válidos pela necessidade de apresentar aos estudantes uma nova linguagem, a linguagem científica da escola (Carvalho, 2002). É importante ressaltar que, embora seja fundamental para o ensino das Ciências Naturais aprimorar e expandir o vocabulário científico dos estudantes, é essencial que esse processo ocorra de maneira contextualizada. Dessa forma, eles terão a oportunidade de reconhecer os significados embutidos nos conceitos científicos apresentados, podendo se apropriar de esquemas e métodos processuais, bem como ampliar a sua compreensão sobre a Ciência (Lorenzetti; Delizoicov, 2001).

Aprender ciência envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado,

em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento” (Driver *et al.*, 1999, p.36).

Quando o ensino dos conceitos passa por uma problematização partindo do próprio estudante ou do professor (Gehlen; Maldaner; Delizoicov, 2012) e a solução dessas situações-problema é feita por meio de mais diálogo, mais comunicação entre os colegas e mais interpretações e reinterpretações, os estudantes se apropriam dessas habilidades, e se tornam capazes de transferir esses conceitos científicos para novas situações-problema. “Há uma relação intensa entre o fazer e o compreender” (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017, p. 25).

Neste contexto, as atividades investigativas se configuram como uma abordagem potencialmente significativa para a promoção da Alfabetização Científica, uma vez que consideram os conhecimentos prévios dos estudantes, valorizam sua participação e estimulam a comunicação e a interação do estudante em sala de aula. Essas atividades determinam que aprender Ciências é superar o pensamento do senso comum e apresenta aos estudantes formas mais adequadas de raciocínio alinhadas às práticas da comunidade científica e da sua maneira de observar e pensar sobre o mundo natural.

### **1.3 A construção do conhecimento nas perspectivas da Teoria da Aprendizagem Significativa**

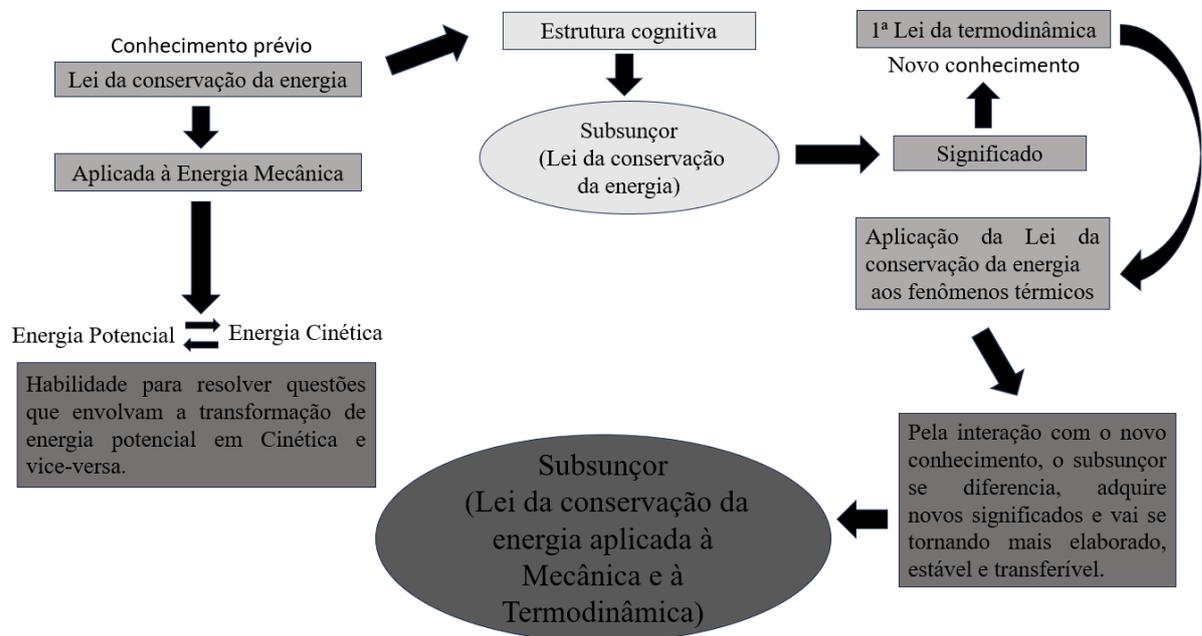
Desenvolvida na década de 1960 por David Ausubel, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) que se aproxima das concepções de Jean Piaget quanto às etapas de desenvolvimento e de Lev Vygotsky, que vê o ensino como um processo social (Moreira, 2012), ganhou ampla notoriedade por meio das contribuições de Joseph D. Novak, motivo pelo qual poderia ser chamada de Teoria de Ausubel e Novak (Moreira, 2013).

A Teoria da Aprendizagem Significativa, por vezes denominada apenas Aprendizagem Significativa (AS), representa uma abordagem psicoeducacional fundamentada no viés cognitivista (Almeida; Fontanini, 2010; Moreira, 2013), e postula que a aprendizagem adquire significado quando as novas informações interagem com aquelas já existentes na estrutura cognitiva daquele que aprende.

Aprendizagem significativa é aquela em que as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Moreira, 2011, p. 13).

Na teoria ausubeliana, as estruturas cognitivas, que relacionam novas informações com os conhecimentos prévios relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, são chamadas de subsunçores ou ideias-âncora. Em um processo iterativo, ao servir de âncora para as novas ideias, os subsunçores se modificam e reorganizam-se assumindo novos significados, que são pessoais e individuais, porém influenciados por fatores sociais (Moreira, 2012, 2013; Almeida; Fontanini, 2010; Vieira, 2012). A Figura 1 apresenta um exemplo de modificação do subsunçor “Lei da conservação da energia” pela interação com um novo conhecimento.

**Figura 1** – Exemplo de modificação do subsunçor pela interação com um novo conhecimento.



Fonte: Construção própria, referenciado em Moreira (2012, p. 2-3).

A estrutura cognitiva, na concepção de Ausubel, é um conjunto de subsunçores dinamicamente interrelacionados e hierarquicamente organizados, ao qual o novo conhecimento se integra, se diferencia, adquire novos significados e progressivamente vai se tornando mais estável, a ponto de facilitar novas aprendizagens. Assim, o novo conhecimento se ancora e é armazenado de forma organizada, levando a uma hierarquização conceitual na qual os elementos mais específicos se ligam aos mais gerais e inclusivos (Moreira, 2011, 2013; Vieira, 2012; Almeida; Fontanini, 2010).

Contudo, quando os subsunçores não existem, como no caso de quando o aprendiz entra em contato com um conhecimento totalmente novo para ele, a aprendizagem mecânica pode contribuir fornecendo conhecimentos e conceitos básicos para a formação dos subsunçores. Em

situações como essa, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios como estratégia para manipular a estrutura cognitiva, facilitando a aprendizagem subsequente pela formação de conceitos subsunçores (Moreira, 2013; Vieira, 2012; Carvalho, 2021).

Os organizadores prévios podem ser de dois tipos: 1) Organizador expositivo, quando o material de aprendizagem é totalmente novo e o aprendiz não tem os subsunçores para ancoragem dos novos conhecimentos. Nesse caso a função do organizador é suprir uma deficiência, fazendo a ponte entre o que o aprendiz sabe e o que deveria saber; e 2) Organizador comparativo, quando o aprendiz já teve algum contato com o material de aprendizagem - pode ser “um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação” - em um grau mais alto de abstração, inclusividade e generalização. Esse tipo de organizador deve ser apresentado antes do material ser aprendido, com função de servir como ponte cognitiva. Por exemplo “antes de trabalhar o conceito de emulsão, pode-se discutir com os alunos a maneira de preparar maionese” - este organizador ajudará a integrar o novo conhecimento, fazendo a relação e a discriminação entre o novo conhecimento e o já existente (Moreira, 2012, p. 12).

### 1.3.1 Formação de conceitos subsunçores

No caso de crianças pequenas, na aprendizagem por descoberta, os conceitos subsunçores são formados por abstrações e generalizações, em um processo denominado “formação de conceito”. Porém, devido à vasta quantidade de conhecimentos historicamente produzidos pela humanidade, é inviável aprender tudo por descobrimento (Moreira, 2012); da mesma forma que se tornou impossível ensinar tudo a todos. Passou-se, então, a privilegiar a qualidade daquilo que é ensinado à quantidade, priorizando os conhecimentos fundamentais e dando mais atenção aos processos de construção do conhecimento (Carvalho, 2013).

A partir de uma certa idade, e já na fase escolar, a formação de novos conceitos se torna ocasional. Majoritariamente a aprendizagem se torna receptiva, ou seja, o aprendiz não precisa descobrir para aprender, o conhecimento é apresentado já na sua forma final. No entanto, Moreira (2012, p. 13) trouxe um alerta: aprendizagem receptiva não é sinônimo de passividade, ao contrário ela “requer muita atividade cognitiva para relacionar, interativamente, os novos conhecimentos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva”; ou seja, ela é um processo ativo que envolve a assimilação dos significados, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Assimilação é a ancoragem do novo conhecimento à estrutura cognitiva do aprendiz por

meio de subsunçores, na qual o novo conhecimento adquire significados e o subsunçor existente é modificado, adquirindo novos significados. Aquisição na perspectiva de Ausubel é “ganhar posse” de novos significados - conhecimento. A diferenciação progressiva diz respeito a esses novos significados adquiridos por um subsunçor já existente. Ela ocorre progressivamente pelo uso sucessivo do subsunçor, o qual vai se tornando mais elaborado. A reconciliação integrativa é um processo simultâneo à diferenciação progressiva, que elimina discrepâncias, resolve inconsistências, integra significados e estabelece superordenações (Moreira, 2012, 2013; Vieira, 2012).

A diferenciação progressiva do ponto de vista instrucional, “é vista como um princípio programático da matéria de ensino”. Nessa perspectiva, Ausubel propõe que, no contexto da sala de aula, um novo conhecimento seja apresentado partindo-se de conceitos e proposições mais gerais para depois, progressivamente, fazer-se as diferenciações. Já para a reconciliação integrativa, a recomendação é fazer a relação entre ideias, procurando identificar semelhanças e diferenças relevantes. Para ambos os casos, pode-se usar os organizadores prévios e os mapas conceituais (Moreira, 2013, p. 154).

### 1.3.2 Condições para a Aprendizagem Significativa e instrumentos facilitadores

A Aprendizagem Significativa (AS) manifesta-se quando se consideram elementos como o conhecimento prévio do estudante e a sua predisposição para aprender, aliados à potencialidade significativa do material e as estratégias instrucionais adotadas pelo professor (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Ausubel, 2003). Dentre esses elementos, “o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe” (Moreira, 2013, p. 148).

Além dos já mencionados: organizadores prévios, diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, Ausubel também recomendava a aplicação dos princípios de organização sequencial e consolidação para facilitar a AS. A organização sequencial envolve aproveitar as dependências sequenciais naturais presentes nos objetos do conhecimento. Segundo o autor, é mais eficaz para o estudante estruturar suas ideias quando o material de ensino está organizado de maneira que certos tópicos naturalmente dependam daqueles que vêm antes deles (Moreira, 2012).

Dentro do contexto da AS, a consolidação implica que o aprendizado não é imediato e que atividades como exercícios, resolução de problemas, esclarecimentos, diferenciações e integrações são cruciais antes de apresentar novas informações (Moreira, 2012). Um outro elemento de extrema importância na facilitação da Aprendizagem Significativa é a linguagem.

A apreensão de significados, o que envolve a troca e a negociação dos mesmos, são essencialmente mediados pela linguagem (Moreira, 2012, 2013; Carvalho, 2021).

Por negociação de significados, entende-se que durante o processo de ensino-aprendizagem precisa haver diálogo entre o professor e os estudantes. Constantemente, o professor deve indagar os estudantes o que eles captaram dos significados. É pela externalização dos significados pelos estudantes, que o professor fará a avaliação formativa e iterativa, bem como diagnosticará os obstáculos epistemológicos, podendo fazer as intervenções necessárias (Moreira, 2012).

Nesse sentido a postura do professor, que assume um papel de mediador, é um fator crucial para a facilitação da Aprendizagem Significativa. O professor passa a atuar como um facilitador, promovendo a reativação dos conhecimentos prévios dos estudantes e guiando-os na reflexão sobre esses conhecimentos, a fim de auxiliá-los a construir conceitos progressivamente mais alinhados com os princípios cientificamente reconhecidos (Vieira, 2012).

Além disso, Ausubel (1988) considerou que uma tarefa que apresenta ao estudante a oportunidade de solucionar um problema pode ser considerada como um método para fomentar a Aprendizagem Significativa. Isso acontece, pois, a resolução do problema surge a partir de um processo gradual de esclarecimento das relações entre meios e fins, baseado na criação, análise e descarte de hipóteses. Haja vista que, as situações-problema dão sentido aos conceitos e a conceitualização se torna mais refinada à medida que o estudante domina situações cada vez mais complexas (Moreira, 2012).

Neste viés, a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes, a importância da linguagem e do problema, aliados à interação social e ao papel mediador do professor, são pontos de convergência entre as perspectivas da abordagem investigativa e a teoria de Aprendizagem Significativa (AS), proposta por David Ausubel. Sendo assim, os aportes teóricos do EnCI e da AS nos trazem elementos que sustentam como se dão os processos de construção do conhecimento dos estudantes, com o intuito de prepará-los para a tomada consciente de decisões, que não se limitam a uma simples expressão de opinião; pelo contrário, envolve uma análise crítica de uma situação, o que, no contexto das Ciências, pode se traduzir em um processo de construção do conhecimento de forma significativa e duradoura.

## **2 REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, L. M. W; FONTANINI, M. L. C. Aprendizagem Significativa em atividades de

modelagem matemática: Uma investigação usando Mapas Conceituais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 403-425, 2010.

AUSUBEL; D. P; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. **Psicologia cognitiva**. Tradução de: Eva Nick, 2 ed. Rio de Janeiro: Editora interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt Rinehart and Winston, 1988.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BERLAND, L. K; HAMMER, D. Framing for scientific argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n.1, p. 69–84, 2012.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Rev. Ensaio**. v.18, n.01, p.123-146. Belo Horizonte, 2016.

BYBEE, R. W; DeBOER, G. E. Research on Goals for the Science Curriculum, In: Gabel, D. L. (ed.), **Handbook of Research in Science Teaching and Learning**, p. 357-387. New York, NY: McMillan, 1994.

CARDOSO, M.J.C; SCARPA, D.L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Rev. Bras. de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.18, n.3, p. 1025-1059, dez, 2018.

CARVALHO, A. M. P. A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinios. **Educação e Pesquisa** (USP), São Paulo, v. 28, n.2, p. 57-67, 2002.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p.1-20, 2013.

CARVALHO, R. S. C. **O ensino de botânica e o ensino de ciências por investigação: contribuições na aprendizagem de alunos nos anos iniciais**. 188p. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2021.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2003.

DRIVER, R *et al.* "Construindo conhecimento científico na sala de aula." **Revista Química Nova na Escola**, v.1, n.9. 31-40, 1999.

DUSCHL, R. A. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic and social learning goals. **Review of Research in Education**, v. 32, n.1, p. 268–291, 2008.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**, São Paulo: Paz e Terra, 1980.

FREIRE, P. **Educação e Mudança**, São Paulo: Paz e Terra, 2014.

GEHLEN, S. T. MALDANER, O. A. DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: Complementaridades e contribuições para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.

HURD, P. D. Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, 1992.

LORENZETTI, L; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, p. 45-61, 2001.

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review, In: **Daedalus**, n. 112, p. 29-48, 1983.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. **Curriculum, La Laguna**, Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. Grupo GEN, 2013. **E-book**. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637707/>. Acesso em: 30 jul. 2023.

SÁ, E.F. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação**. 202f. Tese (Doutorado em Educação) UFMG/FaE, Belo Horizonte, 2009.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação - condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-62, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061-1085, 2018.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. E. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Revista Tópicos Educacionais**, v. 23, p. 7-27, 2017.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de biologia por investigação. **Estudos avançados USP**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 25-41, set/dez, 2018.

SHEN, B. S. P. Science Literacy. In: **American Scientist**. v. 63, p. 265-268, may-jun, 1975.

SILVA, M.; SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, p. e34674, 2021.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 149f. Tese (Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência) Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, 67-80, 2011.

## CAPÍTULO 2: PRODUTO EDUCACIONAL - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

### 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo descreve o processo de desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa (SEI), elaborada como produto educacional vinculado a esta dissertação. Apresentamos também seus fundamentos teóricos, assim como o processo de criação e avaliação, detalhando as atividades e as etapas instrucionais envolvidas em sua aplicação.

#### 1.1 Sequência de Ensino Investigativa uma ferramenta indutora da Alfabetização Científica

Para promover a Alfabetização Científica, Carvalho (2013) propôs a criação de atividades investigativas estruturadas no formato de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs), as quais são uma série de atividades interligadas e organizadas em torno de um tema científico. As atividades que compõem a SEI são planejadas com a finalidade de abordar os problemas a serem resolvidos, facilitar a sistematização do conhecimento e contextualizar o aprendizado no cotidiano do estudante. Para isso, procura-se estabelecer conexões entre a prática e o fazer científico; de forma a viabilizar a construção do conhecimento pelos estudantes, a partir dos seus conhecimentos prévios (Carvalho, 2011, 2013).

Dentro do contexto das SEIs, destaca-se quatro pontos cruciais que segundo Carvalho (2011, p. 255-256) fundamentam o seu planejamento: “a importância do problema para o início da construção do conhecimento, a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual, a tomada de consciência e as diferentes etapas das explicações científicas”. A referida autora ressalta, ainda, a importância da linguagem e do papel mediador do professor.

Nesta perspectiva, Carvalho (2013), propôs cinco etapas com algumas atividades-chave a serem observadas no planejamento de uma SEI. O Quadro 3 apresenta as etapas propostas pela autora e suas respectivas ações.

**Quadro 3** - Etapas com atividades-chave a serem observadas no planejamento da Sequência de Ensino Investigativa.

Etapas	Ações
1	Problema contextualizado (experimental ou teórico).
2	Resolução do problema.
3	Sistematização coletiva/individual

4	Contextualização do conhecimento.
5	Avaliação e/ou aplicação.

Fonte: Produção própria, referenciado em Carvalho (2013, p. 09-10).

Dessa forma, o ciclo de atividades da SEI deve viabilizar a construção do conhecimento pelos estudantes, a partir dos seus conhecimentos prévios. Para isso, toma-se como ponto de partida um problema do contexto dos estudantes. O objetivo é promover a passagem do conhecimento espontâneo ao conhecimento científico; transferível para novas situações que envolvam questões científicas, em um processo interativo com os pares e o professor (Carvalho, 2013; Sasseron, 2013).

A linguagem é elemento fundamental na SEI. Ela perpassa todo o processo, desde a seleção dos exemplos e a forma de exposição por parte do professor e dos estudantes até a apropriação da linguagem científica e a internalização dos significados. Ao ouvir os colegas, os estudantes tomam consciência de suas ações (Carvalho, 2011, 2013; Zômpero; Laburú, 2011).

Partindo do pressuposto de que a transformação de uma realidade educacional não pode ser alcançada apenas com o uso de ferramentas, o professor desempenha um papel fundamental nesse processo. É o professor que vai assumir o papel de facilitador, incentivando o estudante, buscando reativar os seus conhecimentos prévios, orientando-os na reflexão sobre esses conhecimentos e ajudando-os a desenvolver gradualmente conceitos mais alinhados com os princípios cientificamente aceitos (Vieira, 2012).

Contudo, em sala de aula, para se promover a passagem do conhecimento espontâneo ao conhecimento científico e viabilizar a Alfabetização Científica (AC), as aulas precisam ser organizadas de acordo com os referenciais teóricos, o que não é uma tarefa fácil. Haja vista que, não se trata de um laboratório onde as variáveis podem ser previstas e controladas (Carvalho, 2013).

## **1.2 Fundamentos teóricos da Sequência de Ensino Investigativa**

Durante muito tempo, profissionais da educação consideraram que as teorias piagetianas e vygotskianas eram antagônicas (Carvalho, 2013; Castorina *et al.*, 1990; Santos *et al.*, 2021) e a adoção de ambas como arcabouço teórico, em uma mesma proposta de estudo, era tida como conflitante. No entanto, pesquisas realizadas em ambiente escolar mostraram que esse conflito inexistente; uma vez que, quando aplicadas em diferentes momentos do processo ensino-aprendizagem, essas teorias se mostraram complementares.

Sendo assim, Carvalho (2013) buscou de forma assertiva alguns conceitos da teoria de Piaget e Vygotsky para sustentar teoricamente as etapas de construção da Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Posteriormente, destacaremos as etapas do Ensino por Investigação, à luz de Carvalho (2013), relacionando-as com conceitos específicos das teorias de Piaget e Vygotsky; e evidenciando as contribuições desses aportes teóricos para a organização do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), no contexto escolar.

### 1.2.1 Contribuições de Piaget

Piaget foi um dos mais importantes autores da Psicologia. Suas obras exerceram, durante todo o século XX, uma notável influência nos estudos relacionados à Psicologia da Inteligência. Contudo, devido à consistência das suas obras, a importância de Piaget atingiu proporções para além da perspectiva intrínseca da inteligência (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019).

Em suas pesquisas Piaget buscou entender o “desenvolvimento cognitivo, no qual aprendizagem não é um conceito central” (Moreira, 1999, p. 12). No entanto, segundo Carvalho (2011), os trabalhos piagetianos contribuem substancialmente para o processo ensino-aprendizagem:

O conteúdo trabalhado por Piaget é o nosso conteúdo e o objetivo da epistemologia genética - compreender como o indivíduo constrói o conhecimento científico, é uma base teórica de grande importância quando queremos planejar um ensino que leve um indivíduo, nesse caso o nosso aluno, a construir o conhecimento científico (Carvalho 2011, p. 3).

Segundo Piaget (1999), a construção do conhecimento não parte nem do objeto nem do sujeito, mas da interação entre eles. Tais interações podem surgir espontaneamente no indivíduo ou serem estimuladas externamente. É a partir da articulação entre os fatores externos e internos que o conhecimento se constrói (Santos *et al.*, 2021).

As obras de Piaget surpreendem pelo volume. Os temas nelas tratados trazem uma imensa contribuição ao entendimento dos processos cognitivos promotores do desenvolvimento da inteligência humana. Ressalta-se, no entanto, que buscamos como suporte teórico apenas alguns conceitos da teoria piagetiana: Assimilação; Acomodação; Equilibração majorante; Abstrações empírica e reflexiva.

Explicita-se os referidos conceitos da seguinte forma: *Assimilação* (interpretação) – refere-se ao primeiro contato do sujeito com o objeto do conhecimento, momento no qual o

sujeito interpreta o objeto, retirando dele algumas informações e ignorando outras; *Acomodação* (modificação) - as estruturas mentais se modificam para acomodar as informações retidas na assimilação; *Equilibração majorante* - a Assimilação provoca uma Desequilibração, já que as novas informações precisam ser acomodadas na estrutura mental. O processo dinâmico entre Assimilação e Acomodação, promove uma nova organização mental, denominada Equilibração; *Abstrações Empírica e Reflexiva* - Abstração Empírica são informações retiradas diretamente do contato com o objeto do conhecimento e Abstração Reflexiva remete ao “pensar sobre”, na perspectiva de como o sujeito se relaciona com esse objeto (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019).

### 1.2.2 Contribuições de Vygotsky

Vygotsky foi responsável por uma vasta produção científica tratando de temas diversificados, tais como: Neuropsicologia, Linguagem e Educação. A clara valorização da atuação pedagógica e da atuação do professor em suas obras, atraiu a atenção dos educadores para as perspectivas vygotskianas (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019).

Segundo Moreira (2021), os elementos culturais e a interação social são peças chave para o entendimento do desenvolvimento cognitivo, na teoria vygotskyana. Dessa forma, pode-se afirmar que “é pela interiorização de instrumentos e sistemas de signos produzidos culturalmente que se dá o desenvolvimento cognitivo” (Moreira, 2021, p. 96).

Um instrumento é algo material, utilizado com alguma finalidade, enquanto os signos podem ser imateriais que geram significados, que remetem a uma nova realidade, não àquela imediatamente dada. Para internalizar signos, os indivíduos têm que captar os significados já aceitos e compartilhados num determinado contexto social e é por meio da interação entre os indivíduos que isso ocorre (Santos *et al.*, 2021, p. 145).

Neste contexto, os instrumentos representam uma ação externa ao indivíduo, que se mostra capaz de administrar a atividade humana; enquanto a internalização de signos provoca uma ação interna, causando mudanças comportamentais (Vygotsky, 1991).

Contudo, salienta-se que a internalização não deve ser confundida como uma transmissão de uma atividade externa para o plano interno, pois internalizar envolve uma série de transformações do próprio processo (Castorina *et al.*, 1990). Haja vista que, trata-se de uma ação humana e, como toda construção humana, sofre influência das especificidades e vivências do indivíduo.

Nesta pesquisa, nos limitaremos em abordar estes dois pontos da teoria de Vygotsky considerados fundamentais para essa proposta de pesquisa: A interação social, como promotora

de processos mentais superiores, e os elementos culturais, como mediadores da interação entre indivíduos (Santos *et al.*, 2021).

### 1.2.3 Relação entre o Ensino de Ciências por Investigação e as Teorias de Piaget e Vygotsky

Enquanto abordagem, o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) abarca uma imensa possibilidade de recursos didáticos, uma vez que não está ligada a um conteúdo ou método e sim à intencionalidade do professor. Sendo assim, é preciso que o professor em seu fazer pedagógico prime pelo viés investigativo de tais recursos, para a promoção da participação ativa dos estudantes na construção do próprio conhecimento (Sasseron, 2015).

Segundo Carvalho (2013), a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) é uma materialização do EnCI na qual os estudantes têm condições de iniciar conhecimentos novos a partir dos conhecimentos prévios, fazendo a transposição dos conhecimentos espontâneos para os científicos historicamente construídos.

Nesse sentido, a referida pesquisadora propôs uma sequência de atividades-chave (etapas) a serem contempladas em uma SEI, são elas: “1) Problema contextualizado; 2) Resolução do problema; 3) Atividades de Sistematização coletiva/individual; 4) Atividade de contextualização do conhecimento; 5) Atividade de Avaliação e/ou aplicação” (Carvalho, 2013, p. 9-10). Essas atividades compõem um ciclo que não deve ser interpretado como um modelo rígido. Tais ciclos podem ser repetidos, para atender às especificidades de objetos do conhecimento mais complexos, bem como outras atividades podem ser acrescentadas a eles, de acordo com a intencionalidade do professor.

Com o intuito de evidenciar as contribuições dos aportes teóricos de Piaget e Vygotsky para a organização do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), apresentamos no Quadro 4 alguns conceitos das teorias piagetianas e vygotskyanas, fazendo a associação de tais conceitos com as etapas 1, 2 e 3 da Sequência Ensino Investigativa, à luz de Carvalho (2013).

**Quadro 4** - Contribuições de Piaget e Vygotsky para a organização das etapas do Ensino de Ciências por Investigação.

<b>1ª ETAPA: Problema contextualizado</b>	
<b>Levantamento dos conhecimentos prévios</b>	
<b>Piaget</b>	<b>Vygotsky</b>
• Equilíbrio.	• Zona de desenvolvimento real.
<b>Contribuição para a organização do ensino</b>	

Todo conhecimento tem origem em um conhecimento preexistente.	O desenvolvimento consolidado capacita o estudante a utilizar o seu conhecimento de forma autônoma na solução de problemas.
<b>Problema</b>	
<b>Piaget</b>	<b>Vygotsky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assimilação; Acomodação;</li> <li>Equilíbrio majorante.</li> <li>• Abstração empírica (ação manipulativa).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos culturais (Instrumentos).</li> <li>• Interação social.</li> <li>• Zona de desenvolvimento potencial (ZDP).</li> </ul>
<b>Contribuição para a organização do ensino</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação ativa do estudante.</li> <li>• Construção conceitos pelo estudante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicação professor-estudante-ambiente.</li> <li>• Auxílio do professor ou de outro estudante (trabalho em grupo).</li> </ul>
<b>2ª e 3ª ETAPA: Atividade de sistematização coletiva/Atividade de contextualização do conhecimento</b>	
<b>Piaget</b>	<b>Vygotsky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstração reflexiva.</li> <li>• Equilíbrio majorante (reequilíbrio).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interação social.</li> <li>• Elementos culturais (Signos).</li> <li>• Funções mentais elevadas são construídas por interação social.</li> <li>• Zona de desenvolvimento potencial (ZDP).</li> </ul>
<b>Contribuição para a organização do ensino</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passagem da ação manipulativa para a ação intelectual.</li> <li>• Tomada de consciência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificação da interação professor-estudante em sala de aula.</li> <li>• A linguagem como artefato cultural de interação em sala de aula, com função transformadora da mente.</li> <li>• Auxílio do professor ou de outro estudante (trabalho em grupo).</li> </ul>

Fonte: Construção própria, referenciado em Carvalho (2013).

Na primeira etapa de uma abordagem investigativa sugere-se o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Trata-se de uma retomada de ideias, ou “conceitos espontâneos” (Santos *et al.*, 2021, p, 145), como ponto de partida para a formulação do problema a ser investigado. A relevância dessa etapa se sustenta no conceito da Equilíbrio de Piaget e Zona de Desenvolvimento Real de Vygotsky.

Ambos os conceitos partem da premissa de que o sujeito não é uma caixa vazia a ser preenchida. Em Piaget tem-se que os conhecimentos assimilados são organizados na estrutura cognitiva, gerando novas estruturas assimiladoras (Moreira, 2021). Em Vygotsky, a Zona de Desenvolvimento Real refere-se aos conhecimentos já concretizados sobre os quais os estudantes têm domínio (Carvalho, 2013).

Em seguida tem-se a apresentação do problema. Na tentativa de solucionar o problema o estudante levanta hipóteses baseadas naquilo que ele já conhece. Uma característica central nas

pesquisas piagetianas, que contribui significativamente no processo ensino-aprendizagem, é a importância de um problema (Carvalho, 2013). Segundo Piaget (2010), o desenvolvimento da inteligência ocorre por mecanismos de Assimilação e Acomodação. À interpretação do problema (objeto do conhecimento) denomina-se Assimilação. A resistência que o objeto oferece em ser interpretado provoca um desequilíbrio das estruturas cognitivas que precisam, então, se modificar para acomodar as informações retidas a respeito do objeto. A Acomodação das novas informações promove o processo da Equilibração majorante, com novos esquemas de Assimilação (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019).

Nessa etapa do EnCI identifica-se duas contribuições diretas de Piaget: 1) A Abstração empírica (ação manipulativa) - as informações são retiradas diretamente do contato com o objeto do conhecimento (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019). Neste contexto, o problema pode ser apresentado de várias formas: atividade experimental; demonstração investigativa ou atividade não experimental; 2) A participação ativa do estudante - partindo de um problema a ser resolvido pelo estudante, este se torna protagonista; o foco do processo ensino-aprendizagem passa do professor (processo de transmissão-recepção) para o estudante (processo ativo de construção do conhecimento), orientado pelo professor (Carvalho, 2013; Diesel; Baldez; Martins, 2017; Sasseron, 2015; Santos *et al.*, 2021). Um bom problema é aquele que oportuniza o levantamento e a testagem de hipóteses; o erro e separação de variáveis; a argumentação e a elaboração de explicações causais para o fenômeno apresentado (Carvalho, 2013). O problema provoca o envolvimento dos estudantes e é potencialmente capaz de favorecer a transformação do saber espontâneo ao saber científico (Cappechi, 2013), na medida em que as hipóteses sejam levantadas e se busque respostas para elas.

Essa etapa se fundamenta também em três conceitos de Vygotsky: A Interação social; os Elementos culturais (instrumentos) e a Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP). 1) Interação social - é através da interação social “que o sujeito irá apropriar-se e internalizar os instrumentos e os signos e, conseqüentemente, desenvolve-se cognitivamente” (Diesel; Baldez; Martins, 2017, p. 281); 2) Elementos culturais (instrumentos) – algo material que pode ser usado para fazer alguma ação. Os instrumentos são mediadores entre os indivíduos e o meio, bem como entre os indivíduos entre si (Santos *et al.*, 2021); 3) ZDP - nível de desenvolvimento medido pela capacidade de solucionar problemas com ajuda de alguém mais experiente (Carvalho, 2013).

A respeito da Interação social entende-se que ela encontra contribuições nas teorias piagetiana e vigotskyana. A interação social mediada pelos artefatos culturais é uma peça chave da teoria de Vygotsky. Contudo, no processo ensino-aprendizagem, a interação social não se

define apenas pela comunicação entre os indivíduos, mas também entre esses e o ambiente e com o próprio problema (Carvalho, 2013). Dessa forma, a interação baseada na psicologia genética de Piaget traz um complemento àquela postulada por Vygotsky, na medida em que promove a exploração do meio físico e a liberdade de escolha entre as tarefas e a melhor forma de executá-las, dando abertura para a criatividade e espírito investigativo (Bona; Drey, 2013).

Na segunda e terceira etapa, denominadas “Atividade de sistematização coletiva” e “Atividade de contextualização do conhecimento”, respectivamente, promove-se um debate entre todos os estudantes e o professor. Ao ouvir o outro, ao responder ao professor, o estudante não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado. O professor busca a participação dos estudantes por meio de perguntas, levando-os a tomarem consciência da ação deles (Carvalho, 2013). É através da tomada de consciência que ocorre a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual.

Na sistematização coletiva o estudante irá organizar e sistematizar os conhecimentos adquiridos (Zômpero; Laburú, 2011). Através das atividades de contextualização, procura-se evidenciar a aplicação do conhecimento estudado e sua importância do ponto de vista social (Carvalho, 2013).

As etapas mencionadas se fundamentam em dois conceitos de Piaget: Equilibração majorante e Abstração reflexiva; e dois de Vygotsky: Interação social e ZDP. Piaget: 1) Equilibração majorante - desenvolvimento da inteligência pela acomodação de novos conceitos científicos, bem como de atitudes e valores próprios da Ciência (Santos *et al.*, 2021). 2) Abstração reflexiva - durante a socialização acontece a comunicação das hipóteses levantadas e dos caminhos traçados para se alcançar uma possível solução do problema, que se traduz em “pensar sobre” como o sujeito se relaciona com o objeto (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019). Vygotsky: 1) Interação social - momento de construção coletiva, onde se destaca a linguagem como artefato cultural capaz de promover a tomada de consciência. Quando os estudantes expõem suas ações, eles tomam consciência sobre elas e sobre a forma que se organizaram para chegar aos resultados (Carvalho, 2013); 2) ZDP – destaca-se o trabalho em grupo, no qual há a construção do conhecimento pelos estudantes de forma colaborativa e a importância do papel mediador do professor, facilitando a internalização e reconstrução de conceitos. Cabe ao professor incitar o uso da linguagem própria das Ciências e fazer as intervenções necessárias, zelando pelo emprego correto dos conceitos científicos (Carvalho, 2013), com o objetivo de promover a Alfabetização Científica dos estudantes. Recomenda-se, ainda, que após a sistematização coletiva, faça-se uma sistematização individual – através de uma produção de um texto ou um desenho, de forma que escrevendo o estudante faça a tomada de consciência

de suas ações.

Quanto à atividade de avaliação, essa deve ser formativa, através de observação e registro pelo professor (para conteúdos processuais e atitudinais) e autoavaliação pelos estudantes. Avaliações com foco na aprendizagem conceitual devem ser constituídas por questionamentos, construção de painel, cruzadinhas (Carvalho, 2013).

### **1.3 Construção da Sequência de Ensino Investigativa**

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI), aqui apresentada como produto educacional vinculado a essa dissertação, é composta por atividades interligadas e foi elaborada de acordo com as etapas propostas por Carvalho (2013). As atividades foram selecionadas buscando-se contemplar os três Eixos estruturantes da Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008); e observando-se os elementos investigativos descritos por Cardoso e Scarpa (2018), na ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI), que será apresentada posteriormente.

Os Eixos estruturantes da Alfabetização Científica nortearam a seleção das atividades de modo que as mesmas fossem coerentes com o objetivo de viabilizar o desenvolvimento das habilidades inerentes aos indivíduos cientificamente alfabetizados; e o DEEnCI trouxe uma reflexão sobre a abordagem investigativa das atividades, possibilitando um equilíbrio entre os aspectos práticos do fazer científico e o desenvolvimento de conceitos e de ideias; e da discussão, justificção dos mesmos (Cardoso; Scarpa, 2018).

Quanto ao Tema, a SEI contempla o objeto do conhecimento “Mecanismos Reprodutivos” da unidade temática “Vida e Evolução” e foi construída para se trabalhar a habilidade (EF08CI07): Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos - em consonância com Documento Curricular para Goiás - Ampliado (DC-GO Ampliado) para o 3º bimestre do 8º ano do Ensino Fundamental (GOIÁS, 2019), período da sua aplicação no contexto real de ensino – tendo sido previstas onze aulas para o seu desenvolvimento. Embora a sequência possa parecer extensa, ela na verdade otimiza o tempo ao abranger todos os mecanismos reprodutivos, utilizando metodologias diversificadas e atraentes.

As atividades propostas pela SEI são do tipo estruturadas, quando “cabe ao professor o estabelecimento das questões e os modos de investigá-las” (Cardoso; Scarpa, 2018, p. 1031); e foram norteadas pelo problema: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo”? O Quadro 5 apresenta de forma simplificada a

organização das etapas da SEI contempladas nas ações pedagógicas por aula, à luz de Carvalho (2013), em uma versão adaptada às especificidades desta pesquisa. As etapas instrucionais serão apresentadas no próximo tópico e a SEI completa pode ser encontrada no Apêndice C.

**Quadro 5** - Organização das etapas da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) contempladas nas ações pedagógicas por aula.

<b>Aulas</b>	<b>Etapas</b>	<b>Ações a serem realizadas</b>
01	Motivação inicial.	• Atividade manipulativa (caixa misteriosa - desafio).
	O problema.	• Apresentação da pergunta de pesquisa.
	Levantamento dos conhecimentos prévios.	• Nuvem de ideias.
02	Levantamento dos conhecimentos prévios.	• Produção de um mapa mental. • Produção de texto.
03	Resolução do problema. Sistematização coletiva. Contextualização/Organização do conhecimento.	• Ideias com café.
04 e 05	Resolução do problema. Sistematização coletiva.	• Pesquisa orientada (em grupo).
06	Sistematização coletiva.	• Produção de um <i>folder</i> ilustrado.
07	Sistematização individual.	• Jogo (aplicativo <i>kahoot</i> ).
	Sistematização coletiva. Contextualização/Organização do conhecimento.	• Roda de conversa.
08	Resolução do problema.	• Aula prática - Dissecção de uma flor.
	Sistematização individual.	• Atividade: “Anatomia de uma flor”.
09	Contextualização/Organização do conhecimento.	• Apresentação de um vídeo (reprodução das plantas com e sem flores; a formação do fruto e enxertia feita nas rosas). • Pesquisa individual, tema: Mecanismos Reprodutivos x CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente).
10	Sistematização individual/ Contextualização/Organização do conhecimento.	• Avaliação dos <i>folders</i> .
11	Avaliação.	• Produção de um mapa mental. • Produção de texto.

Fonte: Construção própria, referenciado em Carvalho (2013).

Segundo Carvalho (2013) as etapas da SEI compõem um ciclo. No entanto, cabe ao professor avaliar a necessidade de repetição ou acréscimo de etapas, bem como a seleção de atividades que favoreçam a sua intencionalidade.

Na seleção das atividades da SEI procurou-se contemplar os três Eixos estruturantes da Alfabetização Científica, propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Nessa perspectiva, as atividades selecionadas possuíam metodologias diversificadas e objetivos bem definidos, que no nosso entendimento poderiam favorecer o desenvolvimento das habilidades almejadas em cada Eixo estruturante para a promoção da AC dos estudantes. O quadro 6 apresenta o enquadramento das atividades propostas na SEI, em grupos: A, B e C, nos eixos estruturantes da Alfabetização Científica.

**Quadro 6** – Enquadramento das atividades propostas na SEI nos Eixos estruturantes da Alfabetização Científica.

Eixos estruturantes			Atividades propostas
1	Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.	GRUPO A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuvem de ideias.</li> <li>• Produção de mapa mental.</li> <li>• Jogo no aplicativo <i>Kahoot</i>.</li> <li>• Atividade “Anatomia de uma flor”.</li> </ul>
2	Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.	GRUPO B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideias com café.</li> <li>• Pesquisa orientada.</li> <li>• Produção de <i>folder</i>.</li> <li>• Aula prática de dissecação de uma flor.</li> <li>• Avaliação dos <i>folders</i>.</li> <li>• Produção de texto.</li> </ul>
3	Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.	GRUPO C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de um vídeo.</li> <li>• Pesquisa individual “Mecanismos Reprodutivos x CTSA”.</li> </ul>

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008).

Na ótica desta pesquisa, as atividades elaboradas viabilizam o desenvolvimento das habilidades inerentes aos indivíduos cientificamente alfabetizados que cada eixo preconiza, de acordo com os seguintes enfoques para cada grupo de atividade: Grupo A - favorecer a construção de significados e a compreensão de conceitos-chave próprios da linguagem da Ciência; Grupo B - realizar análises e sínteses através de métodos inerentes à prática científica, envolvendo não apenas as práticas experimentais, mas também a investigação por meio do levantamento de dados, da checagem de informações e da validação pelos pares; Grupo C – Identificar as aplicações do conhecimento científico no cotidiano, de forma a compreender a Ciência e a tecnologia como constructos humanos (Sasseron; Carvalho, 2008; Silva; Sasseron, 2021).

### 1.3.1 Etapas instrucionais da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

A presente SEI é composta por atividades interligadas, que abarcam metodologias diversificadas como ferramentas de promoção da Alfabetização Científica dos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental. Nesse sentido, o quadro 7 apresenta uma descrição geral para toda a Sequência de Ensino, enquanto as especificidades das atividades estão descritas nas suas respectivas aulas.

**Quadro 7** - Descrição geral da Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

<b>Unidade temática</b>	Vida e Evolução
<b>Habilidade (EF08CI07)</b>	Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.
<b>Objeto do conhecimento</b>	Mecanismos Reprodutivos
<b>Bimestralidade</b>	3º bimestre
<b>Etapa/nível</b>	8º ano – Ensino Fundamental
<b>Número de aulas previstas</b>	11 h/a

Fonte: Construção própria, referenciado no DC-GO Ampliado (GOIÁS, 2019).

## AULA 1

**Objetivos:** Identificar e investigar os itens presentes na "Caixa misteriosa"; estabelecer conexões entre os objetos investigados; levantar hipóteses sobre o tema central da "Caixa misteriosa" com base na análise do seu conteúdo; comunicar as suas ideias de forma clara, tanto verbalmente quanto por escrito.

**Etapa:** Motivação inicial; levantamento dos conhecimentos prévios; proposição da problemática.

**Materiais:** “Caixa misteriosa” contendo materiais para manipulação (Apêndice D), que representem o ciclo reprodutivo de alguns seres vivos (Observação: contemple seres de diferentes reinos); e uma folha xerocopiada - “Nuvem de ideias” (Apêndice E).

**Sugestão para montagem da “caixa misteriosa”:** Uma batata inglesa brotando; uma placa de Petri de acrílico com a imagem de colônias de bactérias coladas por dentro da placa; um álbum

com três fotos: uma planária segmentada, a bipartição de uma bactéria e um pão mofado. Na parte de baixo da caixa, coloque uma “pista secreta” (imagem de um óvulo sendo fecundado).

**Procedimentos:** Como motivação inicial, sugere-se que o professor leve a turma para um ambiente externo à sala de aula, onde haja mesas com cadeiras (pode-se permanecer na própria sala de aula. Porém, ao sair para um outro ambiente, já preparado para a atividade, potencializa-se a motivação dos estudantes).

Inicie a atividade pedindo que eles se organizem em grupos com quatro estudantes. Entregue uma “caixa misteriosa” para cada grupo. Estimule a imaginação dos estudantes dizendo que eles atuarão como investigadores e que na “caixa misteriosa” estão as pistas para eles desvendarem um mistério (desafio). Oriente-os que as pistas não têm relação direta entre si, mas convergem para um mesmo tema. Em seguida, proponha-lhes o desafio: Qual o tema da “caixa misteriosa”? Estabeleça um tempo de aproximadamente 10 minutos para eles resolverem o desafio.

Durante o desafio favoreça o diálogo entre os estudantes e, sempre que for chamado nos grupos, atente-se para não dar respostas às suas perguntas. Ao contrário disso, estimule a fala deles com perguntas do tipo: “O que vocês acham? Por que vocês acham isso? Vocês concordam?” Aproveite a fala dos estudantes para fazer novas perguntas.

Espera-se que durante o processo de manipulação do material contido na “caixa misteriosa” alguém mencione o tema “Reprodução”. Caso nenhum grupo descubra o tema, diga a eles que tem uma “pista secreta” escondida em algum lugar da “caixa misteriosa”. Espera-se que ao ver essa imagem eles a correlacionem com a reprodução. Caso isso não aconteça, faça perguntas que os instiguem até que eles sejam capazes de correlacionar. Decorridos os 10 minutos, chame a atenção da turma e pergunte: “vocês conseguiram resolver o desafio? Qual o tema da caixa?”

Em seguida, inicie uma discussão. Para isso, retire os itens da caixa, e vá mostrando, um por vez, à turma. Faça perguntas do tipo: “o que é isso?” Aproveite a fala deles para fazer novas perguntas, complementar informações e/ou fazer as devidas correções. No final, pergunte a eles: “o que esses objetos têm em comum?” Após explicitar que o tema da “caixa misteriosa” é Reprodução, delimite o tema da SEI dizendo-lhes que as atividades se limitarão ao objeto de estudo “Mecanismos Reprodutivos”.

Após a fase de motivação inicial, apresente o problema de pesquisa aos estudantes projetando/escrevendo no quadro a pergunta de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Peça que os estudantes façam

a leitura coletiva da pergunta de pesquisa. Deixe claro que essa pergunta norteará todas as atividades da SEI.

Em seguida, oriente os estudantes a desfazerem os grupos e entregue uma folha xerocopiada para cada estudante colar no caderno (nuvem de ideias). Explique que essa atividade é individual e que não deve haver comunicação entre eles; porém, não se trata de uma avaliação, mas de um levantamento do que eles já sabem sobre os “Mecanismos Reprodutivos”. Deixe claro que não existe resposta certa ou errada, são hipóteses; e que eles podem registrar todas as ideias que acharem pertinentes ao tema, mesmo que sejam apenas palavras soltas.

## **AULA 2**

**Objetivos:** Desenvolver a habilidade de organizar as suas ideias e expressá-las de maneira coerente, utilizando a estrutura adequada de um texto e observando a norma culta da língua portuguesa.

**Etapa:** Levantamento dos conhecimentos prévios.

**Materiais:** Uma folha de papel A4 (em branco) e uma folha própria para produção de texto (Apêndice F).

**Procedimentos:** Inicie a aula retomando o problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Relembre os estudantes que todas as atividades objetivam responder a essa pergunta. Em seguida, entregue uma folha de papel A4 (em branco) e uma folha própria para produção de texto. Peça que os estudantes abram o caderno na atividade anterior (nuvem de ideias) e leiam as ideias registradas.

Proponha que os estudantes organizem as referidas ideias, produzindo um mapa mental na folha papel A4. Oriente-os que a construção do mapa mental objetiva promover o desencadeamento de um pensamento, uma linha de raciocínio; que eles podem usar cores e desenhos; e que as palavras da nuvem de ideias que não estiverem coerentes com o objeto de estudo deverão ser suprimidas, enquanto outras poderão ser acrescentadas no mapa mental.

Na sequência, peça aos estudantes que estruturam um texto, na folha própria para produção de texto, a partir do mapa mental produzido.

### **AULA 3**

**Objetivos:** Levantar hipóteses sobre o tema estudado; comunicar suas ideias de forma clara e coerente; apresentar argumentos para defender seu ponto de vista.

**Etapa:** Resolução do problema; Sistematização coletiva; Contextualização/Organização do conhecimento.

**Materiais:** Uma folha xerocopiada - “Ideias com café” (Apêndice G).

**Procedimentos:** Inicie a aula questionando os estudantes sobre o que foi feito nas aulas anteriores e lembrando-os sobre o problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo”? Em seguida, entregue aos estudantes uma folha xerocopiada “Ideias com café”, e informe-os que o objetivo dessa atividade é a socialização das ideias registradas anteriormente. Oriente-os a fazer o registro das ideias que forem surgindo durante a aula, sejam elas ideias próprias ou aquelas que se despertaram através da escuta e interação com os colegas.

Construa uma “nuvem de ideias” da turma com o aplicativo *Pro Word Cloud* e projete-a ou peça para os estudantes falarem as palavras que eles escreveram na “nuvem de ideias” e faça o registro das mais recorrentes no quadro. Após registrar as palavras no quadro, inicie uma discussão. Ordenadamente, os estudantes devem escolher uma palavra registrada e argumentar sobre como essa ideia se relaciona ao problema. Na medida em que as falas forem acontecendo, indague a turma com perguntas do tipo: “você concorda?” Se alguém discordar, peça que justifique o porquê. Deixe que os estudantes compartilhem as suas opiniões e levantem hipóteses sobre o tema. Não se preocupe em responder aos seus questionamentos, mas em estimulá-los a pensar e comunicar as suas ideias.

### **AULA 4**

**Objetivos:** Colaborar de forma eficaz em equipe; distribuir e assumir responsabilidades de maneira organizada; pesquisar em fontes confiáveis e verificar a precisão das informações obtidas.

**Etapa:** Resolução do problema; Sistematização coletiva.

**Materiais:** Um envelope com cartões (imagens nomeadas relacionadas ao tema em estudo. No verso dos cartões, deverão estar alguns pontos-chave para direcionar a pesquisa) (Apêndice H); uma folha xerocopiada – “Quem sou eu” (Apêndice I); *chromebooks*; caderno, lápis, borracha, caneta.

**Procedimentos:** Inicie a aula questionando os estudantes sobre o que foi feito nas aulas anteriores e relembrando o problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Em seguida, peça que eles se organizem em grupos de no máximo quatro integrantes. Distribua para cada grupo quatro *chromebooks*; um envelope com cartões e uma folha xerocopiada (Quem sou eu).

Oriente-os a fazer a leitura da imagem nos cartões. A partir dessa leitura, eles deverão fazer uma pesquisa para separar as imagens em dois envelopes definidos como Reprodução assexuada e sexuada (Quem sou eu). Este é um trabalho em equipe. Ao ler os cartões, os estudantes devem se organizar e decidir como farão a pesquisa, dividindo tarefas e estabelecendo as metas a serem cumpridas. Paralelamente à pesquisa, eles deverão fazer o registro das informações, de forma sucinta, no caderno.

## AULA 5

**Objetivos:** Revisar e avaliar as informações obtidas na pesquisa; colaborar de forma eficaz em equipe; distribuir e assumir responsabilidades de maneira organizada; pesquisar em fontes confiáveis e verificar a precisão das informações obtidas.

**Etapa:** Resolução do problema; Sistematização coletiva.

**Materiais:** Um envelope com cartões (imagens nomeadas relacionadas ao tema em estudo. No verso dos cartões deverão estar alguns pontos-chave para direcionar a pesquisa); uma folha xerocopiada – “Quem sou eu”; *chromebooks*; caderno, lápis, borracha, caneta.

**Procedimentos:** Inicie a aula retomando a atividade da aula anterior e informando os estudantes que eles deverão dar continuidade à pesquisa, nos mesmos grupos. Oriente-os a visitar os cartões e a socializar as suas anotações com o grupo, confrontando as informações. Incentive-os a sintetizar as informações em textos curtos e objetivos (buscando sempre mais

de uma fonte de informação e *sites* confiáveis).

Peça que os estudantes tragam, na próxima aula, imagens pequenas relacionadas à reprodução, papéis coloridos e materiais para colagem.

## **AULA 6**

**Objetivos:** Sintetizar os dados da pesquisa de forma concisa e organizada; elaborar material informativo com base nas informações reunidas; colaborar em equipe de maneira eficiente.

**Etapa:** Sistematização coletiva.

**Materiais:** Folha de papel A4 (em branco).

**Procedimentos:** Inicie a aula dizendo aos estudantes que eles deverão se sentar nos mesmos grupos e produzir um *folder* informativo com as informações registradas no caderno durante a pesquisa das aulas anteriores, em um trabalho individual, porém colaborativo. Incentive-os a usar a criatividade para ilustrar o *folder*, mas mantenha uma certa distância para favorecer a troca de informações entre eles. Recolha o material produzido por eles no final da aula, essa é uma boa fonte de avaliação de um processo de Alfabetização Científica em desenvolvimento.

## **AULA 7**

**Objetivos:** Expressar os conhecimentos adquiridos em diferentes contextos; transferir e adaptar as informações para novas situações; desenvolver o raciocínio lógico e proporcional de forma consistente.

**Etapa:** Sistematização individual; Sistematização coletiva; Contextualização/Organização do conhecimento.

**Materiais:** Jogo no aplicativo *Kahoot* – Link: <https://create.kahoot.it/share/mecanismos-reprodutivos/d8d333fd-2508-4c37-8bb7-20b1ce0c6742> (Apêndice J); *chromebooks*. 1 brinde (opcional).

**Procedimentos:** Inicie a aula informando os estudantes que a atividade proposta é um jogo no aplicativo *kahoot*, que cada estudante usará um *chromebook* para responder às perguntas sobre

o tema estudado e que o vencedor ganhará um brinde (opcional).

Depois da premiação (caso opte por fazê-la), promova uma roda de conversa projetando, uma a uma, as imagens dos cartões. Peça que, ordenadamente, os estudantes digam o que sabem sobre a imagem e faça a validação com o restante da turma com perguntas do tipo: “você concorda?” Se alguém discordar, peça que justifique o porquê. Instigue a participação dos estudantes e aproveite as suas falas para fazer os questionamentos e explicações necessárias, bem como as intervenções relacionadas ao uso correto dos conceitos científicos e/ou os termos que tenham sido estranhos a eles.

Em seguida, retome as hipóteses levantadas por eles na “nuvem de ideias” e peça que façam a comparação das hipóteses inicialmente levantadas com as conclusões após a pesquisa.

Projete a pergunta de pesquisa e questione os estudantes se as suas conclusões, após a pesquisa, ajudam a respondê-la. Pergunte se eles acham que essa foi a melhor forma de investigar e o que fariam de diferente.

Peça que na próxima aula os estudantes tragam flores (é importante que o professor(a) também providencie flores, para garantir a execução da atividade).

## **AULA 8**

**Objetivos:** Relacionar as informações obtidas na pesquisa com situações práticas; aplicar e expandir o conhecimento para diferentes contextos; colaborar de maneira eficaz em equipe; registrar e organizar suas ideias de forma clara.

**Etapa:** Resolução do problema; Sistematização individual.

**Materiais:** Flor; microscópio estereoscópico, estilete (para uso exclusivo do professor(a)); Atividade xerocopiada – “Anatomia de uma flor” (Apêndice K).

(Sugestão: para essa atividade, sugere-se uma parceria com o curso de Graduação em Biologia de alguma universidade local).

**Procedimentos:** No laboratório da escola/universidade parceira ou na sala de aula, inicie a aula com uma questão disparadora: “Qual a função das flores?” Deixe que os estudantes argumentem. Promova as falas com perguntas do tipo “por quê? O que vocês acham? Vocês concordam?”

Realize a aula prática (com o auxílio dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Biologia) para a dissecação, visualização e identificação das estruturas reprodutivas das flores. Entregue aos estudantes uma folha xerocopiada (Anatomia de uma flor). Eles deverão preencher os espaços com os nomes das partes da flor de acordo com a aula prática.

No final da aula, peça que os estudantes escolham algum tema que envolva os Mecanismos Reprodutivos associados à CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) para pesquisar e trazer por escrito na próxima aula. Faça esclarecimentos sobre o significado do termo CTSA, dando exemplos do que espera deles.

## **AULA 9**

**Objetivos:** Aplicar as informações a novos contextos e situações; apresentar verbalmente sua pesquisa para a turma; justificar a escolha do tema da pesquisa de forma coerente e fundamentada.

**Etapa:** Contextualização/Organização do conhecimento.

**Materiais:** Vídeo: “*Simple But Unique Tips For Growing Roses By Grafting | How To Grow Roses At Home*” (Duração: 10:38). link <https://www.youtube.com/watch?v=4Guh8TPknvU>; Pesquisa prévia (Mecanismos Reprodutivos x CTSA).

**Procedimentos:** Inicie a aula apresentando um pequeno vídeo sobre a enxertia feita nas rosas.

Propicie uma discussão para que os estudantes relacionem o processo apresentado no vídeo aos mecanismos reprodutivos pesquisados, evidenciando a aplicação prática do conhecimento.

Em seguida, peça para os estudantes apresentarem as pesquisas feitas. Eles deverão apresentar verbalmente o tema escolhido, defendendo a coerência com o objeto de estudo (Mecanismos Reprodutivos) associados à CTSA.

Finalize a aula questionando os estudantes sobre o que mais eles gostariam de saber sobre o tópico de investigação e discutindo outras questões que surgirem durante a investigação.

## **AULA 10**

**Objetivos:** Revisar e avaliar criticamente as informações obtidas; relacionar as informações pesquisadas com o material analisado; oferecer críticas construtivas de forma colaborativa; demonstrar empatia e respeito pelo trabalho dos colegas.

**Etapa:** Sistematização individual/Contextualização/Organização do conhecimento.

**Materiais:** Folha papel A4; *Folders* produzidos na aula seis.

**Procedimentos:** Inicie a aula informando os estudantes que a atividade consistirá na avaliação (por escrito, em uma folha A4) dos *folders* produzidos na aula seis, e que cada um avaliará e será avaliado por um colega da turma. Estabeleça que os critérios da avaliação serão: criatividade, conteúdo e organização. Em seguida, promova uma discussão dando exemplos de comunicação não agressiva, saliente a importância do respeito ao outro, do cuidado com as palavras e da empatia.

Após esse momento, entregue um *folder* e uma folha de papel A4 (em branco) para cada estudante e peça que eles façam a avaliação do *folder* na folha A4. Oriente-os a identificar o nome do avaliado e do avaliador e esclareça que devem fazer as suas considerações salientando pontos positivos, negativos e oferecendo alguma sugestão de melhoria. Recolha todo o material no final da atividade, esse material é uma boa fonte para uma avaliação do desenvolvimento de uma Alfabetização Científica.

## **AULA 11**

**Objetivos:** Desenvolver a habilidade de organizar as suas ideias e expressá-las de maneira coerente, utilizando a estrutura adequada de um texto e observando a norma culta da língua portuguesa.

**Etapa:** Avaliação.

**Materiais:** Folha de papel A4 em branco; Folha própria para produção de texto (já apresentada no Apêndice F).

**Procedimentos:** Retome com os estudantes a pergunta de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Pergunte se os

estudantes se veem mais habilitados para falar sobre o assunto e se na concepção deles houve uma melhoria no repertório de termos científicos. Em seguida, proponha aos estudantes a produção de um mapa mental (na folha em branco) para organizar as suas ideias. Logo após, peça que produzam um texto, relacionando todas as ideias trabalhadas como forma de responder à pergunta de pesquisa.

**ETAPA DE AVALIAÇÃO:** A Avaliação deve acontecer durante todo o processo. Trata-se de uma avaliação formativa e diagnóstica. Formativa - através da observação e do registro pelo professor dos conteúdos processuais e atitudinais. Diagnóstica - com base na aprendizagem conceitual, por meio da comparação dos elementos dos textos elaborados, procurando identificar se os estudantes: apresentam de forma consistente os conhecimentos científicos; relacionam os conceitos científicos de forma adequada e coerente, com o uso correto da Linguagem Científica; realizam sistematicamente o registro das informações; conseguem trabalhar em grupo, respeitando as divisões de tarefas; fazem perguntas, ouvem as opiniões de todo o grupo e procuram encontrar as possíveis respostas antes de fazer outras questões.

#### **1.4 Ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI) como instrumento norteador do planejamento e avaliação da SEI**

A elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que contemple atividades que realmente tenham o caráter investigativo não é tarefa fácil. É preciso critério, para não correr o risco de minimizar a abordagem investigativa, dando destaque desproporcional aos aspectos práticos do fazer científico (Cardoso; Scarpa, 2018). Segundo Almeida e Sasseron (2013), propostas de ensino investigativo eficazes envolvem a consideração de diversos elementos. Isso implica contemplar a estrutura da investigação de maneira a abranger as etapas cruciais para fomentar o pensamento científico.

Além disso, é fundamental proporcionar um nível adequado de autonomia aos estudantes na condução das investigações e implementar ações docentes que ofereçam suporte e mediação ao envolvimento dos estudantes com a pesquisa. Tais aspectos estão intrinsecamente ligados tanto ao planejamento quanto à execução de propostas de ensino investigativo em sala de aula, uma vez que o sucesso na aplicação dessas atividades está diretamente relacionado à mediação do professor.

Nesse viés, Cardoso e Scarpa (2018, p. 1029-1030), propuseram o Diagnóstico de Elemento do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI), “uma ferramenta de análise de

propostas de ensino investigativas que considera a estrutura do EnCI, o nível de autonomia dos estudantes e as ações docentes em aulas investigativas”; como forma de auxiliar os professores no planejamento de atividades que contemplem os elementos necessários à implementação do EnCI, no contexto escolar.

A ferramenta DEEnCI é constituída por 26 categorias, denominadas itens, que estão organizadas em cinco temas principais: A) Introdução à investigação; B) Apoio à investigação dos alunos; C) Orientação para análises e conclusões; D) Incentivo à comunicação e ao trabalho em equipe; E) Etapas futuras da investigação. Esses temas são divididos em subtemas que permitem avaliar a presença de etapas investigativas na proposta analisada, além de aspectos como o estímulo ao interesse dos estudantes, seu nível de envolvimento, a formulação de conclusões e explicações, e a ocorrência de trabalho colaborativo na construção e comunicação de conhecimento, entre outros (Cardoso; Scarpa, 2018, p. 1031-1035). A ferramenta completa está apresentada no Anexo A e foi utilizada como base para a elaboração e avaliação da SEI descrita no tópico anterior.

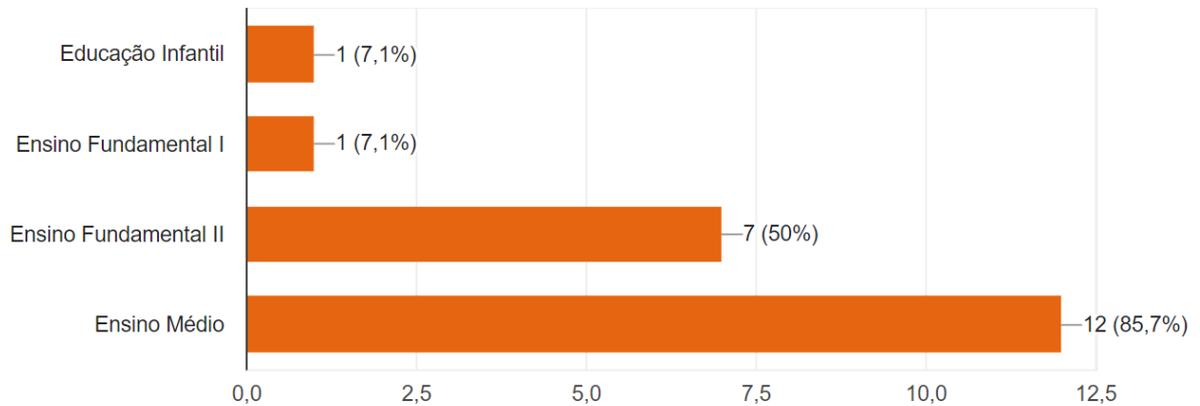
#### 1.4.1 Avaliação Externa da Sequência de Ensino Investigativa a partir do DEEnCI

Após a elaboração da Sequência de Ensino Investigativa (SEI), e antes da sua aplicação no contexto real de ensino, houve uma avaliação da mesma por professores pós-graduados/pós-graduandos, a nível *Stricto Sensu*. Para viabilizar a avaliação externa da SEI, fez-se um formulário utilizando-se o aplicativo *google forms*, no qual foram colocados separadamente os itens do DEEnCI, suas explicações e um recorte da SEI, onde a autora considera ter contemplado o referido item.

Mediante contato prévio e esclarecimentos - sobre a pesquisa e seus objetivos, os aspectos da avaliação solicitada, a estrutura do formulário e a ferramenta diagnóstica utilizada (DEEnCI) - o formulário foi enviado àqueles que se disponibilizaram, juntamente com um arquivo com a descrição completa da SEI. A tarefa do(a) professor-avaliador(a) foi ler o item, sua explicação e fazer a comparação com o recorte da SEI; e em seguida avaliar o item como: **presente** - se na sua concepção o item foi contemplado; **ausente** - se na sua concepção o item não foi contemplado e **não se aplica** - se na sua concepção o item não diz respeito à situação descrita.

Totalizamos, dessa forma, 15 professores-avaliadores, os quais atuam como regentes em uma ou mais etapas da Educação Básica. A Figura 2 apresenta as etapas da Educação Básica nas quais os professores-avaliadores atuam como regentes.

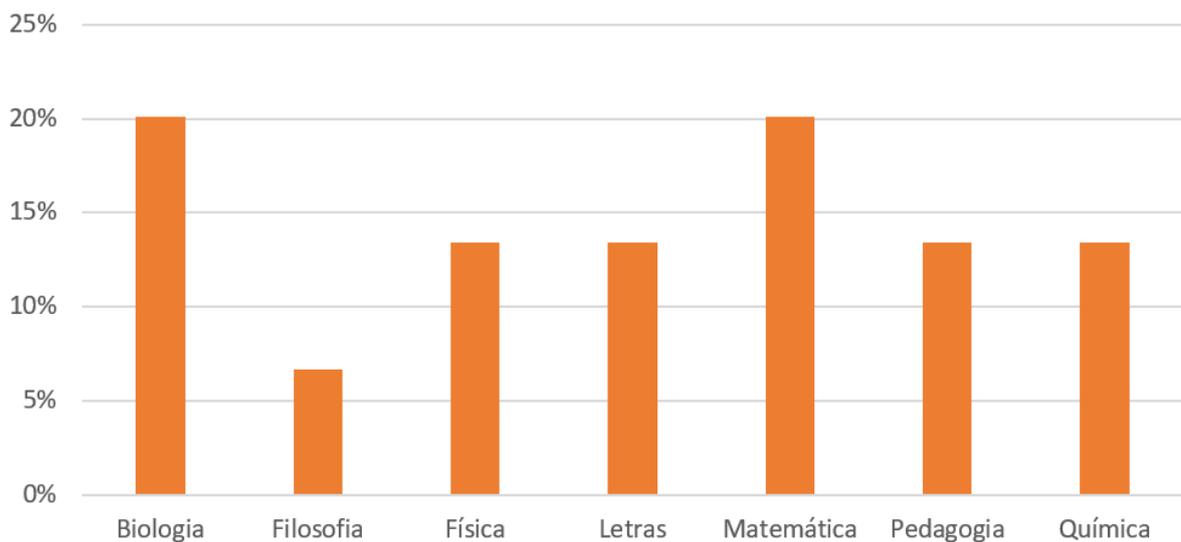
**Figura 2** - Etapas da Educação Básica nas quais os professores-avaliadores atuam como regentes.



Fonte: Construção própria.

Quanto à formação acadêmica, os 15 professores-avaliadores representaram um time multidisciplinar, com Graduação em áreas diversas: Química (02), Biologia (03), Física (02), Pedagogia (02), Matemática (03), Letras (02) e Filosofia (01). A Figura 3 apresenta a porcentagem de professores-avaliadores da SEI por área de formação.

**Figura 3** - Porcentagem de professores-avaliadores da SEI por área de formação.

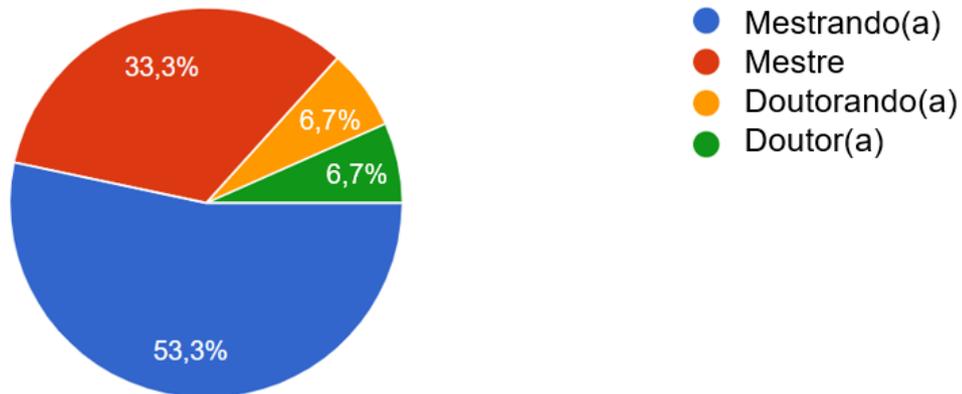


Fonte: Construção própria.

Os referidos professores-avaliadores se qualificaram ou estão se qualificando a nível *Stricto Sensu* - sendo 08 mestrandos; 05 mestres; 01 doutorando e 01 doutor. A Figura 4

apresenta a porcentagem de professores-avaliadores da SEI por qualificação a nível *Stricto Sensu*.

**Figura 4** - Porcentagem de professores-avaliadores da SEI por qualificação a nível *Stricto Sensu*.



Fonte: Construção própria.

Sobre a qualificação a nível *Stricto Sensu* dos professores-avaliadores, destaca-se as áreas de tais qualificações: Ciências da Natureza, Educação em Ciências e Matemática, Ensino de Ciências, Ensino de Ciências e Matemática, Matemática, Química Molecular, Tecnologias Emergentes na Educação, Território e Expressões Culturais do Cerrado. O Quadro 8 apresenta o quantitativo de professores-avaliadores da SEI por área de qualificação a nível *Stricto Sensu*.

**Quadro 8** - Quantitativo de professores-avaliadores da SEI por área de qualificação a nível *Stricto Sensu*.

Área de qualificação <i>Stricto Sensu</i>	Quantidade de professores-avaliadores
Ciências da Natureza	01
Educação em Ciências e Matemática	01
Ensino de Ciências	07
Ensino de Ciências e Matemática	01
Matemática	02
Química Molecular	01
Tecnologias Emergentes na Educação	01
Território e Expressões Culturais do Cerrado	01

Fonte: Construção própria.

O propósito da avaliação externa consistiu em obter uma nova perspectiva que avaliasse a SEI e identificasse os seus elementos investigativos, em consonância com os princípios delineados pela ferramenta DEEnCI de Cardoso e Scarpa (2018), propondo sugestões viáveis para o seu aprimoramento. Esse processo permitiu à pesquisadora reavaliar criticamente as atividades contempladas na SEI e realizar os ajustes requeridos, antecipando-se à sua validação. O Quadro 9 apresenta a avaliação dos itens do DEEnCI presentes na SEI, na perspectiva dos professores-avaliadores.

**Quadro 9** - Avaliação dos itens do DEEnCI contemplados na SEI, na perspectiva dos professores avaliadores.

Item	Avaliação por professor-avaliador(a)		Porcentagem
A.1 (a); A.1 (b); A.1 (c); B.1.1; B.2.2; B.2.3; B.3.1 (b); B.4.1; B.4.2; B.4.4; C.1; C.2; C.4; C.5; C.6; C.7; D.1; D.2; D.3	Presente	15	100 %
	Ausente	00	0 %
	Não se aplica	00	0 %
B.2.1; B.3.1 (a); B. 3.2; B.4.3; C.3; E.1	Presente	14	93,3 %
	Ausente	01	6,7 %
	Não se aplica	00	0 %
E.2	Presente	12	80 %
	Ausente	02	13,3 %
	Não se aplica	01	6,7 %

Fonte: Construção própria.

Foram avaliados 26 itens do DEEnCI, dos quais 19 foram identificados como 100% presentes nas atividades propostas pela SEI; 06 itens foram avaliados como 93,3% presentes (correspondente à resposta de 14 professores-avaliadores) e 6,7% ausentes (correspondente à resposta de 01 professor-avaliador(a); e 01 item foi avaliado como 80% presentes (correspondente à resposta de 12 professores-avaliadores), 13,3% ausentes (correspondente à resposta de 02 professores-avaliadores) e 6,7% não se aplicam (correspondente à resposta de 01 professor-avaliador(a). A Figura 5 apresenta o gráfico das respostas dos professores-avaliadores relativas aos 06 itens avaliados como 93,3% presentes e 6,7% ausentes.

**Figura 5** – Gráfico das respostas dos professores-avaliadores relativas aos 06 itens avaliados como 93,3% presentes e 6,7% ausentes.

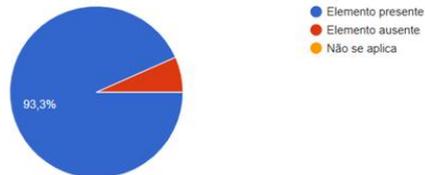
**DEEnCI - TEMA: B. APOIO À INVESTIGAÇÃO DOS ALUNOS**

**ÍTEM: B. 2.1** Há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação.

**EXPLICAÇÃO:** As hipóteses são explicações provisórias envolvendo variáveis teóricas que responderiam à questão de investigação e as previsões seriam o resultado concreto esperado a ser obtido com a realização de um teste.

**SEI - AULA 1 - DESAFIO (ATIVIDADE COM A CAIXA )/AULA 2 - NUVEM DE IDEIAS/AULA 3 - IDEIAS COM CAFÉ**

15 respostas

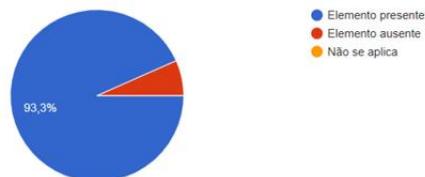
**DEEnCI - TEMA: B. APOIO À INVESTIGAÇÃO DOS ALUNOS**

**ÍTEM: B. 3.2** O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação.

**EXPLICAÇÃO:** O professor incentiva os alunos a participar do planejamento da investigação, abrindo espaço para a tomada de decisões sobre o que será feito.

**SEI - AULA 3 - ATIVIDADE DE PESQUISA ORIENTADA (CHROMEBOOKS, CARTÕES NOMEADOS)/AULA 4 - PRODUÇÃO DE FOLDER**

15 respostas

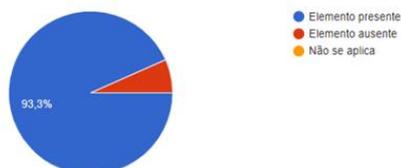
**DEEnCI - TEMA: C. GUIA AS ANÁLISES E CONCLUSÕES**

**ÍTEM: C.3** O professor encoraja os alunos a justificar as suas conclusões com base em conhecimentos científicos.

**EXPLICAÇÃO:** O professor incentiva os alunos a explicar os seus resultados e conclusões à luz de ideias científicas relacionadas à investigação. A conclusão explicita essas informações e/ou há a discussão de conceitos, teorias ou leis que justificam a sua formulação.

**SEI - AULA 6 - SISTEMATIZAÇÃO COLETIVA/AULA 9 - SISTEMATIZAÇÃO INDIVIDUAL (MAPA CONCEITUAL E PRODUÇÃO DE TEXTO, EM RESPOSTA À PERGUNTA DE PESQUISA**

15 respostas

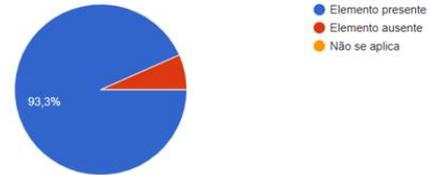
**DEEnCI - TEMA: B. APOIO À INVESTIGAÇÃO DOS ALUNOS**

**ÍTEM: B. 3.1** Há a definição de procedimentos de investigação.

**EXPLICAÇÃO:** Procedimentos e materiais para a investigação são definidos e planejados. Em procedimentos experimentais, o professor define e/ou incentiva os alunos a garantir que alguns fatores serão mantidos constantes, para que apenas as variáveis sob investigação mudem (controle de variáveis).

**SEI - AULA 7 - ATIVIDADE PRÁTICA**

15 respostas

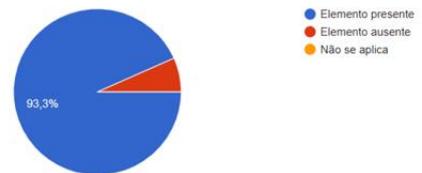
**DEEnCI - TEMA: B. APOIO À INVESTIGAÇÃO DOS ALUNOS**

**ÍTEM: B. 4.3** O professor ajuda os alunos a manter notas e registros durante a coleta de dados.

**EXPLICAÇÃO:** O professor pode oferecer ou incentivar a produção de quadros, listas e/ou tabelas pelos alunos.

**SEI - AULA 3 - ATIVIDADE DE PESQUISA ORIENTADA (CHROMEBOOKS, CARTÕES NOMEADOS) - ANOTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES COLETADAS, NO CADERNO/AULA 4 - PRODUÇÃO DE FOLDER/AULA 7 - ATIVIDADE "BOTÂNICA" - ANATOMIA DA FLOR**

15 respostas

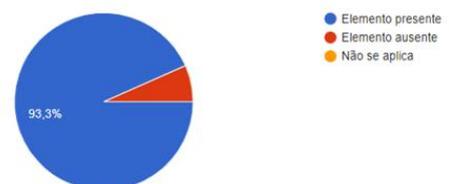
**DEEnCI - TEMA: E. ESTÁGIOS FUTUROS À INVESTIGAÇÃO**

**ÍTEM: E.1** O professor encoraja os alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações.

**EXPLICAÇÃO:** Há momentos em que os alunos aplicam ou expandem o conhecimento obtido na investigação, trabalhando com ele em novas situações, em contextos relacionados ao dia a dia ou na resolução de problemas práticos.

**SEI - AULA 7 - APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO -AULA PRÁTICA - ANATOMIA DA FLOR**

15 respostas



Fonte: Construção própria, a partir das respostas dos professores-avaliadores ao formulário google forms.

Conforme mencionado, um dos itens (E.2) foi avaliado pelos professores-avaliadores

como 80% presentes, 13,3% ausentes e 6,7% não se aplicam. A Figura 6 exibe o gráfico com as respostas dos professores-avaliadores referentes a esse item.

**Figura 6** - Gráfico das respostas dos professores-avaliadores relativas ao item avaliado como 80% presentes, 13,3% ausentes e 6,7% não se aplicam.

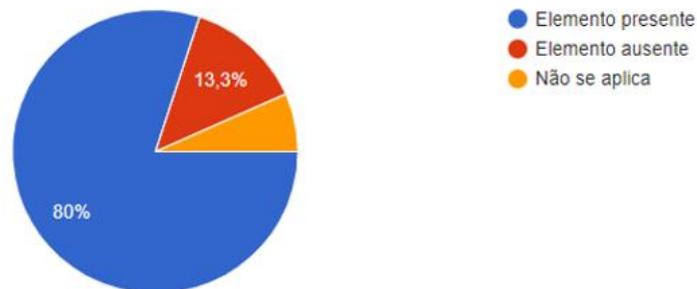
**DEEnCI - TEMA: E. ESTÁGIOS FUTUROS À INVESTIGAÇÃO**

**ÍTEM: E.2** O professor encoraja os alunos a identificar ou elaborar mais problemas e/ou questões a partir da investigação.

**EXPLICAÇÃO:** Isso pode ser feito perguntando aos alunos o que mais eles gostariam de saber o tópico de investigação e discutindo outras questões que surgirem durante a investigação.

**SEI - AULA 8 - DISCUSSÃO COMO AS ROSAS DOS BUQUÊS SÃO PRODUZIDAS? E TIRAR FOTOS DO DIA A DIA**

15 respostas



Fonte: Construção própria, a partir das respostas dos professores-avaliadores ao formulário google *forms*.

Após a análise das respostas dos professores-avaliadores, a SEI foi revisada pela pesquisadora, que reformulou a atividade relacionada ao Item E.2 de forma a torná-la mais coerente com a proposta investigativa. Já as demais atividades, após uma minuciosa reavaliação, foram mantidas por serem consideradas pertinentes, fazendo-se apenas uma adequação na linguagem, visando primordialmente a sua clareza expositiva.

Dessa forma, podemos concluir que a submissão da SEI à avaliação externa foi extremamente valiosa, pois permitiu que professores de diferentes áreas contribuíssem com perspectivas diversas e complementares. Através do compartilhamento de suas percepções, os professores-avaliadores enriqueceram as atividades com suas expertises específicas, tornando-as mais completas e relevantes para os estudantes. Isso resultou na criação de um Produto

Educacional com uma linguagem acessível e atividades adaptáveis a diferentes contextos, que podem auxiliar professores de diversas áreas do conhecimento a otimizar o tempo dedicado à preparação de aulas e à produção de materiais didáticos. Além disso, a revisão colaborativa promoveu a troca de conhecimentos entre os professores, fomentando um ambiente de aprendizagem contínua e inovação pedagógica.

## 2 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A; SASSERON, L. H. As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 1188–1192, 2013.

BONA, A. S; DREY, R. F. Piaget e Vygotsky: um paralelo entre as ideias de cooperação e interação no desenvolvimento de um espaço de aprendizagem digital. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 2, n. 1, 2013. DOI: 10.35819/tear. v2. n1. a1783. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/1783>. Acesso em: 29 ago. 2022.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de ciências. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 21-39, 2013.

CARDOSO, M. J. C; SCARPA, D. L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Rev. Bras. de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.18, n.3, p. 1025-1059, dez, 2018.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas- (SEI). In: LONGUINI, M. D. (Org.). **Uno e o diverso na educação**. Uberlândia: MG: EDUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p.1-20, 2013.

CASTORINA, J. A *et al.* O debate Piaget-Vygotsky: a busca de um critério para sua avaliação. **Piaget-Vygotsky: novas contribuições para o debate**. São Paulo: Ática, 1990.

DIESEL, A; BALDEZ, A. L. S; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

GOIÁS. **Documento Curricular para Goiás – Ampliado**. Secretaria de Estado da Educação, 2019. Disponível em: <https://site.educacao.go.gov.br/files/documentos/PEDAGOGICO/Vol%20III%20Anos%20Finais.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2022.

LA TAILLE, Y; OLIVEIRA, M. K; DANTAS, H. **Piaget, Vigotski, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. Summus editorial, 2019.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 3. ed. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 2021.

PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia: a resposta do grande psicólogo aos problemas do ensino**. 10. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 163p, 2010.

PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

SANTOS, T. D *et al.* O Ensino por Investigação e o processo da aprendizagem na perspectiva de Piaget e Vygotsky: Um Estudo Sobre Os Fungos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 142-164, 2021.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação - condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-62, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, 49-67, 2015.

SILVA, M; SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, p. e34674, 2021.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 149f. Tese (Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência) Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZÔMPERO, A. F; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, 67-80, 2011.

### **CAPÍTULO 3: SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE REPRODUÇÃO, UMA FERRAMENTA INDUTORA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

#### **1 INTRODUÇÃO**

Este capítulo aborda a aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) em um contexto real de ensino, oferecendo uma análise detalhada dos dados coletados e uma interpretação fundamentada, com base nas pesquisas bibliográficas apresentadas nos capítulos iniciais.

#### **2 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS**

A coleta dos dados baseou-se em três fontes: 1) O caderno de campo, no qual a professora-pesquisadora registrou as suas percepções acerca do desenvolvimento da SEI, bem como as devolutivas feitas pelos estudantes durante a aplicação das atividades propostas; 2) Os registros escritos dos estudantes e 3) As gravações em áudio das exposições verbais feitas pelos estudantes durante as aulas.

Ressalta-se que a professora-pesquisadora, tinha alguns acordos com as turmas, dentre os quais a fala organizada na qual os estudantes manifestavam sua vontade de falar levantando a mão. Dessa forma, para facilitar a identificação dos estudantes nas gravações em áudio a professora-pesquisadora passava a fala aos estudantes chamando-os pelo nome.

Como já mencionado, a SEI foi aplicada a quatro turmas de 8º ano do Ensino Fundamental, nas quais a pesquisadora é a professora regente do componente curricular Ciências da Natureza. Sendo assim, todos os matriculados nessas turmas participaram das atividades, totalizando aproximadamente 144 estudantes.

No entanto, foram incluídos na pesquisa apenas os dados daqueles que concordaram em participar da pesquisa, através da assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e foram devidamente autorizados pelo responsável legal, através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TACLE). Foram excluídos dos dados da pesquisa os registros dos estudantes autorizados que não participaram de todas as atividades. Seguindo esse critério de inclusão/exclusão, foram analisados os dados de 35 estudantes. O Quadro 10, apresenta o número de estudantes matriculados e o número de estudantes cujos dados foram incluídos na pesquisa, por turma.

**Quadro 10** - Número de estudantes cujos dados foram incluídos na pesquisa, por turma.

<b>Turmas</b>	<b>N° de matriculados</b>	<b>N° de estudantes participantes da pesquisa</b>
<b>8° ano A</b>	35	12
<b>8° ano B</b>	35	06
<b>8° ano C</b>	35	10
<b>8° ano D</b>	37	07

Fonte: Construção própria.

A análise dos dados coletados foi realizada utilizando-se os indicadores da Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008), atrelados aos pressupostos da análise de conteúdo de Gomes (2002), segundo o qual a interpretação de uma mensagem deve buscar a compreensão do significado, que transcende a literalidade da escrita. Nesta perspectiva, o referido autor preconiza que a análise seja conduzida através da fragmentação dos textos em unidades de registro, ou categorias, para aprofundar a compreensão dos conteúdos, dentro de um contexto específico.

Neste viés, Gomes (2002, p. 75-76) propôs que a análise de conteúdos seja feita, cronologicamente, em 3 fases: 1) Pré-análise – organização do material, definição das unidades de registro e de contexto, trechos significativos e categorias; 2) Exploração do material – aplicação da fase anterior, com leitura e releitura do material coletado; 3) Tratamento dos resultados obtidos e interpretação – busca por desvendar os conteúdos subjacentes que permeiam o fenômeno em estudo, que instrumentalizará uma compreensão mais profunda das suas especificidades.

Nessa perspectiva, a análise dos dados coletados não buscou quantificar as ações dos estudantes, mas sim identificar as nuances, os indícios, de uma Alfabetização Científica (AC) em desenvolvimento, expressada através da apropriação de termos e conceitos científicos, bem como da sua colocação correta na linguagem verbal e escrita; e da participação em discussões e debates sobre as ciências, suas tecnologias e os impactos delas na sociedade e no ambiente (Sasseron, 2008).

Para viabilizar a análise dos dados, as atividades aplicadas foram recolhidas e as gravações em áudio foram transcritas. Em seguida selecionou-se alguns episódios significativos para a análise, os quais estão esquematizados em quadros ao longo das próximas páginas.

Para se preservar o anonimato dos estudantes adotou-se uma sigla alfanumérica para identificá-los. Por exemplo: 8A-01, 8B-13, 8C-19, 8D-29; onde o número 8 representa o oitavo ano, as letras A, B, C e D representam as quatro turmas e os dois últimos números representam

os trinta e cinco estudantes participantes da pesquisa.

### **3 OBJETIVOS E PROBLEMA DE PESQUISA**

Desde a introdução dessa dissertação, foram apresentados estudos e pesquisas abordando a Alfabetização Científica por meio da abordagem investigativa e da Teoria da Aprendizagem Significativa. Baseado nesse arcabouço teórico, mapeamos algumas das concepções já discutidas sobre esses temas, a partir das quais pudemos formular algumas hipóteses sobre como promover oportunidades para os estudantes avançarem na sua Alfabetização Científica durante as aulas de Ciências.

Nos próximos tópicos, pretendemos demonstrar como diversas situações, momentos, discussões e argumentações em sala de aula, promovidos pela Sequência de Ensino Investigativa (SEI), se conectam e nos direcionam na investigação da seguinte questão: Quais são as contribuições do Ensino de Ciências por Investigação para promover a Alfabetização Científica dos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental?

### **4 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)**

Como já mencionado, a presente SEI é composta por atividades interligadas e foi elaborada de acordo com as etapas propostas por Carvalho (2013). Com o tema: “Mecanismos Reprodutivos”, a SEI aborda a unidade temática “Vida e Evolução” e propõe-se a favorecer o desenvolvimento da habilidade (EF08CI07): Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos; em consonância com Documento Curricular para Goiás Ampliado (DC-GO Ampliado). A SEI foi planejada para ser desenvolvida ao longo de onze aulas, durante o 3º bimestre do 8º ano do Ensino Fundamental (GOIÁS, 2019).

Neste contexto, apresentaremos a seguir o detalhamento da aplicação da SEI, por aula, fundamentado nos aportes teóricos que sustentam as atividades propostas. Além disso, faremos uma breve descrição da percepção da professora-pesquisadora registrada no seu caderno de campo, que de acordo com Meihy (2005) é como um diário no qual o professor anota o roteiro prático das aulas.

#### **3.1 Ação manipulativa e nuvem de ideias - Aula 01**

A primeira aula da SEI atendeu a um duplo objetivo: promover a motivação inicial dos estudantes para uma participação ativa na construção de conceitos científicos e levantar os seus conhecimentos prévios, se propondo dessa forma a viabilizar situações que desenvolvam o primeiro Eixo estruturante da AC: “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 (Silva; Sasseron, 2021, p. 11).

A valorização dos conhecimentos prévios como ponto de partida para a construção do conhecimento, a importância das interações indivíduo-objeto e das interações sociais na construção do conhecimento é prerrogativa construtivista defendida por diversos autores, dentre as quais destacamos: Novak (1988), Gil-Pérez *et al.* (1999), Carvalho (2013), Scarpa e Campos (2018), Sasseron (2013).

Em observância aos objetivos descritos, a turma foi conduzida a um ambiente externo à sala de aula, já preparado para a atividade com mesas e cadeiras. Considerando-se que na rotina do colégio coparticipante da pesquisa os estudantes permanecem a maior parte do tempo na sala de aula e sentados em fila, conduzi-los a um ambiente externo à sala de aula foi uma estratégia para se promover uma motivação intrínseca para aprender. Haja vista que, a predisposição para aprender é uma das condições para a Aprendizagem Significativa (Moreira, 2013).

Chegando ao local preparado, a professora-pesquisadora pediu que a turma se organizasse livremente em grupos com quatro estudantes. Cada grupo recebeu uma “caixa misteriosa”. Nessa oportunidade, foi explicitado que eles realizariam uma investigação à maneira das séries policiais, assumindo o papel de investigadores encarregados de solucionar um mistério.

A professora-pesquisadora destacou que as pistas contidas na caixa seriam fundamentais para desvendar o mistério e que eles teriam 10 minutos para cumprir o desafio. De acordo com Carvalho (2013), atividades que visam a construção de conceitos pelos estudantes devem iniciar por atividades manipulativas que podem ser experimentos, jogos, textos. Os estudantes foram esclarecidos, ainda, que as pistas não tinham relação direta entre si, mas sim com o tema da caixa e, em seguida, o desafio foi projetado no quadro: “Qual o tema da caixa misteriosa?” A Figura 7 apresenta o momento de manipulação dos materiais da “caixa misteriosa”.

**Figura 7** - Momento de manipulação dos materiais da “caixa misteriosa” para a resolução do desafio: “Qual o tema da Caixa?”



Fonte: Construção própria.

Durante o processo, a professora-pesquisadora favoreceu o diálogo entre os estudantes e, sempre que era chamada nos grupos, se atentava para não dar respostas às suas perguntas. Ao contrário disso, estimulava a fala deles com perguntas do tipo: “O que vocês acham?” “Porque vocês acham isso?” “Vocês concordam?” Ressalta-se aqui a importância do papel mediador do professor, cabe a ele elaborar questões capazes de orientar os estudantes na construção do conhecimento (Carvalho, 2013; Sasseron, 2008).

Outra estratégia empregada foi o trabalho em grupo. Embasada no preceito da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) delineado por Vygotsky, essa estratégia reconhece o potencial dos estudantes para ampliar seu conhecimento sob a orientação de seus colegas. Além disso, promove um ambiente propício à comunicação entre os estudantes, visto estarem imersos na mesma Zona de Desenvolvimento Real (ZDR), conforme indicado por Carvalho (2013).

Em todas as turmas, durante o processo de manipulação do material contido na “caixa misteriosa”, pelo menos um grupo mencionou o tema “Reprodução”. Decorridos os 10 minutos, a professora-pesquisadora questionou a turma: Vocês conseguiram chegar a uma conclusão? Qual o tema da “caixa misteriosa”? Os grupos que conseguiram resolver o desafio responderam

que era “Reprodução”, enquanto os outros grupos permaneceram em silêncio ou deram respostas incorretas.

A professora-pesquisadora permaneceu em silêncio enquanto eles argumentavam entre si; e, em seguida, ela repetiu a pergunta: Qual o tema da “caixa misteriosa”? E, então, a turma respondeu de forma uníssona: “Reprodução”. Nesse momento ficou evidenciado a importância do erro e a construção do conhecimento pela interação social preconizada por Piaget e Vygotsky, respectivamente.

De acordo com Carvalho (2013), é muito difícil para os estudantes acertarem de primeira, cabe ao professor dar um tempo para eles pensarem e refletirem sobre o erro, para depois tentarem acertar. Ao oportunizar a troca de ideias e a ajuda mútua, viabiliza-se a internalização de signos. “Para internalizar signos, os indivíduos têm que captar os significados já aceitos e compartilhados num determinado contexto social e é por meio da interação entre os indivíduos que isso ocorre” (Santos *et al.*, 2021, p. 145).

Através de perguntas a professora-pesquisadora buscou a participação da turma. Promover a externalização verbal é um momento essencial da abordagem investigativa, fundamentado na teoria piagetiana (Piaget, 1978). De acordo com Carvalho (2013), ao responder o professor ou ouvir o outro, os estudantes fazem a tomada de consciência da ação deles, denominada etapa da passagem da ação manipulativa à ação intelectual, preconizada por Piaget na teoria da reequilibração.

Na sequência a professora-pesquisadora validou a resposta dos estudantes, os parabenizou pelo cumprimento do desafio e iniciou uma discussão sobre o conteúdo da “caixa misteriosa” e a sua relação com o tema “Reprodução”. Para isso, ela foi retirando os objetos de uma das caixas, mostrando-os para a turma e fazendo indagações que os levavam a refletir sobre aquele objeto no contexto estudado. É a partir da reflexão que as experiências individuais, construídas pelas vivências com o objeto, se reconstróem; promovendo modificações na compreensão do aprendiz (Zompero; Laburú, 2011).

Após essa primeira estratégia, a professora-pesquisadora fez a delimitação do objeto do conhecimento a ser trabalhado, dizendo-lhes que as atividades seguintes se limitariam aos “Mecanismos Reprodutivos” e abrangeriam não apenas os animais, mas uma diversidade de seres vivos do planeta Terra.

Terminada a fase de motivação inicial, foi apresentado o problema de pesquisa aos estudantes projetando-se no quadro a pergunta de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Foi feita a leitura coletiva da pergunta de pesquisa e dito aos estudantes que essa pergunta iria nortear todas as

atividades da SEI.

Em seguida, os grupos foram desfeitos e os estudantes receberam uma folha xerocopiada, “nuvem de ideias”. A professora-pesquisadora explicou que essa atividade era individual e que não deveria haver comunicação entre eles; porém, não se tratava de uma avaliação, mas de um levantamento do que eles já sabiam sobre os “Mecanismos Reprodutivos”; e que no final da SEI esses dados serviriam para se avaliar as contribuições das atividades desenvolvidas para a Alfabetização Científica deles.

Observou-se um grande medo de errar. Os estudantes não se sentiram capazes de fazer os seus registros. A professora-pesquisadora, então, os tranquilizou dizendo que não existia resposta certa ou errada, mas hipóteses; e que eles deveriam ler e reler a pergunta de pesquisa, registrando simultaneamente todas as ideias que achassem pertinentes ao tema, mesmo que fossem apenas palavras soltas. No final da aula, a folha de registro (nuvem de ideias) foi recolhida como fonte de dados.

### **3.2 Mapa mental e produção de texto - Aula 02**

A professora-pesquisadora iniciou a aula retomando o problema de pesquisa - “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” E relembrou os estudantes que todas as atividades da SEI tinham como objetivo responder a essa pergunta.

Em seguida, a “nuvem de ideias” criada na aula anterior foi entregue aos estudantes, juntamente com uma folha de papel A4 (em branco) e uma folha específica para produção de texto. A professora-pesquisadora explicou que as atividades seriam realizadas de forma individual, pois davam continuidade ao levantamento dos conhecimentos prévios de cada estudante. Ela solicitou que fizessem a leitura silenciosa de suas ideias e, a partir delas, criassem um mapa mental na folha A4. Com base no mapa mental, eles deveriam, então, estruturar um texto na folha própria para produção de texto.

A professora-pesquisadora esclareceu que a construção do mapa mental visava promover um encadeamento do pensamento e uma linha de raciocínio. Os estudantes foram incentivados a usar cores e desenhos. Além disso, ela orientou que palavras da nuvem de ideias que não fossem coerentes com o objeto de estudo deveriam ser suprimidas.

A elaboração de mapas mentais está intimamente ligada às capacidades mentais de relacionar, classificar e sistematizar, utilizando uma representação visual concisa das informações para facilitar o processamento do conhecimento derivado delas (Gossack-Keenan

*et al.*, 2019).

Embora essa aula tenha sido planejada para dar continuidade ao levantamento dos conhecimentos prévios, devido à dinâmica das relações em sala de aula durante a atividade anterior e por se tratar da etapa de sistematização individual, ela também atendeu a dois outros objetivos: a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; e a natureza da ciência e os fatores éticos e políticos que a envolvem. Ao listar seus conhecimentos prévios no mapa mental, os estudantes buscaram termos e conceitos do seu contexto para explicar um fenômeno; e ao produzir o texto, demonstraram a habilidade de comunicar suas ideias, uma das competências essenciais do fazer científico, primeiro e segundo Eixo da AC (Sasseron; Carvalho, 2008).

Os estudantes não tiveram dificuldade em executar essas atividades, pois o mapa mental e a produção de texto são metodologias frequentemente empregadas na rotina da Unidade Escolar, nas diversas áreas do conhecimento. No entanto, o número insuficiente de palavras na “nuvem de ideias” de alguns estudantes, ocasionado por um baixo repertório sobre o tema em estudo, pode ter sido um fator limitante do bom desempenho desses estudantes nas atividades propostas.

### **3.3 “Ideias com café” (socialização da “nuvem de ideias”) - Aula 03**

A professora-pesquisadora iniciou a aula questionando os estudantes sobre o que foi feito nas aulas anteriores e lembrando-os sobre o problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo”?

Em seguida, foi entregue aos estudantes uma folha xerocopiada (“ideias com café”) e eles foram informados que a atividade consistia na socialização dos registros feitos anteriormente na “nuvem de ideias”, e, portanto, seria feita de forma coletiva. Os estudantes foram orientados, ainda, a fazer o registro (na folha “ideias com café”) das ideias que surgissem durante a aula, fossem elas ideias próprias ou aquelas que se despertassem através da escuta e interação com os colegas.

O objetivo dessa atividade foi promover “o envolvimento dos alunos com características próprias do fazer da comunidade científica, dentre elas: a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias” (Sasseron, 2013, p.42). Esta iniciativa está ligada às possibilidades de reconhecer as ciências como um campo em constante transformação, cujas atividades se baseiam em processos de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados, permitindo aos estudantes perceberem que as construções científicas são fruto de uma atividade

social. Essa habilidade é requerida no segundo eixo estruturante da AC (Silva; Sasseron, 2021).

Para a socialização das ideias, a professora-pesquisadora fez previamente a compilação da “nuvem de ideias” de todos os estudantes, por turma, utilizando o aplicativo *Pro Word Cloud*. A nuvem de ideias da turma foi projetada e a professora-pesquisadora iniciou a discussão pedindo que, de forma voluntária, os estudantes escolhessem uma palavra da nuvem projetada e argumentassem sobre como essa palavra se relacionava ao problema. Na medida em que as falas foram acontecendo, a professora-pesquisadora indagava a turma com perguntas do tipo: “você concorda?” Se alguém discordasse, ela pedia que o estudante justificasse o porquê.

A atividade foi extremamente participativa, destacando-se pela grande troca de ideias entre os estudantes. Eles não só argumentaram e defenderam suas ideias, mas também acrescentaram *insights* valiosos às falas dos colegas, demonstrando um alto nível de engajamento e respeito tanto pelas ideias do outro quanto pelo tempo de fala de cada um.

### **3.4 Pesquisa orientada - Aula 04**

A professora-pesquisadora iniciou a aula questionando os estudantes sobre o que foi feito nas aulas anteriores e lembrando-os do problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?”

Em seguida, foi solicitado que eles se organizassem em grupos de no máximo quatro integrantes. Cada grupo recebeu quatro *chromebooks*; um envelope com cartões e uma folha xerocopiada, “Quem sou eu”. Na folha “Quem sou eu” estavam colados dois envelopes nomeados como: Reprodução sexuada e Reprodução assexuada.

O objetivo desta aula foi promover a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que envolvem sua prática. Por meio de pesquisa orientada, a atividade fomentou a aquisição e análise de dados, bem como a síntese e decodificação de resultados, conforme previsto no segundo eixo estruturante da AC. Além disso, a atividade visou desenvolver a dimensão conceitual dos conhecimentos científicos, conforme previsto no primeiro eixo (Silva; Sasseron, 2021).

Os estudantes foram orientados a ler as imagens dos cartões. Com base nessa leitura, eles deveriam realizar uma pesquisa para separar as imagens em um dos dois envelopes presentes na folha xerocopiada “Quem sou eu”. Esse foi um trabalho em equipe. Durante a leitura dos cartões, os estudantes precisavam se organizar, decidir como conduzir a pesquisa, dividir tarefas e estabelecer metas a serem cumpridas. Paralelamente à pesquisa, eles deveriam

registrar as informações de forma sucinta no caderno.

Como mencionado, o registro dessa atividade foi realizado no caderno e, portanto, não foi recolhido. No entanto, esse registro serviu como fonte de informação para a produção de outra atividade, que faz parte dos dados da presente pesquisa. Essa atividade foi muito apreciada pelos estudantes, que se sentiram motivados por usarem os *chromebooks* da escola pela primeira vez. Eles distribuíram os cartões conforme seus próprios critérios e se ajudaram mutuamente na busca por informações, inclusive redistribuindo os cartões espontaneamente sempre que um colega encontrava dificuldades em cumprir a meta estabelecida pelo grupo.

### **3.5 Pesquisa orientada, síntese e checagem de informações - Aula 05**

A professora-pesquisadora iniciou a aula retomando o problema de pesquisa e informando os estudantes que eles deveriam dar continuidade à pesquisa da aula anterior, nos mesmos grupos. Eles foram orientados a visitar os cartões e a socializar as suas anotações com o grupo, confrontando as informações. Além disso, foram incentivados a sintetizar as informações em textos curtos e objetivos (buscando sempre mais de uma fonte de informação e em *sites* confiáveis).

No final da aula, a professora-pesquisadora pediu para os estudantes trazerem, na próxima aula, imagens pequenas relacionadas à reprodução, papéis coloridos e materiais para colagem para a produção de um *folder* informativo. Como se trata da continuação da atividade teve os mesmos objetivos da aula anterior e não foi recolhida, pelos mesmos motivos.

### **3.6 Produção de *folder* informativo - Aula 06**

A professora-pesquisadora iniciou a aula dizendo aos estudantes que eles deveriam se sentar nos mesmos grupos e que agora eles iriam produzir um *folder* com as informações registradas no caderno durante a pesquisa das aulas anteriores, em um trabalho individual, porém colaborativo. Ela os incentivou a usar a criatividade para ilustrar o *folder*. No final da aula, o *folder* foi recolhido como fonte de dados dessa pesquisa. A figura 8 apresenta alguns dos *folders* produzidos.

**Figura 8** - Alguns *folders* produzidos pelos estudantes, a partir da pesquisa orientada por cartões.



### 3.7 Jogo de perguntas e discussões - Aula 07

A professora-pesquisadora iniciou a aula informando os estudantes que a atividade proposta era um jogo no aplicativo *kahoot*. Em seguida, apresentou-lhes a dinâmica e as regras do jogo, bem como a premiação. O jogo consistiu em seis questões relacionadas à pesquisa orientada por cartões, realizada pelos estudantes nas aulas quatro e cinco.

Além das características intrínsecas da ferramenta como metodologia pedagógica, como desenvolver o pensamento crítico e a autonomia para a resolução de problemas (Franco *et al.*, 2018), o objetivo do jogo foi despertar o interesse e a predisposição necessária para um bom engajamento dos estudantes no segundo momento da atividade, que visava promover 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, o primeiro Eixo da AC (Silva; Sasseron, 2021).

Depois da premiação, foi promovida uma roda de conversa – segundo momento. Para isso, a professora-pesquisadora foi projetando, uma a uma, as imagens dos cartões usados na pesquisa orientada e pedindo que os estudantes dissessem o que sabiam sobre a imagem. De acordo com Moura e Lima (2015, p. 25), “a roda de conversa é uma forma de coleta de dados em que o pesquisador se insere como sujeito da pesquisa pela participação na conversa e, ao mesmo tempo, produz dados para discussão”.

Os estudantes, voluntariamente, compartilharam o que sabiam sobre cada imagem. Após cada contribuição, a professora-pesquisadora validava as informações com o restante da turma, fazendo perguntas como: “Vocês concordam?” Quando alguém discordava, ela pedia justificativas; e aproveitava suas falas para fazer os questionamentos, as explicações e as intervenções necessárias, relacionadas ao uso correto dos conceitos científicos e/ou os termos que tenham sido estranhos a eles.

Em seguida, a professora-pesquisadora retomou as hipóteses levantadas por eles na “nuvem de ideias” e pediu que eles fizessem a comparação das hipóteses inicialmente levantadas com as conclusões após a pesquisa. Ela projetou, ainda, a pergunta de pesquisa e questionou os estudantes: “As suas conclusões após a pesquisa orientada, ajudam a responder à pergunta de pesquisa?” Eles responderam que sim. Então ela continuou: “Vocês acham que essa foi a melhor forma de investigar? O que vocês fariam de diferente?” Eles responderam que sim, essa era a melhor forma de investigar e que não fariam diferente.

Os estudantes se mostraram bastante competitivos nessa atividade, procurando esconder a tela do *Chromebook* para os outros não verem suas respostas. Eles estavam muito empolgados

também por poderem usar novamente os *chromebooks* e porque sabiam da premiação. Foi um momento de descontração e aprendizado, mas, devido à euforia do clima competitivo que se instaurou, houve muito barulho; o que torna extremamente importante que essa atividade seja feita em um ambiente propício e com comunicação prévia ao grupo gestor.

No final da aula, foi pedido que na próxima aula os estudantes trouxessem flores para uma aula prática.

### **3.8 Aula prática de dissecação de uma flor - Aula 08**

Na sala de aula, a professora-pesquisadora apresentou aos estudantes uma questão disparadora: “Qual a função das flores?” E deixou que eles argumentassem, promovendo a fala deles com perguntas do tipo “porquê?” “O que vocês acham?” “Vocês concordam?”

Em seguida, os estudantes foram conduzidos ao laboratório da escola, onde foi realizada uma aula prática, que consistiu na dissecação de uma flor para a visualização e identificação das suas estruturas reprodutivas. A aula foi conduzida pela professora orientadora com o auxílio de alguns acadêmicos em Biologia da Universidade Estadual de Goiás (UEG). Durante a aula foi entregue aos estudantes uma folha xerocopiada com a imagem de uma flor “Anatomia de uma flor”. Nessa atividade os estudantes deveriam preencher os espaços com os nomes das partes da flor de acordo com a aula prática.

O objetivo da aula foi desenvolver o segundo eixo estruturante da AC em articulação com os demais e evitar uma visão limitada dos processos de construção do conhecimento nas ciências. Haja vista que, adotar atividades experimentais como soluções diretas para o desenvolvimento do segundo eixo implicaria a compreensão ingênua de que a simples manipulação de objetos e aparatos experimentais é suficiente para reconhecer as ações, práticas e contextos envolvidos na produção de conhecimento (Erduran; Dagher, 2014; Silva; Sasseron, 2021).

Os estudantes manifestaram grande satisfação em participar da aula prática, foi um momento de grande aprendizado. Alguns grupos conseguiram cumprir de forma satisfatória a dissecação e a visualização das estruturas reprodutivas da flor. Essas estruturas dissecadas foram aproveitadas para a visualização nos grupos que não conseguiram dissecar, pois devido ao tempo de aula não seria possível repetir a atividade. A Figura 9 apresenta alguns momentos da aula de dissecação da flor.

**Figura 9** - Alguns momentos da aula prática de dissecação de uma flor realizada no laboratório

da escola pela professora orientadora, auxiliada por graduandos do curso de Biologia da UEG.



Fonte: Construção própria.

De volta à sala de aula, os estudantes relataram que nunca tinham participado de uma aula de dissecação e que se sentiram verdadeiros cientistas. Eles falaram sobre a aula, descreveram suas ações, suas descobertas, contaram detalhes das estruturas vistas e esclareceram suas dúvidas sobre a escrita de alguns nomes.

Ao final da aula, a professora-pesquisadora solicitou aos estudantes que escolhessem um tema relacionado aos Mecanismos Reprodutivos, associado à abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), para pesquisarem e trazerem por escrito na próxima aula. Nesse momento, ela também explicou o significado do termo CTSA e ilustrou, com exemplos práticos, situações do cotidiano em que os conhecimentos sobre mecanismos reprodutivos são aplicados.

### **3.9 Mecanismos Reprodutivos associados à CTSA (Vídeo e pesquisa) - Aula 09**

A professora-pesquisadora iniciou a aula apresentando um pequeno vídeo sobre a enxertia feita nas rosas. Propiciou-se uma discussão procurando que os estudantes relacionassem o processo apresentado nos vídeos aos mecanismos reprodutivos trabalhados, evidenciando a aplicação prática do conhecimento.

Em seguida, a professora-pesquisadora pediu que os estudantes apresentassem as pesquisas feitas. Eles deveriam apresentar verbalmente o tema escolhido, defendendo a coerência com o objeto de estudo (Mecanismos Reprodutivos) associado à CTSA.

O objetivo dessa aula foi trabalhar o terceiro eixo da AC: o entendimento das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. A aula buscou articular os três eixos para uma abordagem que vá além dos conceitos, permitindo que os estudantes realizem análises mais complexas de contextos e situações. Isso os capacita a construir posicionamentos que promovam tomadas de decisões assertivas (Silva; Sasseron, 2021).

Depois das apresentações e discussões sobre as pesquisas, a professora-pesquisadora fez um questionamento: “O que mais vocês gostariam de saber sobre o tópico de investigação”? Discutiu-se, então, as questões que os estudantes levantaram.

### **3.10 Validação dos *folders* - Aula 10**

A professora-pesquisadora iniciou a aula informando os estudantes que a aula se destinaria à avaliação (por escrito, em uma folha de papel A4) dos *folders* produzidos por eles na aula 06, e que cada estudante avaliaria e seria avaliado por um colega da turma. Logo em seguida, ela esclareceu que os critérios da avaliação seriam: conteúdo, criatividade e organização; e promoveu uma discussão dando exemplos de comunicação não-violenta, salientando a importância do respeito ao outro, do cuidado com as palavras e da empatia.

Após esse momento, foi feita a entrega de um *folder* e uma folha A4 para cada estudante que iniciaram a avaliação, identificando o nome do avaliado e do avaliador. Todo o material foi recolhido no final da atividade como fonte de dados.

O objetivo dessa aula foi desenvolver o segundo eixo estruturante da AC: a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que a envolvem. A aula apresentou aos estudantes uma situação de avaliação e validação do conhecimento produzido pelos pares, permitindo-lhes perceber as construções científicas como um esforço coletivo (Silva; Sasseron, 2021).

A professora-pesquisadora finalizou a aula questionando os estudantes sobre o que mais eles gostariam de saber sobre o tópico de investigação e discutindo outras questões que surgiram durante a investigação.

### **3.11 Mapa mental e produção de texto - Aula 11**

O objetivo dessa aula foi fazer a coleta de dados comparativos para a verificação das contribuições da “SEI” para a promoção da AC de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental. Porém, por se tratar da etapa da Sistematização individual atendeu também a dois outros objetivos: a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; e a natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que a envolvem. Ao listar seus conhecimentos prévios no mapa mental, os estudantes buscaram termos e conceitos para explicar um fenômeno; e ao produzir o texto, demonstraram a habilidade de comunicar suas ideias, uma das competências essenciais do fazer científico, primeiro e segundo eixo da AC (Sasseron e Carvalho, 2008).

Para isso, a professora-pesquisadora iniciou a aula retomando com os estudantes a pergunta de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Em seguida, ela lhes perguntou: “hoje vocês se veem mais habilitados do que na nossa primeira aula da SEI para falar sobre o assunto Reprodução?” Eles responderam que sim. Então, ela continuou a perguntar: “Na concepção de vocês houve uma melhoria no repertório de termos e conceitos científicos?” Novamente eles responderam que sim.

Após esse momento a professora-pesquisadora informou os estudantes que essa era a última aula da SEI e que tinha chegado o momento de refazer a primeira atividade. Esclareceu que não se tratava de uma avaliação, mas de uma coleta de dados para fins comparativos.

Em seguida, foi entregue uma folha A4 (em branco) e uma folha própria para produção de texto. A professora-pesquisadora propôs que os estudantes produzissem um mapa mental e, logo após, um texto (na folha própria para produção de texto) relacionando todas as ideias trabalhadas na SEI como forma de responder à pergunta de pesquisa. Os materiais produzidos foram recolhidos no final da aula como fonte de dados comparativos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Apesar de aplicarmos a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) em onze aulas, centramos nossa análise nas aulas 01, 02, 03, 09, 10 e 11. Essa escolha foi baseada nos seguintes critérios: o tipo e o objetivo da atividade; e a semelhança das atividades, que viabilizou uma análise comparativa do desenvolvimento da Alfabetização Científica dos estudantes.

Como os participantes da pesquisa estavam distribuídos em quatro turmas diferentes nas quais as atividades foram replicadas, nos horários regulares de aula, com pequenas variações

nos resultados obtidos, tomamos como critério de escolha da turma a ser descrita: a presença de uma quantidade representativa de estudantes participantes da pesquisa; o volume de contribuições verbais provenientes de diferentes estudantes; e a qualidade das gravações em áudio, haja vista que, em alguns momentos os estudantes ficaram muito eufóricos, não sendo possível compreender as suas falas na gravação. Assim, descrevemos a atividade proposta e seus resultados para uma turma, procurando contemplar diferentes turmas, e apresentamos os resultados obtidos na mesma atividade na forma de tabela para as demais.

As aulas 04, 05, 06, 07 e 08 não serão analisadas isoladamente, pois o nosso objetivo não era avaliar as aulas enquanto ferramentas, mas sim as contribuições das atividades propostas para promoção da Alfabetização Científica (AC) dos estudantes. Assim, buscamos identificar indícios de uma AC em desenvolvimento através de uma análise comparativa das produções realizadas pelos estudantes nas primeiras aulas da SEI com aquelas produzidas na última aula.

Apesar de todas as aulas já terem sido detalhadas no início do capítulo, retomaremos brevemente nos próximos tópicos os comentários e discussões descritos nas aulas a serem analisadas, com o objetivo de tornar mais claro o momento em que os episódios ocorreram.

## **5.1 Análise das interações discursivas e registros escritos - Aula 01**

A primeira aula contemplou dois momentos distintos. Inicialmente, realizou-se uma atividade manipulativa em grupos pequenos, e na sequência uma discussão com toda a turma; e o segundo momento foi dedicado ao levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Os dados do primeiro momento foram coletados através da gravação em áudio e do segundo momento através de registro escrito individual.

Como se trata de atividades distintas, optamos por fazer a análise dos momentos de forma cronológica, ou seja, primeiramente faremos a análise das interações discursivas e, em seguida, a análise dos registros escritos. Os resultados serão apresentados na forma de quadros e gráficos, sobre os quais teceremos uma análise comparativa entre as produções verbais e escritas.

### **5.1.1 Análise das interações discursivas do primeiro momento**

Considerando que houve uma pequena variação nas falas das diferentes turmas, optou-se por apresentar a transcrição da gravação em áudio da turma 8 A, devido ao número de

participantes da pesquisa presentes na aula, além do volume de falas por diferentes estudantes. Para a análise das transcrições os textos foram fragmentados em três episódios de fala. O Quadro 11 apresenta a transcrição do primeiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 A.

**Quadro 11** - Transcrição do primeiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e os estudantes participantes da pesquisa, da turma 8 A, sobre o conteúdo da “caixa misteriosa”.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
Professora-pesquisadora	O que tinha dentro da caixa? (retirando a batata)	
8 A-07	Uma batata.	Seriação.
Professora-pesquisadora	Uma batata...	
8 A-01	Com brotos.	Organização de informações.
Professora-pesquisadora	Uma batata com brotos... muito bem! Então é uma batata brotando. Se a gente plantar essa batata o que acontece?	
8 A-05	Vai nascer outra batata.	Previsão.
Professora-pesquisadora	Vai nascer mais uma batata?	
Turma 8 A	Não, senhora!	
Professora-pesquisadora	Vão nascer quantas batatas?	
8 A-02	Várias batatas.	Organização de informações.
Professora-pesquisadora	Isso... vão nascer várias batatas. Uma batata dará origem a várias batatas.	

Fonte: Construção própria.

A professora-pesquisadora iniciou a interação com uma pergunta aberta: "O que tinha dentro da caixa"? Permitindo que os estudantes expressassem suas ideias livremente. Em seguida, ela utilizou as suas respostas para construir gradualmente o significado da situação, adicionando informações e fazendo questionamentos que direcionaram a reflexão dos estudantes.

Podemos observar várias características presentes nas interações, sendo as principais a construção do conhecimento através do diálogo e o papel facilitador do processo de aprendizagem desempenhado pela professora-pesquisadora, guiando os estudantes através de perguntas que estimulavam a reflexão e a construção do conhecimento (Sasseron, 2020).

Durante a interação, ocorreu uma negociação de significados entre a professora-pesquisadora e os estudantes. Por exemplo, quando um estudante respondeu: "vai nascer outra batata", a professora-pesquisadora questionou essa resposta, levando-os a revisar e corrigir seus entendimentos até chegarem à resposta correta. De acordo com Sasseron (2008, p. 63), “a

construção de significados pelos alunos durante uma investigação se aproxima do caminho percorrido pela comunidade científica ao tentar construir conhecimento sobre a natureza”.

Observou-se, ainda, nesse primeiro episódio de fala, que os estudantes se remeteram aos seus conhecimentos cotidianos para complementar as respostas acerca do tema trabalhado. Essa articulação de informações evidencia o aparecimento do indicador da Alfabetização Científica denominado organização de informações. Além disso, observou-se nas suas respostas a manifestação dos indicadores: Seriação – listagem de dados; e previsão, quando se afirma um fenômeno associado a um acontecimento (Sasseron; Carvalho, 2008; Carvalho, 2016).

A professora-pesquisadora continuou retirando os objetos da “caixa misteriosa” e indagando a turma. O Quadro 12 apresenta a transcrição do segundo episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 A.

**Quadro 12** - Transcrição do segundo episódio de fala entre a professora-pesquisadora e os estudantes participantes da pesquisa, da turma 8 A, sobre o conteúdo da “caixa misteriosa”.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
Professora-pesquisadora	Tinha também um álbum. Dentro do álbum estavam três fotos... A primeira foto era de um...	
8 A-09	Pão.	Seriação.
Professora-pesquisadora	Um pão o quê?	
8 A-09	Mofado.	Organização de informações.
Professora-pesquisadora	Um pão mofado... muito bem! Quem fez o pão mofar?	
Turma 8 A	Silêncio...	
Professora-pesquisadora	Alguém sabe quem fez o pão mofar?	
Turma 8 A	Silêncio...	
Professora-pesquisadora	Vocês já viram uma parede mofada?	
Turma 8 A	Sim....	
Professora-pesquisadora	Quem faz a parede mofar?	
8 A-01	Eu sei, eu sei! É o fungo, o fungo!	Organização de informações. Raciocínio proporcional. Explicação.
Professora-pesquisadora	Isso, perfeito! Muito bem! No começo é só uma manchinha, depois o pão fica todo mofado. O que está acontecendo com o fungo?	
Turma 8 A	Silêncio...	
Professora-pesquisadora	O que está acontecendo com o fungo?	

8 A-08	Tá aumentando.	Explicação.
8 A-12	Tá reproduzindo.	Hipótese.
Professora-pesquisadora	Isso, muito bem! Ele encontrou um ambiente favorável e está se reproduzindo.	

Fonte: Construção própria.

O diálogo entre a professora-pesquisadora e os estudantes demonstra um processo de construção coletiva do conhecimento, onde as respostas dos estudantes foram valorizadas e contribuíram para a compreensão do fenômeno em questão. As questões formuladas pela professora-pesquisadora levaram-nos a buscar justificativas para suas respostas, fazendo-os sistematizar raciocínios, como “se”/“então”/“portanto”, e elaborar explicações causais (Carvalho, 2013). Para a explicação causal, o estudante busca palavras e conceitos, o que de acordo com Lemke (1997) contribui para formação da linguagem científica.

Além disso, destacou-se os indicadores: seriação ao enumerarem dados da ação; organização de informações, ao integrarem os dados novos aos anteriores; raciocínio proporcional, ao correlacionarem as variáveis; e levantamento de hipóteses, ao formularem suposições sobre o tema em discussão (Sasseron; Carvalho, 2008).

A professora-pesquisadora reconheceu e valorizou os conceitos espontâneos dos estudantes, como quando fez referência à “parede mofada”, o que pode aumentar a autoestima e o engajamento deles na aprendizagem. É fundamental conduzir os estudantes da linguagem do dia a dia à linguagem científica. Essa transição, partindo das palavras utilizadas pelos alunos em seu cotidiano com significados comuns, em direção à elaboração de significados reconhecidos pela comunidade científica, desempenha um papel crucial na formação de conceitos (Carvalho, 2013).

Os conceitos espontâneos são prerrogativas das propostas construtivistas e foram denominados por Vygotsky como Zona de Desenvolvimento Real (ZDR). É a partir desses conhecimentos que o estudante procura entender o que o professor está explicando ou perguntando (Carvalho, 2013). Além disso, a professora-pesquisadora forneceu *feedback* positivo aos estudantes, reforçando suas respostas corretas e encorajando sua participação. Atividades investigativas que instigam a participação ativa dos estudantes também propiciam experiências significativas capazes de promover a Alfabetização Científica (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

Dando sequência à atividade a professora-pesquisadora continuou retirando os objetos da caixa e indagando os estudantes. O Quadro 13 apresenta a transcrição do terceiro episódio

de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 A.

**Quadro 13** - Transcrição do terceiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e os estudantes participantes da pesquisa, da turma 8 A, sobre o conteúdo da “caixa misteriosa”.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
Professora-pesquisadora	E a segunda foto, o que é?	
8 A-10	Uma bactéria.	Seriação.
8 A-12	Uma planária.	Seriação.
Professora-pesquisadora	Uma planária... muito bem! O que está acontecendo com a planária?	
8 A-06	Virou três.	Raciocínio lógico.
Professora-pesquisadora	Isso, muito bem! Uma deu origem a três.	
Professora-pesquisadora	E a terceira foto?	
8 A-05	Uma célula.	Seriação.
Professora-pesquisadora	Uma célula...	
8 A-11	Se dividindo.	Explicação.
8 A-05	Se multiplicando.	Hipótese.
Professora-pesquisadora	Muito bem! Se dividindo, se multiplicando. Vocês acharam uma pista escondida no fundo da caixa?	
Turma 8 A	Sim...	
Professora-pesquisadora	E o que era?	
8 A-08	Um óvulo sendo fecundado por um espermatozoide.	Explicação.
Professora-pesquisadora	Muito bem!	
Professora-pesquisadora	E isso?	
Turma 8 A	Silêncio...	
8 A-01	Uma paradinha legal, que a gente vê nos filmes.	Organização de informações.
Professora-pesquisadora	Alguém sabe o nome ou o que ela está representando?	
Turma 8 A	Silêncio...	
Professora-pesquisadora	Alguém sabe o que é isso?	
Turma 8 A	Silêncio...	
8 A-09	Eu não sei o nome, mas eu já vi minha tia fazer lá no trabalho dela. Tem uma gelatina aí dentro, aí ela pegou a amostra e pingou dentro e colocou numa geladeira que esquenta. Aí depois de uns dias ficou desse jeito aí.	Organização de informações. Justificativa.
8 A-05	Se esquenta não é geladeira!	Organização de informações. Raciocínio lógico.

		Raciocínio proporcional.
8 A-01	É! Geladeira esfria... se esquentada é estufa!	Teste de hipótese.
Professora-pesquisadora	Isso mesmo, é uma estufa. A sua tia trabalha com o quê?	
8 A-09	É em um laboratório lá.	
Professora-pesquisadora	Ok. Muito bem! Isso se chama placa de Petri. Aqui é só uma simulação. Ela está representando a proliferação de bactérias. Essas manchinhas estão representando as colônias de bactérias. A sua tia devia estar analisando se a amostra estava contaminada.	
Professora-pesquisadora	O que todas essas pistas tinham em comum?	
Turma 8 A	Reprodução.	Previsão.
Professora-pesquisadora	Muito bem! Elas representam as diferentes formas de reprodução dos seres vivos. São alguns mecanismos de Reprodução.	

Fonte: Construção própria.

A partir dessas observações, pode-se inferir que os estudantes já possuíam um certo entendimento dos temas relacionados à Reprodução. Isso destaca a relevância de se considerar os conhecimentos prévios dos estudantes para a construção de novos conhecimentos. Reforça-se, portanto, a compreensão de que "o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece" (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 137). Além disso, percebeu-se uma complementaridade de informações entre os estudantes, destacando que as aulas investigativas proporcionam um ambiente de aprendizagem colaborativo e encoraja os participantes a compartilharem suas ideias livremente (Carvalho, 2013).

Nesse terceiro episódio foi possível identificar indícios de uma postura científica evidenciada através dos seguintes indicadores da AC: seriação de informações - estabelecimento de bases para a ação investigativa; organização de informações - busca por arranjos entre as informações novas e as já elencadas; raciocínio lógico - modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas; raciocínio proporcional - maneira como as variáveis se relacionam entre si; teste de hipóteses - quando coloca-se à prova suposições por meio de atividades práticas ou de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores; justificativa -

quando se lança mão de uma garantia para o que é proposto; explicação - quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas; e previsão - quando se associa um fenômeno a um acontecimento (Sasseron; Carvalho, 2008).

A interação discursiva ocorrida nesse momento demonstrou uma valorização da multiplicidade de perspectivas e interpretações, conforme os participantes compartilhavam suas ideias e pontos de vista sobre o tema discutido; e refletiu uma abordagem de ensino baseada na construção coletiva do conhecimento, onde a professora-pesquisadora atuou como mediadora do processo, guiando os participantes através de perguntas e reflexões que viabilizaram a construção gradual e compartilhada do significado.

Conforme já mencionado, a análise apresentada refere-se aos episódios de fala dos estudantes da turma 8 A, ocorrendo de maneira semelhante em todas as turmas, com pequenas variações. O Quadro 14 exibe a quantidade de indicadores da AC evidenciados nas falas de todos os estudantes participantes da pesquisa, durante as interações discursivas do primeiro momento.

**Quadro 14** - Quantidade de indicadores da Alfabetização Científica evidenciados na fala de todos os estudantes participantes da pesquisa durante as interações discursivas do primeiro momento.

<b>Indicadores</b>		<b>Quantidade</b>
<b>Trabalho com dados obtidos em uma investigação</b>	Seriação	20
	Organização	28
	Classificação	01
<b>Estruturação do pensamento</b>	Raciocínio lógico	02
	Raciocínio proporcional	02
<b>Entendimento da situação analisada</b>	Levantamento de hipóteses	02
	Teste de hipóteses	01
	Justificativa	01
	Previsão	02
	Explicação	05
<b>TOTAL</b>		<b>64</b>

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008).

Com base nos indicadores da Alfabetização Científica (AC) presentes nas falas dos estudantes, é possível identificar nuances de uma postura científica em formação. No entanto, observou-se que os estudantes demonstraram maior habilidade em trabalhar com os dados obtidos na investigação, correspondendo a 49 dos 64 indicadores da AC. Foram identificados quatro indicadores relacionados à estruturação do pensamento e 11 ao entendimento da situação analisada. Portanto, detectamos a necessidade de promover oportunidades de construção do

conhecimento que favoreçam tanto a estruturação do pensamento quanto a compreensão da situação analisada.

Nessa perspectiva, embora as atividades da SEI tenham sido previamente selecionadas, os dados foram analisados paralelamente ao seu desenvolvimento. Isso embasou algumas decisões e aprimorou a condução das atividades, contribuindo posteriormente para a construção do produto educacional.

### 5.1.2 Análise dos registros escritos, segundo momento

Após a primeira estratégia, que, para além de uma motivação inicial, promoveu uma aproximação dos estudantes à postura investigativa fundamental para as atividades propostas pela SEI e auxiliou no levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, a professora-pesquisadora delimitou o tema da SEI: “Mecanismos Reprodutivos” e esclareceu que o objeto do conhecimento abrangeria não apenas os animais, mas uma diversidade de seres vivos.

Em seguida, ela apresentou-lhes o problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo”? Na ocasião foi feita a leitura coletiva da pergunta de pesquisa e dito aos estudantes que essa pergunta iria nortear todas as atividades da SEI. Partir de um problema é uma premissa da abordagem investigativa, referenciada nas obras piagetianas.

É essencial que o problema esteja inserido no contexto do estudante. Nesse sentido, a escolha do tema “Reprodução” foi uma estratégia para aproximar os conceitos científicos curriculares da curiosidade inata dos estudantes. Investigações que envolvem temas de interesse dos estudantes tendem a se tornar motivadoras, incentivando-os a trabalhar de maneira conjunta e coordenada na resolução do problema investigado (Moreira, 2023; Sasseron; Carvalho, 2008). Na tentativa de solucionar o problema o estudante levanta hipóteses baseadas no seu conhecimento prévio, aproximando-se do fazer científico (Carvalho, 2013; Scarpa; Campos, 2018).

Na sequência, os grupos foram desfeitos e os estudantes receberam uma folha xerocopiada – “nuvem de ideias”. A professora-pesquisadora explicou que essa atividade era individual e que não deveria haver comunicação entre eles; porém, não se tratava de uma avaliação, mas de um levantamento do que eles já sabiam sobre os “Mecanismos Reprodutivos”; e que no final da SEI esses dados serviriam para se avaliar as contribuições das atividades desenvolvidas para a Alfabetização Científica deles.

Observou-se um grande medo de errar entre os estudantes, que não se sentiam capazes

de fazer seus registros. Para tranquilizá-los, a professora-pesquisadora explicou que não existia resposta certa ou errada, apenas hipóteses. Ela incentivou os alunos a ler e reler a pergunta de pesquisa, registrando todas as ideias pertinentes ao tema, mesmo que fossem apenas palavras soltas.

Em um processo de investigação, inibir o medo de errar é crucial para incentivar as tentativas dos estudantes. Quando eles se envolvem, independentemente da possibilidade de erro, há um estímulo mútuo para que seus colegas façam o mesmo, resultando em ampla participação e engajamento na discussão. Assim, em consonância com as teorias construtivistas, observa-se uma clara ressignificação do erro: ele deixa de ser visto como algo a ser evitado e passa a ser considerado uma oportunidade para explorar seu potencial (Silva; Nasser, 2022; Carvalho, 2013).

No final da aula, a atividade foi recolhida como fonte de dados. A Figura 10 representa a “nuvem de ideias”, produzida pela professora-pesquisadora utilizando-se o aplicativo *Pro word Cloud* a partir do registro individual feito manualmente pelos estudantes participantes da pesquisa na atividade “nuvem de ideias”.

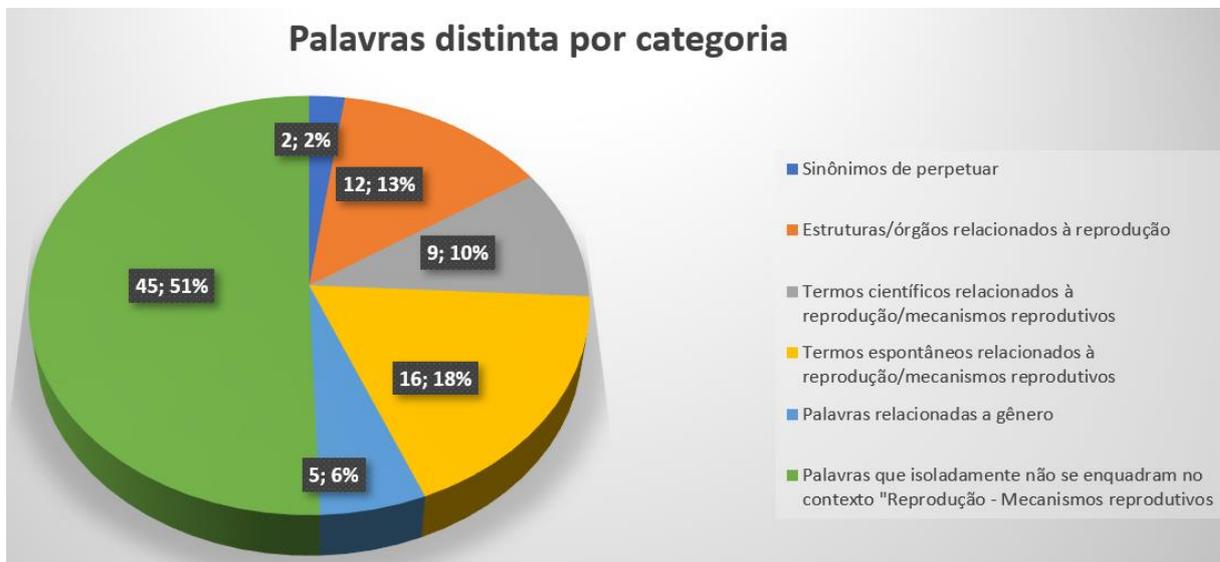
**Figura 10** - “Nuvem de ideias” a partir do registro individual dos estudantes participantes da pesquisa.



Fonte: Construção própria.

Na “nuvem de ideias” apresentada, computamos oitenta e nove palavras distintas, que se repetiram de uma a vinte e cinco vezes e resultaram em seis categorias: “sinônimos de perpetuar”, “estruturas/órgãos relacionados à reprodução”, “termos científicos relacionados à reprodução/mecanismos reprodutivos”, “termos espontâneos relacionados à reprodução/mecanismos reprodutivos”, “palavras relacionadas a gênero” e “palavras que isoladamente não se enquadram no contexto reprodução/mecanismos reprodutivos”. O gráfico representado na Figura 11 apresenta o quantitativo de palavras distintas, por categoria, listadas na “nuvem de ideias” dos estudantes participantes da pesquisa.

**Figura 11** - Palavras distintas, por categoria, listadas na “nuvem de ideias” dos estudantes participantes da pesquisa.



Fonte: Construção própria.

A análise da “nuvem de ideias” revelou que os estudantes apresentavam um repertório razoável de termos espontâneos relacionados à reprodução/mecanismos reprodutivos. Dezesesseis das oitenta e nove palavras listadas representam aproximadamente 18% do total de palavras. Quanto aos termos científicos, nove das 89 palavras se enquadraram nessa categoria, o equivalente a 10%. Observou-se, ainda, que o somatório de palavras dentro do contexto reprodução/mecanismos reprodutivos correspondeu a 49% do total de palavras, o que demonstra algum contato prévio dos estudantes com o objeto do conhecimento.

Essa análise corrobora com a ideia de que os estudantes não são caixas vazias. Esse é o princípio geral das teorias construtivistas que revolucionaram o planejamento do ensino-aprendizagem. Nessa perspectiva, é essencial conduzir os estudantes da linguagem espontânea à linguagem científica. Essa transição, da linguagem que os estudantes utilizam em seu

cotidiano para a elaboração de significados aceitos pela comunidade científica, desempenha um papel crucial na formação de conceitos (Carvalho, 2013).

Observou-se ainda a incidência de algumas palavras relacionadas aos objetos contidos na “caixa misteriosa”, tais como: batata, brotos, células, bactérias, verme, planária e fungos; o que pode demonstrar uma influência da atividade anterior no repertório manifestado, o que nos evidencia a potencialidade das atividades investigativas para a construção e fixação de conhecimentos pertinentes a discussões anteriores (Carvalho, 2016).

Nesse sentido, a atividade inicial teria atendido a mais um objetivo, além dos já elencados – o de organizador prévio do tipo comparativo. Segundo Moreira (2012), o organizador prévio comparativo tem a função de promover um contato do aprendiz com o material de aprendizagem em um grau mais alto de abstração, inclusividade e generalização. Servindo, dessa forma, como uma ponte cognitiva que ajudará a integrar o novo conhecimento, fazendo a relação e a discriminação entre o novo conhecimento e o já existente.

## **5.2 Análise dos registros escritos - Mapa mental e Produção de texto - Aula 02**

A segunda aula teve como objetivo dar continuidade ao levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Para isso, os estudantes receberam o registro “nuvem de ideias” feito na aula anterior, juntamente com uma folha A4 (em branco) e uma folha própria para produção de texto.

Em seguida, os estudantes foram orientados a fazer a leitura silenciosa das ideias registradas. A partir desse registro eles deveriam produzir um mapa mental e um texto, podendo suprimir as palavras da “nuvem de ideias” que não estivessem coerentes com o objeto do conhecimento. Nesse momento, a professora-pesquisadora explicou que a criação do mapa mental tinha como objetivo promover um encadeamento do pensamento e uma linha de raciocínio. Ela também incentivou os estudantes a usarem cores e desenhos.

Os estudantes não encontraram dificuldade em executar essa atividade, pois essa metodologia já faz parte de sua rotina em diversas áreas do conhecimento. No entanto, alguns alunos registraram um número insuficiente de palavras na "nuvem de ideias", o que, devido à interligação das atividades, pode ter causado dificuldades no desenvolvimento da atividade proposta.

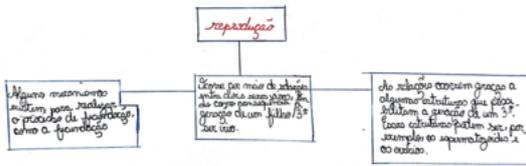
No final da aula, as três folhas de registro (nuvem de ideias, mapa mental e produção de texto) foram recolhidas. A Figura 12 apresenta algumas amostras dos mapas mentais produzidos. Selecionou-se um estudante de cada turma, totalizando dois meninos e duas

meninas, os quais foram identificados como: 8A-01, 8B-17, 8C-25 e 8D-35.

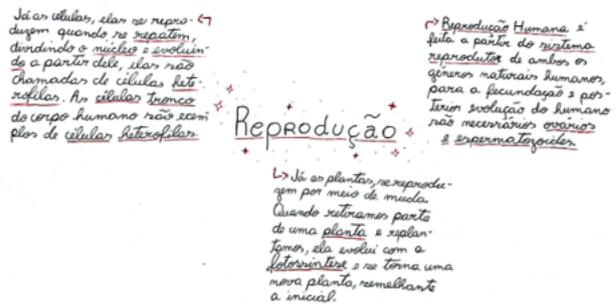
A elaboração de mapas mentais está intimamente ligada às capacidades mentais de relacionar, classificar e sistematizar, utilizando uma representação visual concisa das informações para facilitar o processamento do conhecimento derivado delas (Gossack-Keenan *et al.*, 2019). Assim, utilizou-se o mapa mental não como instrumento de avaliação, mas como uma técnica de auxílio aos estudantes no planejamento e na organização do pensamento para uma escrita mais eficiente. Por esse motivo não faremos a análise dos seus elementos isoladamente, mas sim do texto produzido por seu intermédio.

**Figura 12 -** Mapas mentais produzidos pelos estudantes 8A-01, 8B-17, 8C-25 e 8D-35 a partir das ideias registradas na nuvem de ideias, em resposta ao problema de pesquisa.

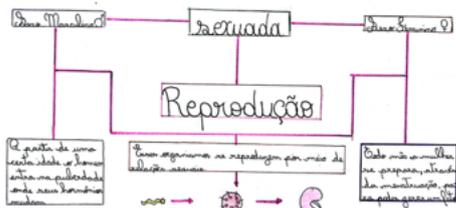
Mapa mental produzido pelo estudante 8 A-01.



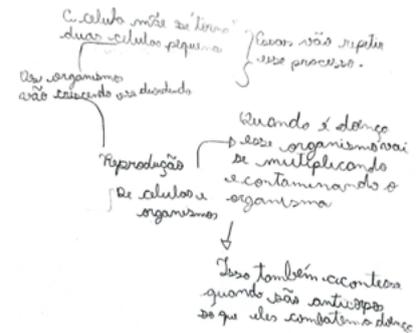
Mapa mental produzido pelo estudante 8 B-17.



Mapa mental produzido pelo estudante 8 C-25



Mapa mental produzido pelo estudante 8 D-35



Fonte: Construção própria, a partir das elaborações dos estudantes 8 A-01, 8 B-17, 8 C-25 e 8 D-35.

De acordo com Zandomenighi, Gobbo e Bonfiglio (2015), a utilização de mapas mentais facilita a clareza de pensamento, auxiliando na exploração das relações entre as ideias em uma discussão, e na capacidade de gerar soluções para os problemas. Essas vantagens decorrem do fato de que os mapas mentais tornam mais simples a integração de novos conhecimentos e a organização lógica das informações, permitindo a exposição das ideias e fatos relevantes, bem como a sua organização de maneira significativa.

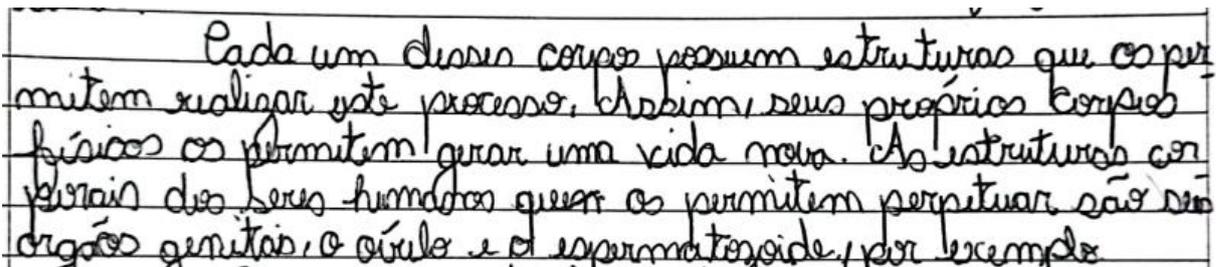
A partir do mapa mental, os estudantes estruturaram um texto, que é elemento essencial dessa pesquisa a ser revisitado e contrastado com os dados da última aula da SEI. A escrita faz parte da etapa de sistematização individual e se constitui atividade complementar, porém crucial nas aulas de Ciências. Haja vista que o fazer ciência não se encerra nos procedimentos usuais do método científico.

A comunicação através da escrita no contexto da investigação é uma prática epistêmica alinhada às ideias da Alfabetização Científica (Sasseron, 2020). Sendo assim, é necessário fomentar o desenvolvimento da habilidade do estudante escrever sobre o tema estudado (Oliveira, 2013).

A seguir apresentaremos alguns fragmentos dos textos produzidos pelos estudantes 8A-01, 8B-17, 8C-25 e 8D-35, a partir dos mapas mentais supramencionados, para os quais teceremos uma análise fundamentada nos indicadores da Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008).

Ressalta-se que todas as atividades foram desenvolvidas na procura de se responder à pergunta de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo”? A Figura 13 apresenta um fragmento do texto produzido pelo estudante 8 A-01.

**Figura 13** - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 A-01, a partir do mapa mental.



Cada um desses corpos possuem estruturas que os permitem realizar este processo. Assim, seus próprios corpos físicos os permitem gerar uma vida nova. As estruturas corporais dos seres humanos que os permitem perpetuar são os órgãos genitais, o óvulo e o espermatozoide, por exemplo.

Fonte: Texto produzido pelo estudante 8 A-01.

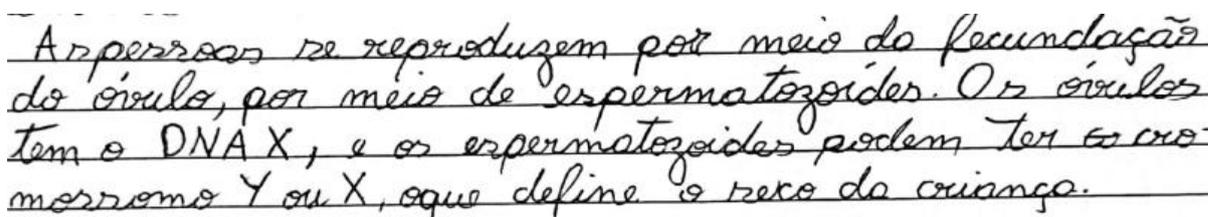
No fragmento apresentado o estudante fez alusão às estruturas envolvidas no processo de perpetuação dos organismos. Analisando o fragmento podemos inferir que o estudante possui algum conhecimento sobre o tema estudado e demonstrou a busca desse conhecimento para a organização das informações anteriormente vistas/discutidas. Além disso, ele atribuiu função às estruturas presentes no corpo humano dizendo: “Assim, seus próprios corpos físicos os permitem gerar uma vida nova”, o que nos evidenciou a procura pela classificação das informações. Por essa análise, identificamos o uso de dois indicadores da AC a organização e

a classificação das informações (Sasseron; Carvalho, 2008).

Contudo, na sequência o estudante empregou os termos científicos “órgãos genitais, óvulo e espermatozoides” de maneira inadequada. Ao afirmar que óvulo e espermatozoide são órgãos genitais, ele cometeu um erro conceitual. Tal fato nos alerta para uma carência a ser suprida: “a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”, o primeiro Eixo estruturante da AC proposto por Sasseron e Carvalho (2008, p. 335).

Damos sequência a nossa análise com o texto de outro estudante. A Figura 14 apresenta um fragmento do texto produzido pelo estudante 8 B-17.

**Figura 14** - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 B-17, a partir do mapa mental.



As pessoas se reproduzem por meio da fecundação do óvulo, por meio de espermatozoides. Os óvulos tem o DNA X, e os espermatozoides podem ter os cromossomos Y ou X, que define o sexo da criança.

Fonte: Texto produzido pelo estudante 8 B-17.

No fragmento apresentado o estudante se referiu a “como os organismos se perpetuam”. Analisando o fragmento do texto observamos que o estudante 8 B-17 manifestou algum conhecimento sobre o tema em estudo, e que se sustentou nesses conhecimentos para a organização das informações - um indicador da AC (Sasseron, 2008). Além disso, houve o emprego de alguns termos científicos relacionados à Reprodução, tais como: fecundação, óvulo, espermatozoide, DNA, cromossomo Y e X, e a palavra sexo se referindo a gênero.

Porém, o estudante cometeu um erro conceitual quando diz que “os óvulos têm o DNA X”; e de generalização excessiva quando se limita à reprodução humana, ignorando os outros seres vivos, e quando se refere apenas à fecundação como mecanismo de reprodução, desconsiderando qualquer forma assexuada de reprodução.

Portanto, identificamos a necessidade de promover situações que favoreçam a “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”, conforme o primeiro Eixo estruturante da AC proposto por Sasseron e Carvalho (2008, p. 335). Isso instrumentalizará os estudantes a não apenas conhecer os termos científicos, mas também a utilizá-los adequadamente na comunicação de suas ideias sobre temas científicos.

Seguimos a nossa análise apresentando na Figura 15 um fragmento do texto produzido pelo estudante 8 C-25.

**Figura 15** - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 C-25, a partir do mapa mental.

No decorrer de nossa vida, nosso corpo apresenta diversas mudanças. Na faixa etária de 8-11 anos, as mulheres têm sua primeira menstruação (preparação para geração de um feto). Já os homens apresentam mudanças hormonais a vez engrossar a altura aumentam

Fonte: Texto produzido pelo estudante 8 C-25.

No fragmento apresentado o estudante não se referiu a nenhuma das questões abordadas no problema de pesquisa. Contudo, não esteve totalmente alheio ao tema em estudo, pois associou as mudanças hormonais características da puberdade a uma preparação do corpo para a reprodução, e empregou alguns termos científicos relacionados à reprodução: menstruação, feto e mudanças hormonais. Apesar disso, o estudante considerou a menstruação como um fator isolado associando as mudanças hormonais apenas às características sexuais secundárias masculinas.

Observou-se, ainda, que na comunicação das suas ideias o estudante 8 C-25 organizou informações vistas no bimestre anterior e classificou as informações atribuindo-lhes características para exemplificar as mudanças ocorridas no corpo dos homens. Isso nos permite inferir que o estudante manifestou dois indicadores da AC, a organização e a classificação das informações (Sasseron; Carvalho, 2008).

Por fim, analisaremos um fragmento do texto produzido pelo estudante 8 D-35, apresentado na Figura 16.

**Figura 16** - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 D-35, a partir do mapa mental.

O corpo é uma bactéria que também se reproduz só que não no corpo humano e sim em uma célula e alguns alimentos.

Fonte: Texto produzido pelo estudante 8 D-35.

No fragmento apresentado o estudante não fez referência às questões abordadas no problema de pesquisa. Apesar de usar o termo reprodução, não houve nenhuma contextualização que pudesse ser atribuída às estruturas ou mecanismos de reprodução. Tal análise nos mostra que provavelmente o estudante 8D-35 não possuía o conhecimento necessário sobre o tema para discorrer adequadamente sobre o problema de pesquisa. Essa situação pode indicar uma lacuna no processo Ensino-Aprendizagem das séries anteriores, uma

dificuldade de interpretação e/ou de comunicação das suas ideias.

Quanto às palavras mofo e bactéria, parece-nos que surgiram como influência da atividade da “caixa misteriosa” realizada na primeira aula. Dessa forma, mesmo fugindo ao tema da pergunta de pesquisa, o estudante procurou seriar e organizar informações pela lembrança da atividade manipulativa, o que seria compatível com dois indicadores da AC: a seriação e a organização de informações propostos por Sasseron e Carvalho (2008).

Analisando de igual forma os textos produzidos pelos demais participantes da pesquisa foi possível identificar em cada um deles os indicadores da AC. O Quadro 15 exibe a quantidade de indicadores da AC evidenciados em todos os textos.

**Quadro 15** - Quantidade de indicadores da AC evidenciados em todos os textos produzidos

<b>Indicadores</b>		<b>Quantidade</b>
<b>Trabalho com dados obtidos em uma investigação</b>	Seriação	13
	Organização	19
	Classificação	10
<b>Estruturação do pensamento</b>	Raciocínio lógico	05
	Raciocínio proporcional	04
<b>Entendimento da situação analisada</b>	Levantamento de hipóteses	04
	Teste de hipóteses	03
	Justificativa	03
	Previsão	06
	Explicação	04
<b>TOTAL</b>		<b>71</b>

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008).

Comparando a quantidade de indicadores de Alfabetização Científica (AC) identificados nas interações discursivas, apresentadas no Quadro 14, com a quantidade identificada na produção escrita, apresentada no Quadro 15, observamos um aumento de 64 para 71 indicadores de AC. Desses 71 indicadores identificados na produção escrita, 42 estão relacionados ao trabalho com dados obtidos em uma investigação, 9 à estruturação do pensamento e 20 ao entendimento da situação analisada.

Verificamos, ainda, que os indicadores "seriação e organização das informações" diminuíram de 48 para 32, enquanto os demais indicadores aumentaram de 15 para 39. Essa análise nos permite inferir que, na linguagem verbal, os estudantes manifestaram melhor os indicadores relacionados ao trabalho com os dados obtidos na pesquisa, enquanto os indicadores relacionados à estruturação do pensamento e ao entendimento da situação analisada foram melhor expressos na linguagem escrita.

O objetivo inicial dessa atividade foi o levantamento dos conhecimentos prévios. Entretanto, como a sala de aula é um ambiente dinâmico onde as interações sociais acontecem o tempo todo e através delas há a construção dos significados, acredita-se que a construção de novos conceitos já se iniciou na primeira aula, através do diálogo e da interação sujeito-objeto, como evidenciado na análise da nuvem de ideias apresentada anteriormente.

Dessa forma, entendemos que a presente atividade de escrita contemplou também a etapa da sistematização individual. Conforme Carvalho (2011, p. 261-262), “o diálogo gera, clarifica, compartilha e distribui ideias entre os estudantes ao passo que a escrita realça a construção pessoal do conhecimento”.

Nessa perspectiva, para além do levantamento de conhecimentos prévios, essa aula atendeu o objetivo de promover situações de desenvolvimento da habilidade de compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, bem como a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.

### **5.3 Análise das interações discursivas – “Ideias com café” - Aula 03**

A professora-pesquisadora iniciou a aula questionando os estudantes sobre o que foi feito nas aulas anteriores e retomando o problema de pesquisa. Em seguida, os estudantes receberam uma folha xerocopiada “ideias com café”, a ser realizada de forma coletiva, essa etapa da SEI é denominada Sistematização coletiva. Na ocasião os estudantes foram orientados a fazerem o registro das ideias que surgissem durante a aula, fossem elas ideias próprias ou aquelas que se despertassem através da escuta e interação com os colegas.

A professora-pesquisadora projetou a nuvem de ideias feita previamente por ela, utilizando o aplicativo *Pro Word Cloud*, com as palavras da nuvem de ideias de todos os estudantes. Em seguida, ela iniciou a discussão pedindo que os estudantes escolhessem voluntariamente uma palavra e argumentassem sobre como essa ideia se relacionava ao problema. Após a fala dos estudantes a professora-pesquisadora perguntava à turma: “você concordam”? Se alguém discordasse, ela pedia que o estudante justificasse o porquê.

A discussão foi gravada em áudio. Para efeitos de análise, optou-se por apresentar a transcrição da gravação da turma 8 C, devido ao engajamento dos estudantes na execução da atividade proposta, além do número de participantes da pesquisa presentes na aula. Para a análise das transcrições os textos foram fragmentados em cinco episódios de fala. O Quadro 16 apresenta a transcrição do primeiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café”.

**Quadro 16** - Transcrição do primeiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café”.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
Professora-pesquisadora	Vamos?! Quem quer começar?	
8 C-22	Eu!	
Professora-pesquisadora	Sobre qual palavra você quer falar?	
8 C-22	Seres.	Seriação.
Professora-pesquisadora	Você defende que essa palavra é pertinente ao tema e ajuda a responder à pergunta, ou que ela está fora do contexto? E porquê...	
8 C-22	Eu acho que “seres” tem a ver com o tema, pois precisa de dois seres para reproduzir, e vai gerar mais seres.	Levantamento de hipóteses. Previsão.

Fonte: Construção própria.

No primeiro episódio de fala, o estudante 8 C-22 manifestou três indicadores da AC: seriação, ao sugerir que a palavra "seres" era pertinente ao tema estudado. Contudo, o estudante cometeu um erro conceitual ao afirmar que "precisa de dois seres para reproduzir"; levantou uma hipótese para justificar sua escolha e fez uma previsão baseada nessa hipótese (Sasseron; Carvalho, 2008).

Em seguida, a professora-pesquisadora conduziu a negociação dos significados por meio de perguntas provocadoras. O objetivo foi estimular a fala dos estudantes e, através dela, promover uma discussão e o levantamento de hipóteses. O Quadro 17 apresenta o segundo episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “Ideias com café”.

**Quadro 17** – Transcrição do segundo episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café”.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
Professora-pesquisadora	Vocês concordam?	
8 C-20	Eu concordo que faz parte do tema, mas não precisa ser dois seres.	Raciocínio lógico. Raciocínio proporcional.
Professora-pesquisadora	Não precisa ser dois? Por que?	
8 C-20	Não, porque tem a reprodução assexuada das plantas. As plantas não tem sexo. Não tem	Justificativa. Organização de informações. Levantamento de hipóteses. Teste de hipóteses.

	macho nem fêmea. Elas se reproduzem meio que sozinhas.	
--	--	--

Fonte: Construção própria.

No segundo episódio de fala o estudante 8 C-20 manifestou seis indicadores da AC: raciocínio lógico, ao comunicar a sua ideia de forma estruturada e coerente; e raciocínio proporcional, ao relacionar variáveis ilustrando a interdependência entre elas. Para justificar a sua afirmação ele organizou informações “Não, porque tem a reprodução assexuada das plantas”, levantou hipóteses “As plantas não tem sexo. Não tem macho nem fêmea” e as testou “Elas se reproduzem meio que sozinhas” (Sasseron; Carvalho, 2008; Sasseron, 2008).

Apesar disso, o estudante 8 C-20 cometeu um erro conceitual ao dizer que as plantas não têm sexo; e de generalização excessiva ao dizer que “elas se reproduzem meio que sozinhas”. Então, com o objetivo de fazer as correções necessárias e promover a construção de conceitos cientificamente aceitos, a professora-pesquisadora continuou conduzindo a negociação dos significados por meio de perguntas provocadoras. O Quadro 18 apresenta o terceiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “Ideias com café”.

**Quadro 18** – Transcrição do terceiro episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café”.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
Professora-pesquisadora	Vocês concordam? Não existe planta macho nem fêmea?	
8 C-25	Existe sim! O pé de mamão é macho ou fêmea.	Organização de informações. Classificação de informações. Justificativa.
8 C-28	A flor também tem macho e fêmea.	Organização de informações. Classificação de informações. Justificativa.
Professora-pesquisadora	Então existe planta macho e fêmea?	
TURMA C	Sim...	
Professora-pesquisadora	Muito bem! Algum ser vivo se reproduz sozinho?	
8 C-19	Sim, as minhocas.	Seriação. Organização de informações. Classificação de informações.
8 C-26	E as bactérias.	Seriação. Organização de informações. Classificação de informações.

8 C-27	Ah, tem também aquele bicho lá da caixa.	Organização de informações. Classificação de informações.
8 C-25	A planária.	Seriação. Organização de informações. Classificação de informações.
8 C-24	Tem a estrela do mar também, né?	Seriação. Organização de informações. Classificação de informações.

Fonte: Construção própria.

No terceiro episódio de fala, ao perguntar se a turma concordava que não existia planta macho e fêmea, a professora-pesquisadora provocou a tomada de consciência dos estudantes, que consiste na passagem da ação manipulativa à ação intelectual (Carvalho, 2013). Ao responder à pergunta dois estudantes disseram: 8 C-25, “Existe sim! O pé de mamão é macho ou fêmea” e 8 C-28, “A flor também tem macho e fêmea”. Em suas respostas os estudantes lançaram mão de seus conhecimentos prévios, manifestando três indicadores da AC: organização de informações, ao mostrarem um arranjo entre informações novas e já elencadas anteriormente; classificação de informações, ao atribuir características ao mamão e à flor; e justificativa, ao darem garantias que conferem valor às suas colocações (Sasseron; Carvalho, 2008; Sasseron, 2008).

Percebendo que os estudantes estavam focados apenas nas plantas, a professora-pesquisadora incentivou um pensamento mais amplo com a pergunta: - Algum ser vivo se reproduz sozinho? Essa pergunta estimulou a participação de estudantes que ainda não haviam se manifestado. Em resposta à pergunta os estudantes 8 C-19, 8 C-24, 8 C-25, 8 C-26 e 8 C-27 demonstraram três indicadores da AC: seriação, ao listarem dados da pesquisa; organização de informações, ao recordarem os objetos da "caixa misteriosa"; e classificação de informações, ao agruparem os dados relacionados aos objetos manipulados (Sasseron; Carvalho, 2008; Sasseron, 2008).

Após promover a tomada de consciência dos estudantes sobre a reprodução como características essencial para a perpetuação de todos os seres vivos, a professora-pesquisadora direcionou a discussão para os tipos de reprodução. O Quadro 19 apresenta o quarto episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “Ideias com café”.

**Quadro 19** – Transcrição do quarto episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café”.

Participantes	Interações	Indicadores
---------------	------------	-------------

Professora-pesquisadora	Muito bem! Como o ser vivo se reproduz sozinho? O que ele faz para se reproduzir sozinho?	
8 C-21	A batata lá da caixa misteriosa, ela brotou sozinha.	Organização de informações. Classificação de informações.
Professora-pesquisadora	Muito bem! Então, ela fez um brotamento.	
8 C-26	As bactérias fazem uma cópia.	Organização de informações.
Professora-pesquisadora	Muito bem! Como que se chama essa cópia?	
8 C-22	Clone.	Seriação. Organização de informações.
Professora-pesquisadora	Muito bem! Ela faz uma clonagem. Tem outro nome para clonagem?	
8 C-28	Divisão celular.	Seriação. Organização de informações.
8 C-23	Multiplicação.	Seriação. Organização de informações.
8 C-27	Mitose.	Seriação. Organização de informações.
Professora-pesquisadora	Perfeito! Muito bom... Esse tipo de reprodução se chama...	
8 C-22	Assexuada.	Seriação. Organização de informações.

Fonte: Construção própria.

No quarto episódio de fala, através da pergunta: - Como o ser vivo se reproduz sozinho? O que ele faz para se reproduzir sozinho? A professora-pesquisadora conduziu os estudantes a pensarem nos tipos de reprodução assexuada. Dois estudantes embasaram suas respostas nos dados da atividade manipulativa com a “caixa misteriosa” realizada na primeira aula: 8 C-21, “A batata lá da caixa misteriosa, ela brotou sozinha” e 8 C-26, “As bactérias fazem uma cópia”; manifestando dois indicadores da AC: organização de informações, ao buscarem lembranças das características dos objetos manipulados anteriormente”; e classificação de informações, ao associarem essas características às suas funções (Sasseron; Carvalho, 2008; Sasseron, 2008).

Tal fato corrobora com os princípios da organização sequencial e consolidação recomendados por Ausubel como estratégias facilitadoras da Aprendizagem Significativa (AS). A organização sequencial consiste em utilizar as dependências naturais existentes entre os tópicos do conhecimento, enquanto a consolidação reconhece que o aprendizado não é imediato. Assim, atividades como exercícios, resolução de problemas, esclarecimentos, diferenciações e integrações são essenciais antes de introduzir novas informações (Moreira, 2012).

Através de perguntas a professora-pesquisadora incentivou os estudantes a converterem termos espontâneos em termos científicos historicamente construídos (Carvalho, 2013) durante as discussões promovidas por eles mesmos, e aproveitou as suas falas para associar esses termos aos tipos de reprodução assexuada e seus mecanismos.

Em resposta a essas perguntas os estudantes 8 C-22, 8 C-23, 8 C-27 e 8 C-28 manifestaram dois indicadores da AC: seriação, ao listarem termos científicos; e organização de informações, ao articularem informações novas com as elencadas anteriormente (Sasseron; Carvalho, 2008; Sasseron, 2008).

Para finalizar a sistematização coletiva e a negociação de significados proposta por essa atividade, a professora-pesquisadora fez perguntas que estimularam a ampliação do repertório dos estudantes. O Quadro 20 apresenta o quinto episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “Ideias com café”.

**Quadro 20** – Transcrição do quinto episódio de fala entre a professora-pesquisadora e a turma 8 C, durante a atividade “ideias com café”.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
Professora-pesquisadora	Existe outro tipo?	
8 C-23	Sim!!! Sexuada.	Seriação. Organização de informações.
Professora-pesquisadora	Perfeito! Qual a característica da reprodução sexuada?	
8 C-19	Tem macho e fêmea.	Seriação. Organização de informações. Classificação de informações.
Professora-pesquisadora	Macho e fêmea? Então precisa de dois indivíduos?	
8 C-25	Não, precisa ter espermatozoide e óvulo.	Seriação. Organização de informações.
Professora-pesquisadora	O que precisa acontecer com o espermatozoide e o óvulo?	
8 C-20	Tem que encontrar, uai! Não basta ter.	Raciocínio lógico. Raciocínio proporcional.
Professora-pesquisadora	Isso, muito bem! Então, precisa haver a fecundação.	

Fonte: Construção própria.

No quinto episódio de fala, ao perguntar "existe outro tipo"? Referindo-se aos tipos de reprodução, a professora-pesquisadora incentivou a diferenciação entre a reprodução assexuada e sexuada, ampliando assim o repertório dos estudantes. As respostas dos estudantes 8 C-23, "Sim!!! Sexuada", e 8 C-19, "Tem macho e fêmea", geraram uma discussão que retomou a

problemática abordada no segundo episódio de fala, onde se questionou a necessidade de dois indivíduos para ocorrer a reprodução. Naquele momento, porém, a discussão se concentrou na reprodução assexuada.

Ao questionar a resposta do estudante 8 C-19 com a pergunta: “Macho e fêmea? Então precisa de dois indivíduos”? A professora-pesquisadora estimulou a organização das informações, conectando situações previamente discutidas com novas circunstâncias. Segundo Scarpa e Campos (2018), os conhecimentos prévios são importantes na transformação da estrutura cognitiva e na aquisição de novos conhecimentos pelos indivíduos.

Ao questionar a resposta do estudante 8 C-19, a professora-pesquisadora incentivou a resposta do estudante 8 C-25: “Não, precisa ter espermatozoide e óvulo”. Essa resposta permitiu à professora-pesquisadora atingir seu objetivo, concluindo a discussão com a pergunta final: “O que precisa acontecer com o espermatozoide e o óvulo”? Essa pergunta levou o estudante 8 C-20 a elaborar uma resposta estruturada, relacionando as variáveis: “Tem que encontrar, uai! Não basta ter” (Sasseron; Carvalho, 2008; Sasseron, 2008).

Portanto, o quinto episódio de fala aqui descrito permitiu identificar cinco indicadores da AC manifestados pelos estudantes: seriação, ao listarem dados da pesquisa; organização de informações, ao conectarem informações novas com as previamente discutidas; classificação de informações, ao agruparem dados por suas características; raciocínio lógico, ao comunicarem suas ideias de forma estruturada; e raciocínio proporcional, ao relacionarem variáveis e sua interdependência (Sasseron; Carvalho, 2008; Sasseron, 2008).

Através da descrição dos episódios de fala pode-se verificar que essa atividade proporcionou muito engajamento por parte da turma. Os estudantes compartilharam as suas opiniões, comunicaram as suas ideias e levantaram hipóteses sobre o tema em estudo, o que desencadeou em contribuições significativas para a construção de conceitos e significados.

A esse engajamento atribui-se a importância de um problema que esteja inserido na cultura dos estudantes. Haja vista que, eles se envolvem na busca de uma solução para o problema na mesma medida em que o problema lhes seja significativo (Carvalho, 2013; Sasseron; Carvalho, 2008).

Conforme já mencionado, a análise apresentada refere-se aos episódios de fala dos estudantes da turma 8 C, ocorrendo de maneira semelhante em todas as turmas, com pequenas variações. O Quadro 21 exhibe a quantidade de indicadores de AC evidenciados nas falas de todos os estudantes participantes da pesquisa, durante as interações discursivas da atividade “ideias com café”.

**Quadro 21** - Quantidade de indicadores de AC evidenciados nas falas de todos os estudantes participantes da pesquisa, durante as interações discursivas da atividade “ideias com café”

<b>Indicadores</b>		<b>Quantidade</b>
<b>Trabalho com dados obtidos em uma investigação</b>	Seriação	26
	Organização	36
	Classificação	18
<b>Estruturação do pensamento</b>	Raciocínio lógico	06
	Raciocínio proporcional	07
<b>Entendimento da situação analisada</b>	Levantamento de hipóteses	07
	Teste de hipóteses	04
	Justificativa	06
	Previsão	07
	Explicação	06
<b>TOTAL</b>		<b>123</b>

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008).

Comparando a quantidade de indicadores da AC identificados nas interações discursivas do primeiro momento (referentes à atividade com a “caixa misteriosa”), apresentada no Quadro 14, com a quantidade de indicadores da AC identificados nas interações discursivas ocorridas na atividade “ideias com café”, apresentada no Quadro 21, observamos um aumento nos indicadores da AC, de 64 para 123.

A análise revelou que entre as duas atividades mencionadas, baseadas nas falas dos estudantes, os indicadores relacionados ao trabalho com dados obtidos em uma investigação aumentaram aproximadamente 63% (de 49 para 80). Os indicadores relacionados à estruturação do pensamento aumentaram 225% (de 4 para 13), e os indicadores relacionados ao entendimento da situação analisada cresceram aproximadamente 173% (de 11 para 30).

Esses números indicam um aumento de cerca de 92% na quantidade total de indicadores, com uma melhora expressiva nos indicadores relacionados à estruturação do pensamento e ao entendimento da situação analisada. Isso ressalta a importância do papel mediador do professor, já que são as perguntas elaboradas por ele que conduzem os estudantes na construção de ações intelectuais, levando-os ao “desenvolvimento de atitudes científicas, como o levantamento de dados e a construção de evidências” (Carvalho, 2013, p. 12).

Nesse viés, podemos inferir que o desenvolvimento das atitudes científicas desejadas não depende do conteúdo ou da metodologia, mas sim do direcionamento dado pelo professor (Sasseron, 2015). É o debate entre o professor e os estudantes que viabiliza o desenvolvimento de habilidades que capacitam os estudantes a enxergarem o objeto além de suas características físicas.

Além disso, os resultados apresentados reafirmam o potencial da sistematização

coletiva, etapa da SEI proposta por Carvalho (2013), para promover situações nas quais os estudantes tomem atitudes que os levem à consciência de suas ações. Através da Interação social, postulada por Vygotsky, verificou-se uma construção coletiva, na qual a linguagem se destacou como artefato cultural capaz de promover a tomada de consciência (Carvalho, 2013).

Através de interações e discussões entre indivíduos com visões e experiências diversas, observou-se a construção de novos entendimentos. É evidente o valor do fator social e das relações entre os estudantes na formação desses novos entendimentos (Vygotsky, 2001).

No final da aula, a folha de registro (ideias com café) foi recolhida como fonte de dados. A Figura 17 foi criada pela professora-pesquisadora com o aplicativo *Pro Word Cloud*, e representa os registros individuais feitos manualmente pelos estudantes participantes da pesquisa durante as discussões na atividade “Ideias com Café”.

**Figura 17** - “Ideias com café” a partir do registro individual dos estudantes participantes da pesquisa.



Fonte: Construção própria.

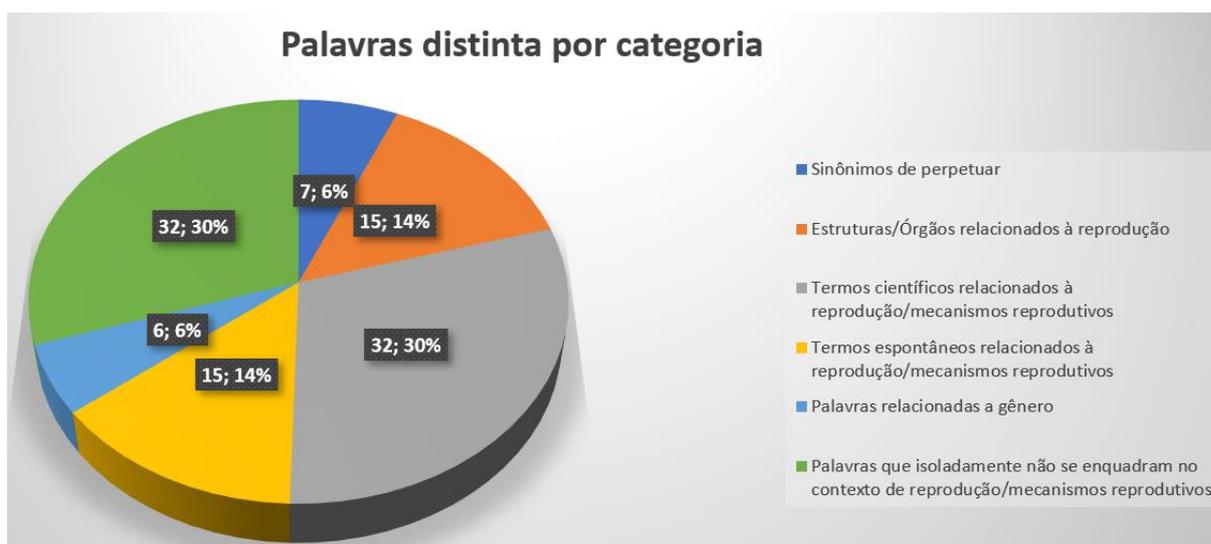
Na atividade “ideias com café” apresentada, computamos cento e sete palavras distintas, que se repetiram de uma a trinta e nove vezes e resultaram em seis categorias: “sinônimos de perpetuar”, “estruturas/órgãos relacionados à reprodução”, “termos científicos relacionados à reprodução/mecanismos reprodutivos”, “termos espontâneos relacionados à

reprodução/mecanismos reprodutivos”, “palavras relacionadas a gênero” e “palavras que isoladamente não se enquadram no contexto reprodução/mecanismos reprodutivos”.

A comparação entre a atividade coletiva "Ideias com Café" e a anterior "nuvem de Ideias", realizada individualmente, revelou mudanças significativas. Observamos uma diminuição na proporção de termos espontâneos relacionados à reprodução/mecanismos reprodutivos, caindo de 18% para 14%. Em contrapartida, os termos científicos aumentaram consideravelmente, passando de 10% para 30%. É importante destacar que o total de palavras dentro do contexto de reprodução/mecanismos reprodutivos aumentou de 49% para 68%.

O gráfico representado na figura 18 apresenta o quantitativo de palavras distintas, por categoria, listadas na atividade “ideias com café” dos estudantes participantes da pesquisa.

**Figura 18** - Palavras distintas, por categoria, listadas na atividade “ideias com café” dos estudantes participantes da pesquisa.



Fonte: Construção própria.

Esses resultados corroboram com duas premissas fundamentais da teoria vygotskyana: a emergência das funções mentais a partir de processos sociais e o papel crucial da linguagem como mediadora na transformação dessas funções mentais (Carvalho, 2013); e nos mostra a potencialidade da sistematização coletiva para a promoção da organização e sistematização dos conhecimentos adquiridos (Zômpero; Laburú, 2011), que darão suporte à transposição dos conhecimentos espontâneos para os científicos.

#### 5.4 Análise das interações discursivas – Apresentação de vídeo – Aula 09

O objetivo desta aula foi promover a compreensão da natureza da Ciência e dos fatores éticos e políticos que a envolvem, além de explorar as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), conforme o segundo e terceiro Eixo estruturante da Alfabetização Científica (AC), propostos por Sasseron e Carvalho (2008).

É crucial compreender como as investigações científicas são conduzidas, pois isso nos fornece ferramentas para lidar com os desafios cotidianos relacionados a conceitos científicos. Além disso, é importante reconhecer as inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, pois isso nos permite evitar visões extremas da Ciência e entender que seus resultados podem ter impactos tanto positivos quanto negativos (Sasseron; Carvalho, 2008).

Nesse contexto, a professora-pesquisadora iniciou a aula exibindo um breve vídeo sobre a enxertia em rosas e, em seguida, conduziu uma discussão para que os estudantes relacionassem o processo mostrado no vídeo aos mecanismos reprodutivos estudados, destacando a aplicação prática do conhecimento.

Selecionamos a turma 8 B para apresentarmos a transcrição da gravação em áudio. A turma mencionada foi selecionada dentro do critério de favorecer a descrição de turmas diferentes. Durante a discussão chamou-nos a atenção as contribuições de três estudantes, para os quais faremos a apresentação da transcrição da gravação. O Quadro 22 apresenta a transcrição da fala dos estudantes 8 B-13, 8 B-16 e 8 B-17 em referência ao vídeo sobre a enxertia nas flores.

**Quadro 22** – Transcrição da fala dos estudantes 8 B-13, 8 B-16 e 8 B-17 em referência ao vídeo sobre a enxertia de flores.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
8 B-17	Meu pai fez enxerto lá na chácara. Só que foi com manga. Agora tem dois tipos de manga num pé só.	Raciocínio lógico. Raciocínio proporcional. Organização de informações.
8 B-13	Meu vô fez com mexerica.	
8 B-16	Lá em casa tem dois pés de jabuticaba enxertado.	

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008).

Considerando que os estudantes 8 B-13 e 8 B-16 complementaram a ideia estruturada pelo estudante 8 B-17, evidenciamos três indicadores da Alfabetização Científica na fala dos três estudantes: raciocínio lógico, demonstrado pela estruturação e comunicação organizada de suas ideias; raciocínio proporcional, ao estabelecer relações entre variáveis, mostrando sua

interdependência; e organização das informações, articulando novas informações com conhecimentos prévios.

As palavras dos estudantes apoiam as ideias de Carvalho (2013) sobre a necessidade de um problema potencialmente significativo. Na abordagem investigativa, o problema é uma parte essencial e crucial das atividades, porém não é qualquer problema. Ele deve estar relacionado ao contexto dos estudantes e, assim, valorizar seus conhecimentos prévios. Quando os alunos percebem significado no problema, eles se engajam na busca por uma solução.

Ausubel (1988) argumentou que a resolução de problemas se desenvolve gradualmente através da compreensão das relações entre meios e fins, envolvendo a formulação, análise e descarte de hipóteses. Nesse processo, os conceitos adquirem significado e a conceitualização se torna mais refinada à medida que os estudantes lidam com situações progressivamente complexas (Moreira, 2012).

Após essa contextualização, a professora-pesquisadora acordou com os estudantes a dinâmica da aula: eles deveriam apresentar verbalmente a pesquisa solicitada na aula oito, discorrendo brevemente sobre o tema escolhido e defendendo sua coerência com o objeto de estudo “Mecanismos Reprodutivos” associado à CTSA.

Dentre os temas escolhidos pelos estudantes destacamos: Produção de órgãos em laboratório, raças de cães feitas em laboratório, produção de carne em laboratório, reprodução assistida humana, reprodução assistida na agricultura, clonagem de gado, enxertia de plantas e inseminação artificial de vacas.

Durante as apresentações dos estudantes, observamos sinais de desenvolvimento da Alfabetização Científica. Também notamos uma preocupação significativa em abordar tanto os aspectos positivos quanto os negativos do tema pesquisado. Isso ficou evidente na apresentação do estudante 8 B-17. Essa postura está alinhada às habilidades inerentes a indivíduos cientificamente alfabetizados, preconizada no segundo e terceiro Eixo estruturante da AC, propostos por Sasseron e Carvalho (2008). O Quadro 23 apresenta a transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-17 durante a apresentação da sua pesquisa sobre a produção de carne em laboratório.

**Quadro 23** - Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-17 durante a apresentação da sua pesquisa sobre a produção de carne em laboratório.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>
<b>8 B-17</b>	O meu tema é “produção de carne em laboratório”. Uma vantagem da carne cultivada em laboratório é que, além do desejo de poupar

	animais do abate, as proteínas alternativas têm por objetivo reduzir os impactos ambientais causados pela pecuária tradicional.
--	---

Fonte: Construção própria.

Em seguida, o estudante 8 B-17 defendeu a pertinência do tema da sua pesquisa associando-o à abordagem CTSA. O Quadro 24 apresenta a transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-17 em defesa da sua pesquisa.

**Quadro 24** – Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-17 em defesa da sua pesquisa sobre a produção de carne em laboratório.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
<b>8 B-17</b>	O meu tema tem tudo a ver com a reprodução relacionada à CTSA. Na produção da carne em laboratório, eles estão fazendo a reprodução assexuada aliada à Tecnologia. Estão garantindo alimento para as pessoas, diminuindo os impactos ambientais e ainda salvando as vaquinhas!	Seriação. Organização de informações. Classificação de informações.

Fonte: Construção própria.

Nesse fragmento da fala podemos detectar três indicadores da AC: seriação, ao listar dados; organização de informações, ao descrever os fatos pesquisados; e classificação de informações, ao relacionar os fatos relatados às suas características e funcionalidades.

Na sequência de sua fala, o estudante 8 B-17 ainda fez uma argumentação. O Quadro 25 apresenta a transcrição de um trecho da argumentação do estudante 8 B-17.

**Quadro 25** - Transcrição de um trecho da argumentação do estudante 8 B-17

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
<b>8 B-17</b>	Mas é preciso tomar cuidado, porque o uso de plásticos na produção dessa carne pode causar contaminação e interferir no Sistema Hormonal das pessoas.	Raciocínio lógico. Raciocínio proporcional. Levantamento de hipóteses.

Fonte: Construção própria.

Nesse fragmento podemos identificar três indicadores da AC: o raciocínio lógico, pela comunicação estruturada e coerente das suas ideias; o raciocínio proporcional, ao relacionar

variáveis e a interdependência que podem existir entre elas; e o levantamento de hipóteses, ao alçar suposições sobre o tema.

Outros indícios da AC foram evidenciados na fala do estudante 8 B-14, ao comentar sua pesquisa sobre raças de cães feitas em laboratório. O Quadro 26 apresenta a transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-14 durante a apresentação da sua pesquisa sobre raças de cães feitas em laboratório.

**Quadro 26** - Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-14 durante a apresentação da sua pesquisa sobre raças de cães feitas em laboratório.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>
<b>8 B-14</b>	O meu tema é sobre raças de cães feitas em laboratório. Criar raças em laboratório foi um grande avanço para a Ciência. Eles foram criados pela Engenharia Genética com a manipulação de genes pra selecionar características únicas.

Fonte: Construção própria.

Em seguida, o estudante 8 B-14 defendeu a pertinência do tema da sua pesquisa associando-o à abordagem CTSA. O Quadro 27 apresenta a transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-14 em defesa da sua pesquisa.

**Quadro 27** - Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-14 em defesa da sua pesquisa sobre raças de cães feitas em laboratório.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
<b>8 B-14</b>	O meu tema está coerente porque relaciona a reprodução à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Os cães de laboratório são o resultado do avanço da biotecnologia e foram feitos através de cruzamentos direcionados.	Raciocínio lógico. Raciocínio proporcional. Explicação.

Fonte: Construção própria.

Nesse fragmento de fala observamos três indicadores da AC: raciocínio lógico, através da comunicação lógica e clara da informação; raciocínio proporcional, ao relacionar variáveis considerando a interdependência entre elas; explicação, ao justificar o tema apresentado.

Na sequência de sua fala, o estudante 8 B-14 ainda fez uma argumentação. O Quadro 28 apresenta a transcrição de um trecho da argumentação do estudante 8 B-14.

**Quadro 28** - Transcrição de um trecho da argumentação do estudante 8 B-14 sobre raças de cães feitas em laboratório.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
<b>8 B-14</b>	Mas esses animais foram prejudicados pela alteração dos seus genes e podem precisar de cuidados especiais.	Raciocínio lógico. Raciocínio proporcional. Levantamento de hipóteses.

Fonte: Construção própria.

Nesse fragmento podemos identificar três indicadores da AC: o raciocínio lógico, pela comunicação estruturada e coerente das suas ideias; o raciocínio proporcional, ao relacionar variáveis e a interdependência que podem existir entre elas; e o levantamento de hipóteses, ao alçar suposições sobre o tema.

Apresentamos ainda uma análise da fala do estudante 8 B-18, que apresentou sua pesquisa sobre a reprodução assistida na agricultura. O Quadro 29 apresenta a transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-18 durante a apresentação da sua pesquisa sobre a reprodução assistida na agricultura.

**Quadro 29** – Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-18 durante a apresentação da sua pesquisa sobre a reprodução assistida na agricultura.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>
<b>8 B-18</b>	O meu tema é sobre a reprodução assistida na agricultura. Através da engenharia genética os agricultores estão melhorando a qualidade dos alimentos, aumentando a resistência e a produtividade deles.

Fonte: Construção própria.

Em seguida, o estudante 8 B-18 defendeu a pertinência do tema da sua pesquisa associando-o à abordagem CTSA. O Quadro 30 apresenta a transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-18 em defesa da sua pesquisa.

**Quadro 30** - Transcrição de um trecho da fala do estudante 8 B-18 em defesa da sua pesquisa sobre a reprodução assistida na agricultura.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
<b>8 B-18</b>	O meu tema tem tudo a ver com a reprodução relacionada à CTSA porque na natureza as plantas usam mecanismos para se reproduzir. E os cientistas estão fazendo esses	Seriação. Organização de informações. Classificação de informações. Raciocínio lógico. Raciocínio proporcional.

	mecanismos artificialmente usando a Tecnologia.	
--	---	--

Fonte: Construção própria.

Nesse fragmento podemos identificar cinco indicadores da AC: seriação, ao listar dados; organização de informações, ao descrever os fatos pesquisados; e classificação de informações, ao relacionar os fatos relatados às suas características e funcionalidades; raciocínio lógico, pela comunicação estruturada e coerente das suas ideias; o raciocínio proporcional, ao relacionar variáveis e a interdependência que podem existir entre elas.

Na sequência de sua fala, o estudante 8 B-18 ainda fez uma argumentação. O Quadro 31 apresenta a transcrição de um trecho da argumentação do estudante 8 B-18.

**Quadro 31** - Transcrição de um trecho da argumentação do estudante 8 B-18 sobre a reprodução assistida na agricultura.

<b>Participantes</b>	<b>Interações</b>	<b>Indicadores</b>
<b>8 B-18</b>	Mas isso causa impactos ambientais. E tem também a questão da ética, se não tiver ética e leis os agricultores menores não vão poder usar esses benefícios.	Raciocínio lógico. Raciocínio proporcional. Levantamento de hipóteses. Justificativa. Previsão.

Fonte: Construção própria.

Nesse fragmento podemos identificar cinco indicadores da AC: raciocínio lógico, através da comunicação lógica e clara da informação; raciocínio proporcional, ao relacionar variáveis considerando a interdependência entre elas; levantamento de hipótese, ao supor um acontecimento; justificativa, ao buscar garantia para sua afirmação; previsão, ao prever um acontecimento com base na hipótese levantada.

Conforme já mencionado, a análise apresentada refere-se aos episódios de fala de alguns estudantes da turma 8 B durante a apresentação das pesquisas que demonstravam a aplicação prática do conhecimento. O Quadro 32 exhibe a quantidade de indicadores de AC evidenciados na fala de todos os estudantes participantes da pesquisa, durante a apresentação das pesquisas sobre temas que abordavam os Mecanismos Reprodutivos associados à CTSA.

**Quadro 32** - Quantidade de indicadores de AC evidenciados nas falas de todos os estudantes participantes da pesquisa, durante a apresentação das pesquisas sobre temas que abordem os Mecanismos Reprodutivos associados à CTSA.

<b>Indicadores</b>	<b>Quantidade</b>
--------------------	-------------------

<b>Trabalho com dados obtidos em uma investigação</b>	Seriação	28
	Organização	39
	Classificação	21
<b>Estruturação do pensamento</b>	Raciocínio lógico	18
	Raciocínio proporcional	18
<b>Entendimento da situação analisada</b>	Levantamento de hipóteses	09
	Teste de hipóteses	06
	Justificativa	09
	Previsão	08
	Explicação	09
	<b>TOTAL</b>	<b>165</b>

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008).

Ao comparar a quantidade de indicadores da AC identificados nas interações discursivas da atividade “Ideias com Café” (Quadro 21) com a quantidade de indicadores identificados nas apresentações das pesquisas dos estudantes (Quadro 32), observamos um aumento expressivo de 34%, passando de 123 para 165 indicadores.

Em ambas as atividades, os indicadores da AC foram evidenciados por meio da exposição verbal. A análise comparativa dos resultados revelou que os indicadores relacionados ao trabalho com dados obtidos em uma investigação aumentaram em 10%, de 80 para 88. Os indicadores relacionados à estruturação do pensamento aumentaram aproximadamente 177%, passando de 13 para 36. Já os indicadores relacionados ao entendimento da situação analisada cresceram cerca de 37%, de 30 para 41. Essa análise permite inferir uma melhora significativa nos indicadores relacionados à estruturação do pensamento e ao entendimento da situação analisada.

Esses números apontam uma AC em desenvolvimento e corroboram com a ideia de que os Eixos estruturantes da AC, propostos por Sasseron e Carvalho (2008), dialogam com as etapas da SEI, propostas por Carvalho (2013), enquanto ferramentas norteadoras da elaboração de atividades investigativas que visam o desenvolvimento da AC, na perspectiva do Ensino de Ciências como prática social capaz de instrumentalizar os estudantes para a solução de problemas do seu cotidiano.

Neste contexto, durante a elaboração das atividades da SEI, os eixos estruturantes da AC podem orientar um equilíbrio entre os objetivos das atividades, garantindo o caráter investigativo. Métodos de ensino tradicionais tendem a priorizar a aprendizagem conceitual facilitada pelo primeiro eixo, negligenciando o desenvolvimento de habilidades relacionadas à compreensão da natureza da ciência e à aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Por outro lado, as atividades investigativas integram e articulam os três eixos (Silva; Sasseron, 2021), considerando aspectos relacionados à estrutura da investigação, incluindo etapas cruciais do raciocínio científico e da comunicação das novas informações pelos estudantes (Zompêro; Laburú, 2011).

Contudo, é importante ressaltar que o viés investigativo das atividades depende do fazer pedagógico do professor e de sua intencionalidade. Cabe ao professor orientar a investigação, utilizando de forma construtiva o conhecimento prévio dos estudantes, incentivando a formulação de hipóteses, promovendo a busca de dados, facilitando discussões em pequenos grupos ou na turma toda, encorajando a consideração de pontos de vista alternativos, ajudando a conectar as ideias dos estudantes com conhecimentos cientificamente aceitos e orientando atividades nas quais eles reconhecem as razões de seus procedimentos (Cardoso; Scarpa, 2018).

### **5.5 Validação dos *folders* - Aula 10**

A professora-pesquisadora iniciou a aula informando os estudantes que eles fariam a avaliação dos *folders* produzidos anteriormente, e que cada um deles avaliaria e seria avaliado por um colega. Em seguida, foram estabelecidos os critérios de avaliação: criatividade, conteúdo e organização.

Ela também orientou os estudantes sobre a importância da elegância, ética e respeito ao fazer críticas sobre o trabalho dos colegas, apresentando exemplos de comunicação não agressiva para ilustrar esses pontos. Após esse momento, cada estudante recebeu um *folder* e uma folha A4 (em branco). Na folha os estudantes registraram: o nome do avaliado e do avaliador; as considerações do avaliador, apontando os pontos positivos e negativos observados no trabalho; e as sugestões de melhoria.

O objetivo desta aula foi favorecer o desenvolvimento da compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que a envolvem, o segundo eixo estruturante da AC, através da vivência de uma situação de avaliação e validação do conhecimento produzido pelos colegas; ajudando-os a perceber que as construções científicas são um esforço coletivo (Silva; Sasseron, 2021).

Selecionamos a turma 8 D para descrevermos os registros escritos desta atividade porque, dentro do critério de favorecimento de turmas diferentes, essa turma ainda não teve seus dados descritos. O Quadro 33 apresenta alguns trechos das considerações feitas pelos estudantes da turma 8 D durante a avaliação dos *folders*.

**Quadro 33** – Alguns trechos das considerações feitas pelos estudantes da turma 8 D durante a avaliação dos *folders*.

Estudante	Considerações
8 D-29	Folder bem completo com diversos exemplos e ilustrações. Aproveitou bem os espaços. Colocou os assuntos importantes. A capa foi bem elaborada. Todas as informações estão coerentes. Porém, apesar de ter aproveitado os espaços, os títulos poderiam ser menores.
8 D-30	O conteúdo foi bem explicado, de forma clara e objetiva, entretanto houve erro na escrita. Algumas palavras estavam incompreensíveis e a organização não foi bem trabalhada. Sugiro se atentar à caligrafia, buscar corrigir erros ortográficos, trabalhar melhor a estética e a organização.
8 D-31	Observa-se que foi feito com esforço e dedicação. As ilustrações foram autoexplicativas. Faltou explicar e dar exemplos da reprodução assexuada. Faltou cuidado ao conteúdo e tópicos explicando os tipos de reprodução. A organização ficou confusa em algumas partes.
8 D-32	Ficou muito bem organizado e explicado, mas faltou explorar o assunto. Sugiro que ao invés de usar “homem e mulher” use “macho e fêmea”, pois o assunto não se trata apenas da espécie humana. E também apresentar mais detalhes, ficou muito resumido.
8 D-33	Achei muito interessante a repartição do <i>folder</i> , os assuntos foram escalados de uma maneira organizada e soube trabalhá-los muito bem, os resumiu de maneira explícita e usou um vocabulário compreensível, mas dentro dos padrões formais da língua Portuguesa. Soube introduzir o assunto e dar um bom desfecho. Fez uma retomada detalhada, mas ficou bom de se ler e não enjoativo. Ficou ótimo!
8 D-34	Usou pouco a criatividade e as cores. Faltaram explicações, não deu para entender tudo que estava tentando dizer. Podia ter aprofundado mais no assunto. Houveram alguns erros gramaticais, faltou pontuação e acentos. A letra é bonita e legível. Escolheu bem os tópicos, mas resumiu demais. Precisava de mais texto.
8 D-35	Está bem organizado, mas fraco em conteúdo e faltaram exemplos de reprodução assexuada. A capa não ficou muito boa, podia ter mais informações.

Fonte: Construção própria.

A análise das considerações feitas pelos estudantes revelou muita maturidade e comprometimento durante a atividade, cumprindo perfeitamente os critérios estabelecidos e sendo até mais rigorosos com os colegas do que a própria professora-pesquisadora seria. Eles demonstraram muito respeito e cuidado nas palavras e teceram críticas construtivas, sem deixar de elogiar os pontos positivos. Foi interessante notar que eles não se atentaram apenas à apresentação estética dos *folders*, mas também ao seu conteúdo.

Para avaliar o trabalho dos colegas, os estudantes precisaram comunicar suas ideias por escrito, uma etapa da SEI chamada sistematização individual (Carvalho, 2013). Além disso, para sustentar seus argumentos, eles precisaram comparar as ideias expostas pelos colegas com as suas próprias. Ao tentar tornar suas ideias compreensíveis para os outros e justificar um

ponto de vista usando evidências, os estudantes examinam suas ideias criticamente, o que ressalta a importância da comunicação em sala de aula (Borda Carulla, 2012).

Além da comunicação, outro processo que pode ocorrer durante ou ao final da investigação é a reflexão, definida como o processo de descrever, criticar, avaliar e discutir a investigação (Pedaste *et al.*, 2015). Tarefas complexas, como as envolvidas na investigação, exigem que os aprendizes acompanhem seu próprio progresso por meio de recursos cognitivos que permitam a checagem e correção de erros, quando necessário (Deboer, 2006).

A reflexão é necessária para que os estudantes compreendam a natureza do trabalho científico em que estão engajados (Flick; Lederman, 2006). Essa ideia se alinha aos objetivos do segundo eixo estruturante da AC, que destaca o reconhecimento das ciências como um campo em constante transformação. Haja vista que, as atividades científicas se baseiam em processos de aquisição e análise de dados, síntese e interpretação de resultados, permitindo aos estudantes perceberem que as construções científicas são frutos de uma atividade social.

Além disso, observamos a manifestação de alguns indicadores da AC, tais como: a seriação, ao listarem na avaliação os dados apresentados no *folder*; a organização de informações, quando descreveram o *folder* avaliado e relacionaram as informações nele contidas com aquelas trabalhadas durante a SEI; a classificação de informações, ao apresentarem suas considerações elencando pontos positivos, negativos e dando sugestões; o raciocínio lógico, ao comunicarem suas ideias de forma estruturada e coerente; o raciocínio proporcional, ao estabelecerem interdependência entre as informações elencadas no *folder* apontado sugestões de melhoria; o levantamento de hipótese, ao suporem esforço e dedicação do colega na execução da atividade; a justificativa, ao apresentarem o porquê de suas considerações; e a explicação, ao argumentarem suas colocações (Sasseron; Carvalho, 2008).

Conforme mencionado, a análise apresentada refere-se aos registros escritos dos estudantes participantes da pesquisa da turma 8 D, referente à atividade de avaliação dos *folders* produzidos na aula seis. O Quadro 34 exibe a quantidade de indicadores de AC evidenciados na produção escrita de todos os estudantes participantes da pesquisa, na atividade de avaliação dos *folders*.

**Quadro 34** - Quantidade de indicadores de AC evidenciados na produção escrita de todos os estudantes participantes da pesquisa, na atividade de avaliação dos *folders*.

Indicadores		Quantidade
Trabalho com dados obtidos em uma investigação	Seriação	31
	Organização	46
	Classificação	24

<b>Estruturação do pensamento</b>	Raciocínio lógico	23
	Raciocínio proporcional	25
<b>Entendimento da situação analisada</b>	Levantamento de hipóteses	10
	Teste de hipóteses	06
	Justificativa	12
	Previsão	12
	Explicação	16
	<b>TOTAL</b>	<b>205</b>

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008).

Ao comparar a quantidade de indicadores da AC identificados nas apresentações das pesquisas sobre temas que abordavam os Mecanismos Reprodutivos associados à CTSA (Quadro 32), com a quantidade de indicadores identificados nas avaliações escritas dos *folders* (Quadro 34), observamos um aumento de aproximadamente 24%, passando de 165 para 205 indicadores.

A análise comparativa dos resultados mostrou que os indicadores relacionados ao trabalho com dados obtidos em uma investigação aumentaram cerca de 15%, de 88 para 101. Os indicadores de estruturação do pensamento subiram aproximadamente 33%, de 36 para 48. Já os indicadores de entendimento da situação analisada cresceram cerca de 37%, de 41 para 56. Essa análise indica um crescimento moderado entre os três grupos de indicadores. Destacamos, no entanto, que se trata de atividades com dinâmicas distintas: uma focou no desenvolvimento da habilidade de comunicação verbal, enquanto a outra se concentrou na comunicação escrita.

Isso nos chamou a atenção para os resultados anteriores, nos quais comparamos as interações discursivas da atividade “ideias com café” (comunicação verbal) e a produção de textos (comunicação escrita). Naquela ocasião, os dados mostraram que, na linguagem verbal, os estudantes apresentavam melhor os indicadores relacionados ao trabalho com os dados obtidos na pesquisa, enquanto na linguagem escrita, os indicadores de estruturação do pensamento e entendimento da situação analisada eram mais evidentes. Assim, percebemos que durante a SEI, à medida que as atividades se interligavam e alternavam entre momentos de manipulação de materiais e sistematização coletiva/individual, houve um avanço na habilidade de comunicação do conhecimento, com um maior equilíbrio entre a linguagem verbal e escrita.

Segundo Sasseron (2008), é crucial que o professor alterne continuamente entre os modos de comunicação durante as aulas, oportunizando atividades nas quais os estudantes possam falar, escrever, desenhar e interagir com objetos e materiais. Isso facilitará a

transposição do conhecimento concreto para construções abstratas que explicam as situações, ajudando os estudantes a criarem melhores representações do mundo.

### **5.6 Mapa mental e produção de texto (Instrumento final) - Aula 11**

A professora-pesquisadora iniciou a aula retomando a pergunta de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Em seguida, ela perguntou aos estudantes: “Na concepção de vocês, houve uma melhora no repertório de termos científicos?” Os estudantes responderam que sim. Então, ela continuou: “hoje vocês se veem mais habilitados para falar sobre o assunto “Reprodução”? Eles responderam que sim.

Após esse momento, a professora-pesquisadora entregou uma folha A4 (em branco) e uma folha própria para produção de texto e propôs aos estudantes a produção de um mapa mental, na folha em branco. Logo após, eles deveriam produzir um texto, relacionando todas as ideias registradas como forma de responder à pergunta de pesquisa. Os materiais produzidos foram recolhidos no final da aula como fonte de dados.

O objetivo desta aula foi gerar dados comparativos para avaliar as contribuições da SEI na promoção da AC dos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental. Ao elaborar o texto, os estudantes mostraram não apenas a habilidade de comunicar suas ideias, mas também sua compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, assim como a natureza da ciência e os fatores éticos e políticos que a envolvem, que correspondem aos três Eixos estruturantes da AC (Sasseron; Carvalho, 2008).

Como já mencionado anteriormente, o mapa mental não foi proposto como instrumento de avaliação, mas como uma técnica para ajudar os estudantes a planejar e organizar suas ideias para uma escrita mais eficiente. Como ferramenta pedagógica, o mapa mental é eficaz para facilitar a compreensão dos estudantes e pode ser utilizado de várias maneiras. Na habilidade de escrever, por exemplo, ajuda na produção de textos, que exige leitura, compreensão e interpretação, além de registrar pensamentos. A utilização dos mapas mentais promove a aprendizagem ativa e autorregula o processo metacognitivo, motivando os estudantes (Zandomenghi; Gobbo; Bonfiglio, 2015).

Assim, esta ferramenta pode ser usada por educadores em qualquer nível como um auxiliar pedagógico, sendo flexível para diferentes formas de ensino-aprendizagem. Outra vantagem destacada pela literatura é que os mapas mentais funcionam como uma ferramenta de autorregulação, promovendo a reflexão e a interação com a informação, resultando na

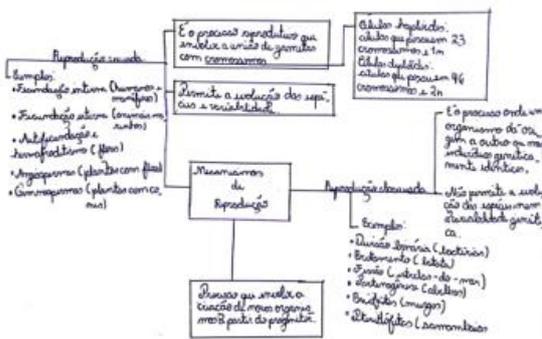
produção de conhecimento (Zandomeneghi; Gobbo; Bonfiglio, 2015).

Diante disso, o mapa mental surge como uma alternativa às formas tradicionais de ensino e aprendizagem, que alguns estudantes consideram difíceis de dominar. É uma opção viável para aqueles que enfrentam desafios na escrita e nas habilidades expressivas verbais (Peterson; Snyder, 1998).

A Figura 19 apresenta algumas amostras dos mapas mentais produzidos pelos estudantes. Para fins de comparação, foram selecionados os mesmos estudantes cujos mapas foram apresentados anteriormente (na Figura 7), identificados como: 8A-01, 8B-17, 8C-25 e 8D-35.

**Figura 19 - Instrumento final - Mapas mentais produzidos pelos estudantes 8A-01, 8B-17, 8C-25 e 8D-35.**

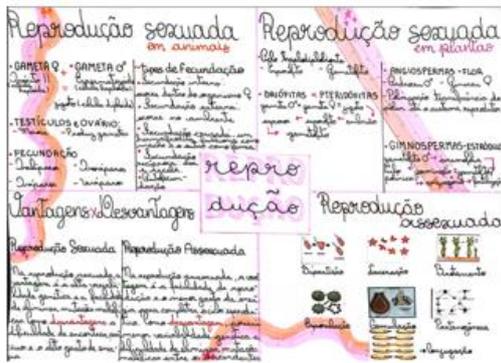
Mapa mental produzido pelo estudante 8 A-01



Mapa mental produzido pelo estudante 8 B-17



Mapa mental produzido pelo estudante 8 C-25



Mapa mental produzido pelo estudante 8 D-35



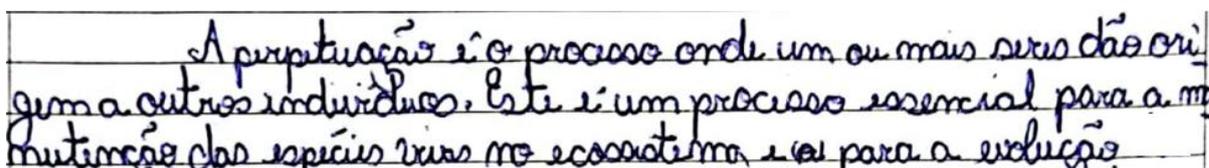
Fonte: Construção própria, a partir das elaborações dos estudantes 8 A-01, 8 B-17, 8 C-25 e 8 D-35.

Ao comparar o segundo mapa mental com o primeiro, nota-se uma ampliação no repertório dos estudantes, evidenciada pelo maior número de termos científicos relacionados ao

tema estudado. No entanto, é perceptível que alguns alunos ainda não dominam completamente a técnica, apresentando dificuldades na seleção de palavras-chave representativas das ideias, preferindo fazer descrições breves das informações.

A partir do mapa mental, os estudantes estruturaram um texto. A seguir apresentamos alguns fragmentos dos textos produzidos pelos estudantes 8A-01, 8B-17, 8C-25 e 8D-35, a partir dos mapas mentais supramencionados, para os quais teceremos uma análise fundamentada nos indicadores da Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008). A Figura 20 apresenta um fragmento do texto produzido pelo estudante 8 A-01.

**Figura 20** - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 A-01, a partir do mapa mental.

A photograph of a handwritten text fragment on lined paper. The text is written in cursive and reads: "A perpetuação é o processo onde um ou mais seres dão origem a outros indivíduos. Este é um processo essencial para a manutenção das espécies vivos no ecossistema e vai para a evolução." The text is written across four lines of the paper.

Fonte: Texto produzido pelo estudante 8 A-01.

No fragmento apresentado, o estudante mencionou a perpetuação dos organismos. A análise do trecho indica que ele definiu corretamente o termo "perpetuação", e o relacionou à manutenção das espécies. Além disso, o estudante utilizou termos científicos de maneira adequada, manteve coerência com a pergunta de pesquisa e mostrou habilidade em organizar informações ao destacar a possibilidade de reprodução a partir de um único ser vivo. Isso demonstra seu conhecimento sobre autofecundação e reprodução assexuada.

Na análise desse fragmento, identificamos cinco indicadores da AC: organização das informações ao conceituar "perpetuação"; classificação das informações ao atribuir-lhes função; raciocínio lógico ao transmitir suas ideias de forma estruturada e coerente com a pergunta de pesquisa; raciocínio proporcional ao relacionar a reprodução à manutenção das espécies e à evolução, demonstrando a interdependência entre elas; e explicação ao relacionar as informações já apresentadas (Sasseron; Carvalho, 2008).

Damos sequência a nossa análise com o texto de outro estudante. A Figura 21 apresenta um fragmento do texto produzido pelo estudante 8 B-17.

**Figura 21** - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 B-17, a partir do mapa mental.

No reprodução assexuada, é quando não há o envolvimento de gametas. Existem diversos tipos de reprodução assexuada, como partenogênese, brotamento, conjugação, mitose, bipartição, entre outros.

Fonte: Texto produzido pelo estudante 8 B-17.

Nesse fragmento, o estudante aborda os mecanismos envolvidos no processo de reprodução. Observamos o uso correto de termos científicos, como gametas, partenogênese, brotamento, conjugação, mitose e bipartição, para conceituar e/ou classificar os tipos de reprodução assexuada. Além disso, identificamos cinco indicadores da AC: explicação ao conceituar a reprodução assexuada; seriação ao enumerar seus tipos; organização das informações ao articular os dados coletados na pesquisa; raciocínio lógico ao transmitir suas ideias de forma estruturada e coerente com a pergunta de pesquisa; e raciocínio proporcional ao relacionar a reprodução assexuada aos seus diversos tipos (Sasseron; Carvalho, 2008).

Seguimos a nossa análise apresentando na Figura 22 um fragmento do texto produzido pelo estudante 8 C-25.

**Figura 22** - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 C-25, a partir do mapa mental.

Primeiramente, descreve-se que a reprodução sexuada ocorre a partir da junção de um gameta masculino e de um gameta feminino (células haploides), mesclando, logo, o material genético presente no núcleo de cada um deles. Dessa forma, essa fecundação dará origem a uma célula diplóide denominada zigoto que, por meio da mitose, irá se desenvolver.

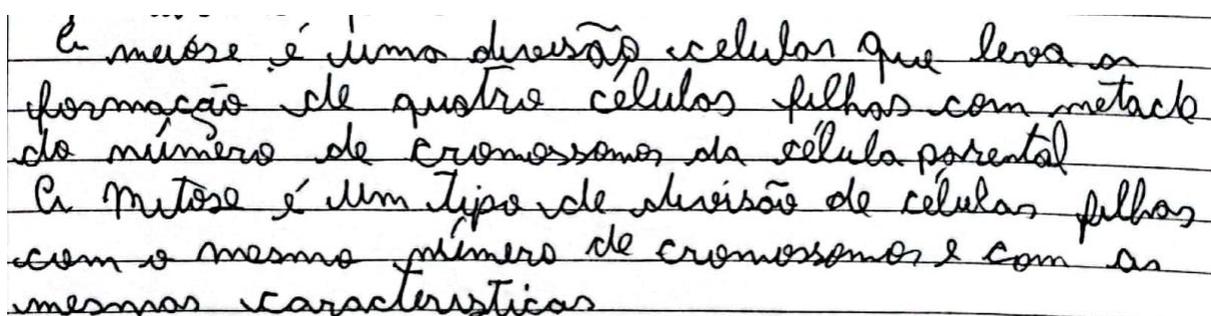
Fonte: Texto produzido pelo estudante 8 C-25.

No fragmento apresentado, o estudante se referiu às estruturas envolvidas no processo de reprodução. A análise revela o uso correto dos termos científicos: reprodução sexuada, gameta masculino e feminino, células haploides e diploides, material genético, núcleo, fecundação, zigoto e mitose, para conceituar e descrever a reprodução sexuada. Além de definir a reprodução sexuada, o estudante também destacou uma condição essencial: "a junção de gametas".

No texto do estudante 8 C-25, identificamos cinco indicadores da AC: explicação, ao conceituar e descrever a reprodução sexuada; seriação, ao apresentar dados relativos à reprodução sexuada; organização das informações, ao articular os dados levantados na pesquisa; raciocínio lógico, ao transmitir suas ideias de forma estruturada e coerente com a pergunta de pesquisa; e raciocínio proporcional, ao relacionar a reprodução sexuada às informações apresentadas, ilustrando a interdependência entre elas (Sasseron; Carvalho, 2008).

Por fim, analisaremos um fragmento do texto produzido pelo estudante 8 D-35, apresentado na Figura 23.

**Figura 23** - Fragmento do texto produzido pelo estudante 8 D-35, a partir do mapa mental.



A meiose é uma divisão celular que leva a formação de quatro células filhas com metade do número de cromossomos da célula parental. A mitose é um tipo de divisão de células filhas com o mesmo número de cromossomos e com as mesmas características.

Fonte: Texto produzido pelo estudante 8 D-35.

No fragmento apresentado, o estudante se referiu aos mecanismos envolvidos no processo de reprodução. Ao listar os termos meiose, divisão celular, células filhas, cromossomos, célula parental e mitose, o estudante utilizou corretamente termos científicos em consonância com a pergunta de pesquisa. Além disso, identificamos cinco indicadores da AC nesse trecho: explicação, ao conceituar e descrever meiose e mitose, diferenciando-as; seriação, ao apresentar dados relativos à mitose e meiose; organização das informações, ao articular os dados levantados na pesquisa; raciocínio lógico, ao transmitir suas ideias de forma estruturada e coerente com a pergunta de pesquisa; e raciocínio proporcional, ao relacionar mitose e meiose às informações apresentadas (Sasseron; Carvalho, 2008).

Analisando de igual forma os textos produzidos pelos demais participantes da pesquisa foi possível identificar em cada um deles os indicadores da AC. O Quadro 35 exibe a quantidade de indicadores da AC evidenciados em todos os textos.

**Quadro 35** - Quantidade de indicadores da AC evidenciados em todos os textos produzidos.

Indicadores		Quantidade
	Seriação	44

<b>Trabalho com dados obtidos em uma investigação</b>	Organização	51
	Classificação	30
<b>Estruturação do pensamento</b>	Raciocínio lógico	67
	Raciocínio proporcional	59
<b>Entendimento da situação analisada</b>	Levantamento de hipóteses	00
	Teste de hipóteses	00
	Justificativa	00
	Previsão	00
	Explicação	73
	<b>TOTAL</b>	<b>324</b>

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008).

Comparando a quantidade de indicadores da AC identificados nos textos produzidos no início da SEI (levantamento de conhecimentos prévios), conforme apresentado no Quadro 15, com os identificados na produção de texto do instrumento final, observamos um aumento de 71 para 324 indicadores da AC, representando um crescimento de aproximadamente 356%.

A análise comparativa dos resultados revelou um aumento significativo nos indicadores relacionados ao trabalho com dados obtidos em uma investigação, com um incremento de cerca de 198%, passando de 42 para 125. Os indicadores associados à estruturação do pensamento tiveram um aumento expressivo de 1300%, indo de 9 para 126. Além disso, os indicadores relacionados ao entendimento da situação analisada aumentaram em 265%, de 20 para 73.

Essa análise revela uma melhora substancial em todos os indicadores, refletindo o desenvolvimento das habilidades propostas pelos três Eixos estruturantes da AC. Houve um aumento nos índices relacionados ao uso correto de termos científicos, conforme o primeiro eixo, e na comunicação do conhecimento e compreensão de sua aplicação no cotidiano, conforme o segundo e terceiro eixos (Sasseron; Carvalho, 2008).

Os indicadores de levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa e previsão não foram identificados nos textos finais. Acreditamos que essa ausência não se deve à falta de habilidade dos estudantes, já que esses indicadores foram demonstrados em outras atividades, mas sim à coerência dos estudantes com a pergunta de pesquisa. Reconhecendo a pergunta de pesquisa como o tema central do texto e utilizando as atividades da SEI como base, os estudantes se dedicaram a apresentar os dados da pesquisa e a relacioná-los para embasar suas explicações sobre o tema estudado.

Considerando que para a produção do texto final os estudantes não tiveram nenhum texto motivador ou fonte de consulta, tendo que buscar apenas os seus conhecimentos construídos, entendemos que as atividades da SEI favoreceram uma Aprendizagem Significativa. Haja vista que os estudantes foram capazes de lembrar as situações vivenciadas,

bem como os conceitos e significados construídos.

Esse resultado está em consonância com o objetivo desta pesquisa, que é promover a Alfabetização Científica dos estudantes utilizando a SEI como ferramenta indutora de situações favoráveis à construção do conhecimento para consolidação de uma Aprendizagem Significativa.

Esse conhecimento é adquirido por meio da interação com o objeto de estudo, caracterizado não pelo distanciamento, mas por interações que crescem e se transformam continuamente (Pimenta, 2011). “Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva” (Moreira, 2012).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Iniciamos nossas considerações retomando as inquietações que nos motivaram até aqui. Nosso objetivo foi pesquisar e relacionar os pressupostos, princípios teóricos e metodológicos do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) e da Aprendizagem Significativa (AS) de David Ausubel. Amparados por esses referenciais, nos propusemos a identificar como o EnCI e a AS podem contribuir para a promoção da Alfabetização Científica (AC) dos estudantes do Ensino Fundamental, o segundo objetivo dessa pesquisa. Para alcançar esses objetivos utilizamos como ferramenta uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

Ao analisar esses referenciais teóricos percebemos que essas abordagens não estão vinculadas a nenhum conteúdo ou método de ensino-aprendizagem, mas sim à intencionalidade do professor; e que, fundamentados no construtivismo, tanto o EnCI quanto a AS enfatiza o papel mediador do professor e a importância da linguagem nos processos de negociação dos significados para a construção do conhecimento. O EnCI utiliza os conhecimentos prévios como ponto de partida, promove a participação ativa, estimula a predisposição para aprender e favorece a aprendizagem gradual, aspectos fundamentais da teoria ausubeliana. Nessa perspectiva, o EnCI e a AS podem promover a AC dos estudantes, conforme demonstrado nas análises apresentadas nesta dissertação.

A Alfabetização Científica (AC) almejada fundamenta-se na ideia de que as instituições educacionais, especialmente as escolas, podem servir como veículos para a construção de uma sociedade mais humanizada. É essencial que as abordagens de ensino alcancem o objetivo de possibilitar avanços no conhecimento dos estudantes, capacitando-os com informações que os

empoderem a tomar decisões conscientes em diferentes níveis de complexidade, utilizando saberes científicos.

Com base nas análises apresentadas, consideramos que o objetivo desta pesquisa foi alcançado de forma satisfatória. Haja vista que, os estudantes demonstraram avanços significativos em relação aos seus conhecimentos iniciais. Além disso, durante a SEI, observamos uma melhora no domínio dos termos e conceitos científicos, bem como no desenvolvimento de habilidades cognitivas mais profundas, como o estabelecimento de relações entre variáveis interdependentes e a capacidade de comunicar suas ideias de forma clara e coerente com o contexto apresentado.

Observamos, ainda, um avanço expressivo nos indicadores de AC, bem como na capacidade dos estudantes de expressar suas ideias na linguagem verbal e escrita. Isso nos permite concluir que a SEI contribuiu para a construção de uma perspectiva mais científica entre os estudantes. No entanto, vale ressaltar que, para garantir o desenvolvimento das habilidades preconizadas nos Eixos estruturantes da AC, é necessário que o professor promova discussões que incentivem os estudantes a exporem verbalmente os conceitos científicos trabalhados, como esses foram desenvolvidos e suas consequências na sociedade.

No entanto, não pretendemos romantizar o EnCI, pois trabalhar com a abordagem investigativa não é uma tarefa fácil. Ela exige disposição, tempo, planejamento e colaboração com o grupo gestor e a comunidade escolar. A participação ativa dos estudantes pode gerar muita agitação e barulho, e seu protagonismo desloca o professor da posição de mero transmissor de conhecimento. Esse cenário pode, por vezes, dar a impressão de indisciplina e inversão de papéis.

Porém, como forma de amenizar as dificuldades relacionadas à demanda de tempo apresentamos como produto dessa dissertação uma Sequência de Ensino Investigativa, com atividades e modelos validados em situação real de ensino, que podem ser adaptados a qualquer componente curricular ou conteúdo. A referida SEI foi planejada em observância ao DC-GO Ampliado e abrange o objeto do conhecimento “Mecanismos Reprodutivos”. Com um sólido embasamento teórico, essa pesquisa contribui para a literatura existente sobre Alfabetização Científica, Ensino de Ciências por Investigação e a Aprendizagem Significativa, mostrando-se capaz de impactar a educação escolar e influenciar práticas pedagógicas futuras.

## **7 REFERÊNCIAS**

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. **Psicologia cognitiva**. Tradução de: Eva Nick, 2 ed. Rio de Janeiro: Editora interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt Rinehart and Winston, 1988.

BORDA, C. S. **Tools for Enhancing Inquiry in Science Education**. Montrouge, France: ibonacci Project, 2012.

CARDOSO, M.J.C; SCARPA, D.L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Rev. Bras. de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.18, n.3, p. 1025-1059, dez, 2018.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas- (SEI). In: LONGUINI, M. D. (Org.). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: MG: EDUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p.1-20, 2013.

CARVALHO, N. P. A. **Horta escolar: contribuições da interdisciplinaridade e de atividades investigativas para a alfabetização científica**, 128p. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2016.

DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In: FLICK, L. B; LEDERMAN, N. G. (Eds.) **Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education**. Dordrecht, Netherlands: Springer, p. 17-35, 2006

ERDURAN, S; DAGHER, Z. R. **Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education**. Springer Netherlands, 2014.

FLICK, L. B; LEDERMAN, N. G. Introduction. In: FLICK, L. B; LEDERMAN, N. G. (Eds.) **Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education**. Dordrecht, Netherlands: Springer, p. 9-16, 2006.

FRANCO, M. A. O *et al*. Jogos como ferramenta para favorecer a aprendizagem. In: **V Conedu Congresso Nacional de Educação**. 2018.

GIL-PÉREZ, D. *et al*. ¿Puede hablarse de consenso Constructivista en la educación Científica? **Enseñanza de las Ciencias**. v.17, n.3, p.503-12, 1999.

GOIÁS. **Documento Curricular para Goiás – Ampliado**. Secretaria de Estado da Educação, 2019. Disponível em:  
<https://site.educacao.go.gov.br/files/documentos/PEDAGOGICO/Vol%20III%20Anos%20Finais.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2022.

GOMES, R. A Análise de dados em pesquisa qualitativa. In: MINAYO, M. C. S (Org.). **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 21 ed. Petrópolis: Editora Vozes, p. 67-80, 2002.

GOSSACK-KEENAN, K *et al.* Showing Your Thinking: Using Mind Maps to Understand the Gaps Between Experienced Emergency Physicians and Their Students. **AEM Educ Train**, v. 4, n. 1, p. 54-63, 2019. Disponível em <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6965674/pdf/AET2-4-54.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2024.

LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores**, Paidós, Barcelona, 1997.

MEIHY, J. C. S. B. **Manual de história oral**. 5 ed. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

MOURA, A. B. F; LIMA, M. G. S. B. A reinvenção da roda: roda de conversa, um instrumento metodológico possível. **Interfaces da Educação**, v. 5, n. 15, p. 24-35, 2015.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. **Curriculum, La Laguna**, Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. Grupo GEN, 2013. **E-book**. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637707/>. Acesso em: 30 jul. 2023.

MOREIRA, M. V. C. **Alfabetização científica sobre a degradação dos recursos hídricos por meio do ensino por investigação no ensino médio**. 154p. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2023.

NOVAK, J. D. Constructivismo humano: un consenso emergente. **Enseñanza de las ciencias**. v. 6, n.3 , p. 213-23, 1988.

OLIVEIRA. C. M. A. O que se fala e se escreve nas aulas de Ciências? In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 63-75, 2013.

PEDASTE, M *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**. v. 14, p. 47–61, 2015.

PETERSON, A. R.; SNYDER, P. J. **Using Mind Maps To Teach Social Problems Analysis**, 1998.

PIAGET, J. **Fazer e Compreender**. São Paulo: Melhoramentos, Editora da Universidade de São Paulo, 1978.

PIMENTA, T. B. **O construtivismo e o ensino de História: uma experiência nas séries iniciais do ensino fundamental**. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em História) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

SANTOS, T. D *et al.* O Ensino por Investigação e o processo da aprendizagem na perspectiva de Piaget e Vygotsky: Um Estudo Sobre Os Fungos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 142-164, 2021.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 265p. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação - condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-62, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 22, p. e20073, 2020.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. E. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Revista Tópicos Educacionais**, v. 23, p. 7-27, 2017.

SCARPA, D. L; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de biologia por investigação. **Estudos avançados USP**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 25-41, set/dez, 2018.

SILVA, M; SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, p. e34674, 2021.

SILVA, F. O; NASSER, L. Avaliação Escolar: ressignificando o erro por meio de feedbacks formativos. **Revemop**, Ouro Preto, v. 4, p. 1-19, 2022.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2001.

ZANDOMENEGHI, A. L. A. O; GOBBO, A; BONFIGLIO, S. U. **A utilização do mapa mental como ferramenta facilitadora no desenvolvimento da habilidade da escrita**. 2015.

ZÔMPERO, A.F; LABURÚ, C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, 67-80, 2011.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O(A) seu(sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada “**Perspectivas das práticas investigativas para a promoção da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**”. Meu nome é Rozana Rodrigues da Silva, sou professora do Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás - Gabriel Issa (CEPMG Gabriel Issa) e mestranda na Universidade Estadual de Goiás (UEG), pesquisadora responsável por esta pesquisa. Também faz parte deste estudo a Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se o(a) senhor(a) aceitar que o seu(sua) filho(a) faça parte do estudo, rubrique todas as páginas e assine ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra é da pesquisadora responsável. Esclareço que, em caso de recusa na participação, o(a) seu(sua) filho(a) não será penalizado(a) de forma alguma. Mas se aceitar que ele(a) participe, as dúvidas *sobre a pesquisa* poderão ser esclarecidas pela pesquisadora responsável, via e-mail [rozanarod@hotmail.com](mailto:rozanarod@hotmail.com), presencialmente no endereço profissional (mediante agendamento): Rua Getúlio Vargas, S/N, Vila Nossa Senhora D’Abadia, Anápolis–GO, CEP: 75120-470 (CEPMG Gabriel Issa) e, inclusive, sob forma de ligação a cobrar, acrescentando o número 9090 antes do seguinte contato telefônico: (62) 99871-3243. Ao persistirem as dúvidas *sobre os seus direitos* como participante desta pesquisa, o(a) senhor(a) também poderá fazer contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa** da Universidade Estadual de Goiás (CEP-UEG), por telefone: (62) 3328-1439, funcionamento: 8h às 12h e 13h às 17h, de segunda a sexta-feira. O contato também poderá ser feito pelo e-mail do CEP-UEG: [cep@ueg.br](mailto:cep@ueg.br).

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) que por sua vez é subordinado ao Ministério da Saúde (MS) e é responsável por realizar a análise ética de projetos de pesquisa com seres humanos, sendo aprovado aquele que segue os princípios estabelecidos pelas resoluções, normativas e complementares.

A leitura desse TCLE deve levar aproximadamente 10 minutos. A participação do seu(sua) filho(a) envolverá cerca 10 minutos para a leitura e esclarecimentos de um termo semelhante a este – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Durante a pesquisa seu(sua) filho(a) responderá a dois instrumentos diagnósticos (50 minutos para cada instrumento diagnóstico) e participará da aplicação das Sequências de Ensino Investigativas

(aproximadamente 10 horas, distribuídas durante o ano). Todas essas atividades ocorrerão na escola, no horário de aula, durante algumas das aulas de Ciências, contemplando o conteúdo do bimestre e sendo aplicadas pela pesquisadora, que é a própria professora da turma; sem nenhum custo para os senhores.

### **1. Justificativa, objetivos e procedimentos:**

O projeto intitulado **“Perspectivas das práticas investigativas para a promoção da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental”**, representa uma importante contribuição para educação. O motivo que nos leva a propor esta pesquisa é a necessidade de se promover uma melhoria na Alfabetização Científica da população brasileira, principalmente nos estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, que se encontra em baixo nível. Para isto, objetivamos verificar as contribuições do Ensino por Investigação para a promoção da AC da turma de 8º ano do(a) seu(sua) filho(a), durante este ano de 2023. O Ensino por Investigação é uma abordagem que insere o estudante no meio científico através de atividades lúdicas, dinâmicas e problematizadoras.

Espera-se que a validação do instrumento diagnóstico que será aplicado para a aferição da AC da turma do 8º ano, traga grandes contribuições para outros professores de Ciências, que poderão replicá-lo para mensurar a AC dos seus alunos, facilitando o planejamento e avaliações de intervenções metodológicas condizentes com os resultados obtidos. Quanto às Sequências de Ensino por Investigação (SEIs), já adaptadas ao Documento Curricular para Goiás (DC-GO), desejamos que essas possam favorecer a didática de professores que muitas vezes carecem de tempo para planejamento de aulas diferenciadas.

Para a pesquisa, seu(sua) filho(a) responderá a um instrumento diagnóstico inicial e outro final. As respostas serão utilizadas pela pesquisadora para posterior análise. As perguntas do instrumento diagnóstico inicial são referentes a conhecimentos prévios sobre os conteúdos de Ciências que estudaremos no 8º ano. As respostas serão muito úteis para mensurarmos o nível de Alfabetização Científica em que ele(a) se encontra. Se ao responder os instrumentos diagnósticos, ele(a) sentir desconforto ou não compreender qualquer pergunta, basta levantar a mão e me comunicar que ele(a) será atendido(a) imediatamente; se alguma pergunta lhe causar constrangimento, ele(a) poderá não respondê-la. Para esta primeira fase, utilizaremos uma aula – cerca de 50 minutos para leitura, compreensão, esclarecimento de dúvidas e resposta ao instrumento diagnóstico.

Na segunda fase, seu(sua) filho(a) será convidado(a) a participar de uma sequência de

atividades educativas, que serão realizadas durante algumas das aulas de Ciências da Natureza. Nessas sequências, ele(a) desenvolverá atividades investigativas (SEIs) abordando os conteúdos previstos no DC-GO para o período em questão; não haverá, portanto, interrupção ou atraso em relação ao conteúdo do bimestre. Todas as atividades serão aplicadas por mim, a pesquisadora responsável, que sou também a professora de Ciências da Natureza da turma. Nesta fase interativa, serão obtidos registros fotográficos de nossas atividades. Para a obtenção desses registros, a sua autorização será necessária. Sendo assim, no final deste documento, junto às assinaturas, assine o seu nome dentro do parêntese, na opção da sua escolha.

A última e terceira fase será a aplicação do instrumento diagnóstico final. Este instrumento diagnóstico contemplará os temas abordados nas Sequências Investigativas trabalhadas durante o ano. Por meio dele será feita uma nova análise, para verificarmos se houve melhoria nos níveis de AC da turma do(a) seu(sua) filho(a).

Em qualquer fase da pesquisa, temos benefícios e riscos. Em relação aos benefícios, espera-se alcançar uma elevação do pensamento crítico; a apropriação de habilidades investigativas aplicáveis em outras situações; a interação social com a professora e com os colegas de sala; a prática da fala e da escuta através de rodas de conversas; a compreensão e o respeito aos diferentes pontos de vista e perspectivas sobre os temas; além da descontração através das atividades lúdicas. Sobre os riscos, é possível que seu(sua) filho(a) sinta algum desconforto ou constrangimento com as perguntas dos instrumentos diagnósticos ou com as atividades educativas. Para tanto, como responsável pela pesquisa, me comprometo a tomar todas as medidas cabíveis para reduzir qualquer tipo de desconforto, zelando pela ética e atuando no apoio a cada participante; esclarecendo sempre as dúvidas e retomando os objetivos; de forma que os participantes tenham total compreensão de todos os procedimentos em qualquer fase. Caso persista o desconforto, será garantido ao participante todo o direito de não responder ou participar da atividade proposta, momento no qual lhe será atribuída uma outra atividade regular, contemplando o mesmo objeto de estudo, de acordo com as orientações pedagógicas da escola.

Reafirmamos que seu(sua) filho(a) só participará das atividades educativas se tiver interesse e disponibilidade e que arcaremos com todos os custos relacionados aos materiais utilizados nas atividades. Garantimos o total sigilo e anonimato, o nome do estudante e do seu responsável legal não constará em nenhum documento (exceto nos instrumentos diagnósticos, porém estará codificado e não será divulgado), artigo científico ou apresentação acadêmica. O(a) senhor(a) terá liberdade de se recusar a participação de seu(sua) filho(a) na pesquisa ou poderá retirar o seu consentimento a qualquer momento e não será penalizado(a) por isso. Após

cinco anos, todo o material da pesquisa será descartado, picotado e enviado para reciclagem. Esclarecemos também que os resultados dessa pesquisa se tornarão públicos por meio da publicação de relatórios, artigos, apresentações acadêmicas, sejam os resultados favoráveis ou não. O(a) senhor(a) tem garantido por lei a reparação de danos imediatos ou futuros que sejam ocasionados pela participação nessa pesquisa.

(                    ) Declaro ciência de que os dados coletados do(a) meu(minha) filho(a) podem ser relevantes em pesquisas futuras e, portanto, autorizo a guarda do material em banco de dados.

(                    ) Declaro ciência de que os dados coletados do(a) meu(minha) filho(a) podem ser relevantes em pesquisas futuras, mas não autorizo a guarda do material em banco de dados.

(                    ) Permito a gravação/obtenção da imagem/voz/opinião do(a) meu(minha) filho(a) para fins da pesquisa.

(                    ) Não permito a gravação/obtenção da imagem/voz/opinião do(a) meu(minha) filho(a) para fins da pesquisa.

#### **Em caso de permissão da gravação/obtenção da imagem/voz/opinião:**

(                    ) Permito a divulgação da imagem/voz/opinião do(a) meu(minha) filho(a) nos resultados publicados da pesquisa.

(                    ) Não permito a publicação da minha imagem/voz/opinião do(a) meu(minha) filho(a) nos resultados publicados da pesquisa.

#### **1.1 Declaração do pesquisador responsável:**

Eu, **Rozana Rodrigues da Silva**, portadora do RG: 3538607 - 2ª via PC/GO, pesquisadora responsável por este estudo, esclareço que cumprirei as informações acima citadas e que os seus dados serão tratados com confidencialidade e sigilo. A participação na pesquisa não acarretará custos ao participante, o qual poderá sair do estudo quando quiser, sem qualquer penalização; e em caso de danos diretos e indiretos, imediatos ou tardios decorrentes do estudo, terá direito a assistência e/ou indenização, conforme decisões judiciais que possam suceder. Declaro também que a coleta de dados somente será iniciada após a aprovação do protocolo pelo sistema CEP/CONEP.

#### **1.2 Consentimento do Participante da Pesquisa:**

Eu, \_\_\_\_\_, aceito participar da pesquisa. As pesquisadoras esclareceram minhas dúvidas, entendi quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus riscos, as garantias de confidencialidade, sigilo e assistência. Ficou claro também que a participação do(a) meu(minha) filho(a) é voluntária e isenta de despesas e que poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Anápolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023

---

Assinatura do(a) responsável pelo(a) aluno(a) participante da pesquisa

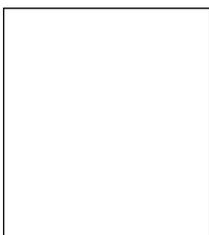
Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Testemunha em caso de uso da assinatura datiloscópica



---

Testemunha (assinatura por extenso e CPF)

## APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada **“Perspectivas das práticas investigativas para a promoção da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental”**. Meu nome é *Rozana Rodrigues da Silva*, sou a pesquisadora responsável (e a sua professora de Ciências da Natureza). Também faz parte deste estudo a Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos. Seu responsável permitiu que você participe da pesquisa. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você aceitar fazer parte do estudo, escreva o seu nome em todas as páginas e assine o seu nome completo ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra é da pesquisadora responsável. Esclareço que em caso de recusa na participação você não será penalizado(a) de forma alguma. Mas se aceitar participar, as dúvidas *sobre a pesquisa* poderão ser esclarecidas por mim durante as nossas aulas, ou via e-mail [rozanarod@hotmail.com](mailto:rozanarod@hotmail.com); e, inclusive, sob forma de ligação a cobrar, acrescentando o número 9090 antes do seguinte contato telefônico: (62) 99871-3243. Ao persistirem as dúvidas *sobre os seus direitos* como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa** da Universidade Estadual de Goiás (CEP-UEG), por telefone: (62) 3328-1439, funcionamento: 8h às 12h e 13h às 17h, de segunda a sexta-feira ou por e-mail: [cep@ueg.br](mailto:cep@ueg.br).

O Comitê de Ética em Pesquisa é vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) que por sua vez é subordinado ao Ministério da Saúde (MS) e é responsável por realizar a análise ética de projetos de pesquisa com seres humanos, sendo aprovado aquele que segue os princípios estabelecidos pelas resoluções, normativas e complementares.

### 1. Informações Importantes sobre a Pesquisa:

A leitura desse TALE deve levar aproximadamente 10 minutos e a participação na pesquisa será de 50 minutos para cada instrumento diagnóstico e aproximadamente 10 horas, distribuídas durante o ano, para aplicação das Sequências de Ensino Investigativas (SEIs).

O projeto intitulado **“Perspectivas das práticas investigativas para a promoção da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental”**, tem como objetivo verificar as contribuições do ensino de Ciências por Investigação para a melhoria dos níveis de Alfabetização Científica (AC) da sua turma (8º ano) durante este ano de 2023. O Ensino por Investigação, é uma abordagem que insere o estudante no meio científico através de atividades

lúdicas, dinâmicas e problematizadoras.

Espera-se, ainda, que a validação do instrumento diagnóstico que será aplicado para a aferição da AC da sua turma, traga grandes contribuições para outros professores de Ciências, que poderão replicá-lo para mensurar a AC dos seus alunos, facilitando o planejamento e avaliações de intervenções metodológicas condizentes com os resultados obtidos. Quanto às Sequências de Ensino por Investigação (SEIs), já adaptadas ao Documento Curricular para Goiás (DC-GO), desejamos que essas possam favorecer a didática de professores que muitas vezes carecem de tempo para planejamento de aulas diferenciadas.

Você responderá a dois instrumentos diagnósticos: um no início e outro no final da pesquisa e suas respostas serão utilizadas por mim, enquanto pesquisadora, para posterior análise. As perguntas do instrumento diagnóstico inicial são referentes ao seu conhecimento prévio sobre os conteúdos de Ciências que estudaremos no 8º ano, e suas respostas serão muito úteis para mensurarmos o nível de Alfabetização Científica em que você se encontra. Ao responder os instrumentos diagnósticos, se você sentir desconforto ou não compreender qualquer pergunta, basta levantar a mão e me comunicar que você será atendido(a) imediatamente; se alguma pergunta lhe causar constrangimento, você poderá não respondê-la. Para esta primeira fase, utilizaremos uma aula - você terá cerca de 50 minutos para leitura, compreensão, esclarecimento de dúvidas e resposta ao instrumento diagnóstico.

Na segunda fase, você será convidado(a) a participar de uma sequência de atividades educativas, que serão realizadas durante algumas das aulas de Ciências da Natureza. Nessas sequências, você desenvolverá atividades investigativas (SEIs) abordando os conteúdos previstos no DC-GO para o período em questão; não haverá, portanto, interrupção ou atraso em relação ao conteúdo do bimestre. Todas as atividades serão aplicadas por mim, a pesquisadora responsável, que sou também a sua professora de Ciências da Natureza. Nesta fase interativa, serão obtidos registros fotográficos de nossas atividades. Para a obtenção desses registros, a sua autorização será necessária (assim como de seu responsável). Sendo assim, no final deste documento, junto às assinaturas, assine o seu nome dentro do parêntese, na opção da sua escolha.

A última e terceira fase será a aplicação do instrumento diagnóstico final. Este instrumento diagnóstico contemplará os temas abordados nas Sequências Investigativas trabalhadas durante o ano. Por meio dele será feita uma nova análise, para verificarmos se houve melhoria nos níveis de AC da sua turma.

Em qualquer fase da pesquisa, temos benefícios e riscos. Em relação aos benefícios, espera-se alcançar uma elevação do pensamento crítico; a apropriação de habilidades

investigativas aplicáveis em outras situações; a interação social com a professora e com os colegas de sala; a prática da fala e da escuta através de rodas de conversas; a compreensão e o respeito aos diferentes pontos de vista e perspectivas sobre os temas; além da descontração através das atividades lúdicas. Sobre os riscos, é possível que você sinta algum desconforto ou constrangimento com as perguntas dos instrumentos diagnósticos ou com as atividades educativas. Para tanto, como responsável pela pesquisa, me comprometo a tomar todas as medidas cabíveis para reduzir qualquer tipo de desconforto, zelando pela ética e atuando no apoio individual à cada participante, esclarecendo sempre as dúvidas e retomando os objetivos; de forma que os participantes tenham total compreensão de todos os procedimentos em qualquer fase. Caso persista o desconforto, será garantido ao participante todo o direito de não responder ou participar da atividade proposta, momento no qual lhe será atribuída uma outra atividade regular, contemplando o mesmo objeto de estudo, de acordo com as orientações pedagógicas da escola.

Reafirmamos que você só participará das atividades educativas se tiver interesse e disponibilidade e que arcaremos com todos os custos relacionados aos materiais utilizados nas atividades. Garantimos o seu total sigilo e anonimato - seu nome não constará em nenhum documento (exceto nos instrumentos diagnósticos, porém estará codificado e não será divulgado), artigo científico ou apresentação acadêmica. Você terá liberdade de se recusar a participar da pesquisa ou retirar o seu consentimento a qualquer momento e não será penalizado(a) por isso. Após cinco anos, todo o material da pesquisa será descartado, picotado e enviado para reciclagem. Esclarecemos também que os resultados dessa pesquisa se tornarão públicos por meio da publicação de relatórios, artigos, apresentações acadêmicas, sejam os resultados favoráveis ou não. Você tem garantido por lei a reparação de danos imediatos ou futuros que sejam ocasionados pela participação nessa pesquisa.

(                    ) Declaro ciência de que os meus dados coletados podem ser relevantes em pesquisas futuras e, portanto, autorizo a guarda do material em banco de dados.

(                    ) Declaro ciência de que os meus dados coletados podem ser relevantes em pesquisas futuras, mas não autorizo a guarda do material em banco de dados.

(                    ) Permito a gravação/obtenção da minha imagem/voz/opinião para fins da pesquisa.

(                    ) Não permito a gravação/obtenção da minha imagem/voz/opinião para fins da pesquisa.

**Em caso de permissão da gravação/obtenção da imagem/voz/opinião:**

(  ) Permito a divulgação da minha imagem/voz/opinião nos resultados publicados da pesquisa.

(  ) Não permito a publicação da minha imagem/voz/opinião nos resultados publicados da pesquisa.

### **1.1 Declaração do pesquisador responsável:**

Eu, **Rozana Rodrigues da Silva**, portadora do RG: 3538607 - 2ª via PC/GO, pesquisadora responsável por este estudo, esclareço que cumprirei as informações acima citadas e que os seus dados serão tratados com confidencialidade e sigilo. A participação na pesquisa não acarretará custos ao participante, o qual poderá sair do estudo quando quiser, sem qualquer penalização; e em caso de danos diretos e indiretos, imediatos ou tardios decorrentes do estudo, terá direito a assistência e/ou indenização, conforme decisões judiciais que possam suceder. Declaro também que a coleta de dados somente será iniciada após a aprovação do protocolo pelo sistema CEP/CONEP.

### **1.2 Consentimento do Participante da Pesquisa:**

Eu, \_\_\_\_\_, aceito participar da pesquisa. As pesquisadoras esclareceram minhas dúvidas, entendi quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus riscos, as garantias de confidencialidade, sigilo e assistência. Ficou claro também que minha participação é voluntária e isenta de despesas e que poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Anápolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023

---

Assinatura do(a) participante de pesquisa

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### APÊNDICE C - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)

<b>Unidade temática</b>	Vida e Evolução
<b>Habilidade (EF08CI07)</b>	Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.
<b>Objeto do conhecimento</b>	Mecanismos Reprodutivos
<b>Bimestralidade</b>	3º bimestre
<b>Etapa/nível</b>	8º ano – Ensino Fundamental
<b>Número de aulas previstas</b>	11 h/a

**PROBLEMA:** “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?”

<b>Aula</b>	<b>Etapas</b>	<b>Ações a serem realizadas</b>
01	Motivação inicial.	• Atividade manipulativa (caixa misteriosa - desafio).
	O problema.	• Apresentação da pergunta de pesquisa.
	Levantamento dos conhecimentos prévios.	• Nuvem de ideias.

**Objetivo:** Identificar e investigar os itens presentes na "Caixa misteriosa"; estabelecer conexões entre os objetos investigados; levantar hipóteses sobre o tema central da "Caixa misteriosa" com base na análise do seu conteúdo; comunicar as suas ideias de forma clara, tanto verbalmente quanto por escrito.

**Materiais:** “Caixa misteriosa” contendo materiais para manipulação (Apêndice D), que representem o ciclo reprodutivo de alguns seres vivos (Obs: contemple seres de diferentes reinos); e uma folha xerocopiada - “nuvem de ideias” (Apêndice E).

**Sugestão para montagem da “caixa misteriosa”:** Uma batata inglesa brotando; uma placa de Petri de acrílico com a imagem de colônias de bactérias coladas por dentro da placa; um álbum com três fotos: uma planária segmentada, a bipartição de uma bactéria e um pão mofado. Na parte de baixo da caixa, coloque uma “pista secreta” (imagem de um óvulo sendo fecundado).

**Procedimentos:** Como motivação inicial, sugere-se que o professor leve a turma para um ambiente externo à sala de aula, onde haja mesas com cadeiras (pode-se permanecer na própria sala de aula. Porém, ao sair para um outro ambiente, já preparado para a atividade, potencializa-se a motivação dos estudantes).

Inicie a atividade pedindo que eles se organizem em grupos com quatro estudantes. Entregue uma “caixa misteriosa” para cada grupo. Estimule a imaginação dos estudantes dizendo que eles atuarão como investigadores e que na “caixa misteriosa” estão as pistas para eles desvendarem um mistério (desafio). Oriente-os que as pistas não têm relação direta entre si, mas convergem para um mesmo tema. Em seguida, proponha-lhes o desafio: Qual o tema da “caixa misteriosa”? Estabeleça um tempo de aproximadamente 10 minutos para eles resolverem o desafio.

Durante o desafio favoreça o diálogo entre os estudantes e, sempre que for chamado nos grupos, atente-se para não dar respostas às suas perguntas. Ao contrário disso, estimule a fala deles com perguntas do tipo: “O que vocês acham”? “Porque vocês acham isso”? “Vocês concordam”? Aproveite a fala dos estudantes para fazer novas perguntas.

Espera-se que durante o processo de manipulação do material contido na “caixa misteriosa” alguém mencione o tema “Reprodução”. Caso nenhum grupo descubra o tema, diga a eles que tem uma “pista secreta” escondida em algum lugar da “caixa misteriosa”. Espera-se que ao ver essa imagem eles a correlacionem com a reprodução. Caso isso não aconteça, faça perguntas que os instiguem até que eles sejam capazes de correlacionar. Decorridos os 10 minutos, chame a atenção da turma e pergunte: “vocês conseguiram resolver o desafio?” “Qual o tema da caixa”?

Em seguida, inicie uma discussão. Para isso, retire os itens da caixa, e vá mostrando, um por vez, à turma. Faça perguntas do tipo: “o que é isso?” Aproveite a fala deles para fazer novas perguntas, complementar informações e/ou fazer as devidas correções. No final, pergunte a eles: “o que esses objetos têm em comum”? Após explicitar que o tema da “caixa misteriosa” é Reprodução, delimite o tema da SEI dizendo-lhes que as atividades se limitarão ao objeto de estudo “Mecanismos Reprodutivos”.

Após a fase de motivação inicial, apresente o problema de pesquisa aos estudantes projetando/escrevendo no quadro a pergunta de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo”? Peça que os estudantes façam a leitura coletiva da pergunta de pesquisa. Deixe claro que essa pergunta norteará todas as atividades da SEI.

Em seguida, peça para os estudantes desfaçam os grupos e entregue uma folha xerocopiada para cada estudante colar no caderno (nuvem de ideias). Explique que essa atividade é individual e que não deve haver comunicação entre eles; porém, não se trata de uma avaliação, mas de um levantamento do que eles já sabem sobre os “Mecanismos Reprodutivos”. Deixe claro que não existe resposta certa ou errada, são hipóteses; e que eles podem registrar todas as ideias que acharem pertinentes ao tema, mesmo que sejam apenas palavras soltas.

<b>Aula</b>	<b>Etapa</b>	<b>Ações a serem realizadas</b>
02	Levantamento dos conhecimentos prévios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de um mapa mental.</li> <li>• Produção de texto.</li> </ul>

**Objetivo:** Desenvolver a habilidade de organizar as suas ideias e expressá-las de maneira coerente, utilizando a estrutura adequada de um texto e observando a norma culta da língua portuguesa.

**Materiais:** Uma folha de papel A4 (em branco) e uma folha própria para produção de texto (Apêndice F).

**Procedimentos:** Inicie a aula retomando o problema de pesquisa - “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” - e lembrando os estudantes que todas as atividades objetivam responder a essa pergunta. Em seguida, entregue uma folha de papel A4 em branco e uma folha própria para produção de texto. Peça que os estudantes abram o caderno na atividade anterior (nuvem de ideias) e leiam as ideias registradas.

Proponha que os estudantes organizem as referidas ideias, produzindo um mapa mental na folha de papel A4. Oriente-os que a construção do mapa mental objetiva promover o desencadeamento de um pensamento, uma linha de raciocínio; que eles podem usar cores e desenhos; e que as palavras da nuvem de ideias que não estiverem coerentes com o objeto de estudo deverão ser suprimidas, enquanto outras poderão ser acrescentadas no mapa mental.

Na sequência, peça que eles estruturam um texto, na folha própria para produção de texto, a partir do mapa mental produzido por eles.

<b>Aula</b>	<b>Etapas</b>	<b>Ações a serem realizadas</b>
-------------	---------------	---------------------------------

03	Resolução do problema. Sistematização coletiva. Contextualização/Organização do conhecimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ideias com café.</li> </ul>
----	---	--

**Objetivo:** Levantar hipóteses sobre o tema estudado; comunicar suas ideias de forma clara e coerente; apresentar argumentos para defender seu ponto de vista.

**Materiais:** Uma folha xerocopiada - “Ideias com café” (Apêndice G).

**Procedimentos:** Inicie a aula questionando os estudantes sobre o que foi feito nas aulas anteriores e lembrando-os sobre o problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo”? Em seguida, entregue aos estudantes uma folha xerocopiada (Ideias com café) e informe-os que o objetivo dessa atividade é a socialização das ideias registradas anteriormente. Oriente-os a fazer o registro das ideias que forem surgindo durante a aula, sejam elas ideias próprias ou aquelas que se despertaram através da escuta e interação com os colegas.

Peça para os estudantes falarem as palavras que eles escreveram na “nuvem de ideias” e faça o registro das mais recorrentes no quadro. Após registrar as palavras no quadro, inicie uma discussão. Ordenadamente, os estudantes devem escolher uma palavra registrada e argumentar sobre como essa ideia se relaciona ao problema. Na medida em que as falas forem acontecendo, indague a turma com perguntas do tipo: “você concorda?”. Se alguém discordar, peça que justifique o porquê. Deixe que os estudantes compartilhem as suas opiniões e levantem hipóteses sobre o tema. Não se preocupe em responder aos seus questionamentos, mas em estimulá-los a pensar e comunicar as suas ideias.

Aulas	Etapas	Ações a serem realizadas
04	Resolução do problema. Sistematização coletiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pesquisa orientada (em grupo).</li> </ul>

**Objetivo:** Colaborar de forma eficaz em equipe; distribuir e assumir responsabilidades de maneira organizada; pesquisar em fontes confiáveis e verificar a precisão das informações obtidas.

**Materiais:** Um envelope com cartões (imagens nomeadas relacionadas ao tema em estudo. No verso dos cartões, deverão estar alguns pontos-chave para direcionar a pesquisa) (Apêndice H); uma folha xerocopiada – “Quem sou eu” (Apêndice I); *chromebooks*; caderno, lápis, borracha, caneta.

**Procedimentos:** Inicie a aula questionando os estudantes sobre o que foi feito nas aulas anteriores e lembrando o problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo”? Em seguida, peça que eles se organizem em grupos de no máximo 4 integrantes. Distribua para cada grupo 4 *chromebooks*; um envelope com cartões e uma folha xerocopiada (Quem sou eu).

Oriente-os a fazer a leitura da imagem nos cartões. A partir dessa leitura, eles deverão fazer uma pesquisa para separar as imagens em dois envelopes definidos como Reprodução assexuada e sexuada (Quem sou eu). Este é um trabalho em equipe. Ao ler os cartões, os estudantes devem se organizar e decidir como farão a pesquisa, dividindo tarefas e estabelecendo as metas a serem cumpridas. Paralelamente à pesquisa, eles deverão fazer o registro das informações, de forma sucinta, no caderno.

Aula	Etapas	Ações a serem realizadas
05	Resolução do problema. Sistematização coletiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa orientada (em grupo).</li> </ul>

**Objetivo:** Revisar e avaliar as informações obtidas na pesquisa; colaborar de forma eficaz em equipe; distribuir e assumir responsabilidades de maneira organizada; pesquisar em fontes confiáveis e verificar a precisão das informações obtidas.

**Materiais:** Um envelope com cartões (imagens nomeadas relacionadas ao tema em estudo. No verso dos cartões deverão estar alguns pontos-chave para direcionar a pesquisa); uma folha xerocopiada – “Quem sou eu”; *chromebooks*; caderno, lápis, borracha, caneta.

**Procedimentos:** Inicie a aula retomando a atividade da aula anterior e informando os estudantes que eles deverão dar continuidade à pesquisa, nos mesmos grupos. Oriente-os a visitar os cartões e a socializar as suas anotações com o grupo, confrontando as informações. Incentive-os a sintetizar as informações em textos curtos e objetivos (buscando sempre mais de uma fonte de informação e *sites* confiáveis).

Peça para que os estudantes tragam, na próxima aula, imagens pequenas relacionadas à reprodução, papéis coloridos e materiais para colagem.

<b>Aula</b>	<b>Etapa</b>	<b>Ações a serem realizadas</b>
06	Sistematização coletiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de um <i>folder</i> ilustrado.</li> </ul>

**Objetivo:** Sintetizar os dados da pesquisa de forma concisa e organizada; elaborar material informativo com base nas informações reunidas; colaborar em equipe de maneira eficiente.

**Materiais:** Folha de papel A4 (em branco).

**Procedimentos:** Inicie a aula dizendo aos estudantes que eles deverão se sentar nos mesmos grupos e que agora eles irão produzir um *folder* informativo com as informações registradas no caderno durante a pesquisa das aulas anteriores, em um trabalho individual, porém colaborativo. Incentive-os a usar a criatividade para ilustrar o *folder*, mas mantenha uma certa distância para favorecer a troca de informações entre eles.

<b>Aula</b>	<b>Etapas</b>	<b>Ações a serem realizadas</b>
07	Sistematização individual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jogo (aplicativo <i>kahoot</i>).</li> </ul>
	Sistematização coletiva. Contextualização/Organização do conhecimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roda de conversa.</li> </ul>

**Objetivo:** Expressar os conhecimentos adquiridos em diferentes contextos; transferir e adaptar as informações para novas situações; desenvolver o raciocínio lógico e proporcional de forma consistente.

**Materiais:** Jogo no aplicativo *Kahoot*. Link: <https://create.kahoot.it/share/mecanismos-reprodutivos/d8d333fd-2508-4c37-8bb7-20b1ce0c6742> (Apêndice J); *chromebooks*. 1 brinde (opcional).

**Procedimentos:** Inicie a aula informando os estudantes que a atividade proposta é um jogo no aplicativo *kahoot*, que cada estudante usará um *chromebook* para responder às perguntas sobre o tema estudado e que o vencedor ganhará um brinde (opcional).

Depois da premiação (caso opte por fazê-la), promova uma roda de conversa projetando uma a uma das imagens dos cartões. Peça que, ordenadamente, os estudantes digam o que sabem sobre a imagem e faça a validação com o restante da turma com perguntas do tipo: “você concorda?” Se alguém discordar, peça que justifique o porquê. Instigue a participação dos estudantes e aproveite as suas falas para fazer os questionamentos e explicações necessárias, bem como as intervenções relacionadas ao uso correto dos conceitos científicos e/ou os termos que tenham sido estranhos a eles.

Em seguida, retome as hipóteses levantadas por eles na nuvem de ideias e peça que eles façam a comparação das hipóteses inicialmente levantadas com as conclusões após a pesquisa.

Projete a pergunta de pesquisa e questione os estudantes se as suas conclusões, após a pesquisa, ajudam a respondê-la. Pergunte se eles acham que essa foi a melhor forma de investigar e o que eles fariam de diferente.

Peça para que na próxima aula os estudantes tragam flores (é importante que o professor também providencie flores, para garantir a execução da atividade).

<b>Aula</b>	<b>Etapas</b>	<b>Ações a serem realizadas</b>
08	Resolução do problema.	• Aula prática - Dissecção de uma flor.
	Sistematização individual.	• Atividade: “Anatomia de uma flor”.

**Objetivo:** Relacionar as informações obtidas na pesquisa com situações práticas; aplicar e expandir o conhecimento para diferentes contextos; colaborar de maneira eficaz em equipe; registrar e organizar suas ideias de forma clara.

**Materiais:** Flor; lupa eletrônica, estilete (para uso exclusivo do professor); Atividade xerocopiada – “Anatomia de uma flor” (Apêndice K). (Atenção: para essa atividade, sugere-se uma parceria com o curso de Graduação em Biologia de alguma universidade local).

**Procedimentos:** No laboratório da escola/universidade parceira ou na sala de aula, inicie a aula com uma questão disparadora: “Qual a função das flores”? Deixe que eles argumentem. Promova as falas com perguntas do tipo “porquê”? “O que vocês acham”? “Vocês concordam”?

Realize a aula prática (com o auxílio dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Biologia) para a dissecação, visualização e identificação das estruturas reprodutivas das flores. Entregue aos estudantes uma folha xerocopiada (Anatomia de uma flor). Eles deverão preencher os espaços com os nomes das partes da flor de acordo com a aula prática.

No final da aula, peça que os estudantes escolham algum tema que envolva os Mecanismos Reprodutivos associados à CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) para pesquisar e trazer por escrito na próxima aula. Faça esclarecimentos sobre o significado do termo CTSA, dando exemplos do que se espera deles.

Aula	Etapas	Ações a serem realizadas
09	Contextualização/Organização do conhecimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de um vídeo sobre a enxertia feita nas rosas.</li> <li>• Pesquisa individual, tema: Mecanismos Reprodutivos x CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente).</li> </ul>

**Objetivo:** Aplicar as informações a novos contextos e situações; apresentar verbalmente sua pesquisa para a turma; justificar a escolha do tema da pesquisa de forma coerente e fundamentada.

**Materiais:** Vídeo: Simple But Unique Tips For Growing Roses By Grafting | How To Grow Roses At Home (Duração: 10:38). Link <https://www.youtube.com/watch?v=4Guh8TPknvU>; Pesquisa prévia (Mecanismos Reprodutivos x CTSA).

**Procedimentos:** Inicie a aula apresentando um pequeno vídeo sobre a enxertia feita nas rosas. Propicie uma discussão procurando que eles relacionem o processo apresentado nos vídeos aos mecanismos reprodutivos trabalhados, evidenciando a aplicação prática do conhecimento.

Em seguida, peça para os estudantes apresentarem as pesquisas feitas. Eles deverão apresentar verbalmente o tema escolhido, defendendo a coerência com o objeto de estudo (Mecanismos Reprodutivos) associados à CTSA.

Finalize a aula questionando os estudantes sobre o que mais eles gostariam de saber sobre o tópico de investigação e discutindo outras questões que surgirem durante a investigação (estágios futuros).

Aula	Etapas	Ações a serem realizadas
------	--------	--------------------------

10	Contextualização/Organização do conhecimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação dos folders.</li> </ul>
----	---	--

**Objetivo:** Revisar e avaliar criticamente as informações obtidas; relacionar as informações pesquisadas com o material analisado; oferecer críticas construtivas de forma colaborativa; demonstrar empatia e respeito pelo trabalho dos colegas.

**Materiais:** Folha de papel A4; *Folders* produzidos na aula seis.

**Procedimentos:** Inicie informando os estudantes que essa aula se destinará à avaliação (por escrito, em uma folha de papel A4) dos *folders* produzidos por eles na aula seis, e que cada um avaliará e será avaliado por um colega da turma. Estabeleça que os critérios da avaliação serão: criatividade, conteúdo e organização. Em seguida, promova uma discussão dando exemplos de comunicação não agressiva, saliente a importância do respeito ao outro, do cuidado com as palavras e da empatia.

Após esse momento, entregue um *folder* e uma folha de papel A4 (em branco) para cada estudante e peça que eles façam a avaliação do *folder* na folha de papel A4, identificando o nome do avaliado e do avaliador. Recolha todo o material no final da atividade.

Aula	Etapa	Ações a serem realizadas
11	Avaliação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de um mapa mental.</li> <li>• Produção de texto.</li> </ul>

**Objetivo:** Desenvolver a habilidade de organizar as suas ideias e expressá-las de maneira coerente, utilizando a estrutura adequada de um texto e observando a norma culta da língua portuguesa.

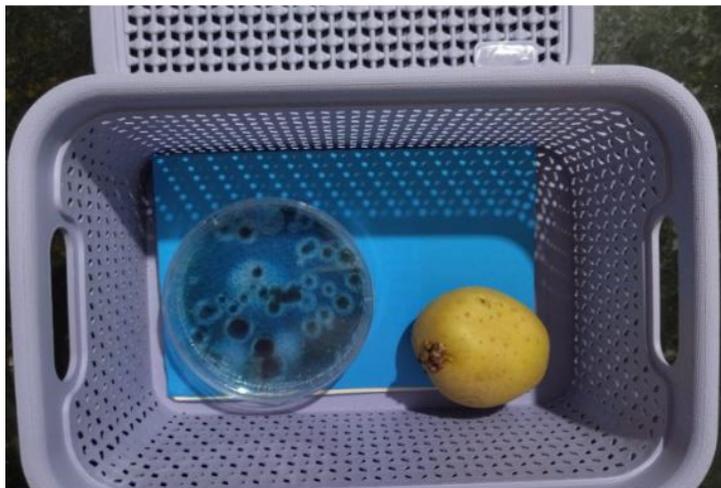
**Materiais:** Folha de papel A4 (em branco); Folha própria para produção de texto (já apresentada no Apêndice F).

**Procedimentos:** Retome com os estudantes a pergunta de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo”? Pergunte se eles hoje se veem mais habilitados para falar sobre o assunto e se na concepção deles houve uma

melhoria no repertório de termos científicos. Em seguida, proponha aos estudantes a produção de um mapa mental, na folha em branco, para organizar as ideias. Logo após, peça que eles produzam um texto, relacionando todas as ideias trabalhadas como forma de responder à pergunta de pesquisa.

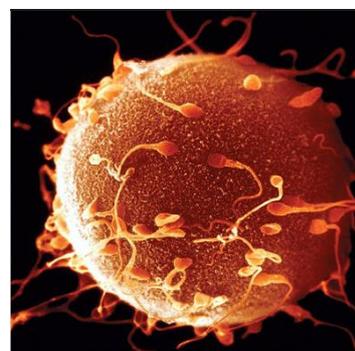
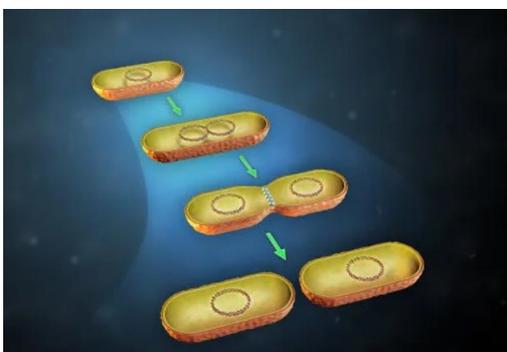
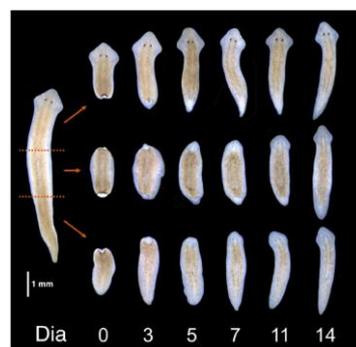
**ETAPA DE AVALIAÇÃO:** A Avaliação deve acontecer durante todo o processo. Trata-se de uma avaliação formativa e diagnóstica. Formativa - através da observação e do registro pelo professor dos conteúdos processuais e atitudinais. Diagnóstica - com base na aprendizagem conceitual, por meio da comparação dos elementos dos textos elaborados, procurando identificar se os estudantes: apresentam de forma consistente os conhecimentos científicos; relacionam os conceitos científicos de forma adequada e coerente, com o uso correto da Linguagem Científica; realizam sistematicamente o registro das informações; conseguem trabalhar em grupo, respeitando as divisões de tarefas; fazem perguntas, ouvem as opiniões de todo o grupo e procuram encontrar as possíveis respostas antes de fazer outras questões.

## APÊNDICE D - CAIXA MISTERIOSA



Conteúdo da caixa - materiais em meio físico que contenham o ciclo reprodutivo de alguns seres vivos

### Fotos



**Materiais reais**

Obs: A placa de petri foi montada com cola de isopor e uma imagem impressa em transparência adesiva, não oferecendo nenhum risco de contaminação.

## APÊNDICE E - NUVEM DE IDEIAS

(CABEÇALHO DA UNIDADE DE ENSINO)
<b>MECANISMOS REPRODUTIVOS – NUVEM DE IDEIAS</b>
<b>Habilidade:</b> (EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.
<b>PROBLEMA:</b> "Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?"

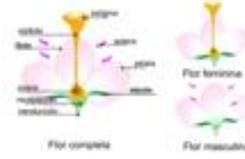
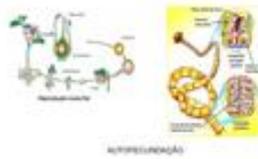
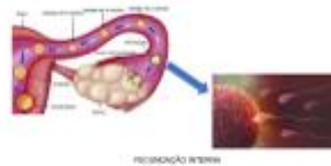
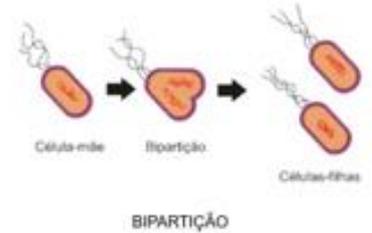
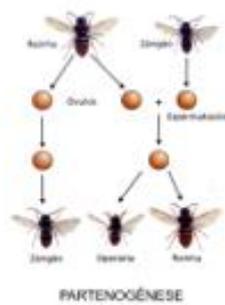
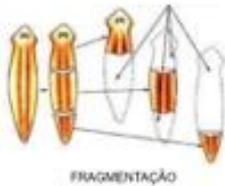
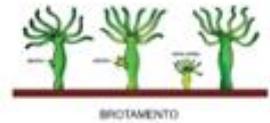
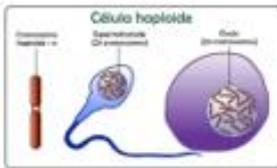
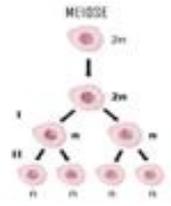
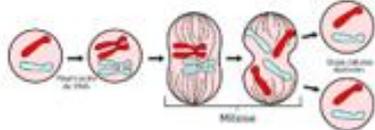

## APÊNDICE F – PRODUÇÃO DE TEXTO

(CABEÇALHO DA UNIDADE DE ENSINO)	
<p><b>PROBLEMA:</b> "Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?"</p>	
	<p><b>PRODUÇÃO DE TEXTO:</b></p>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

## APÊNDICE G - IDEIAS COM CAFÉ

(CABEÇALHO DA UNIDADE DE ENSINO)
<b>MECANISMOS REPRODUTIVOS – IDEIAS COM CAFÉ</b>
<b>Habilidade:</b> (EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.
<b>PROBLEMA:</b> "Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?"


APÊNDICE H - CARTÕES COM IMAGENS NOMEADAS



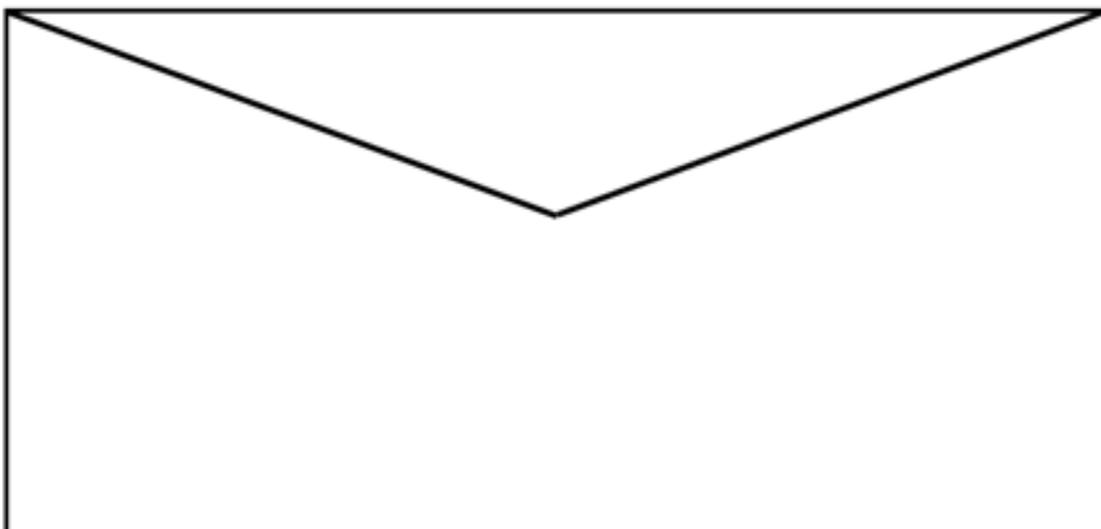
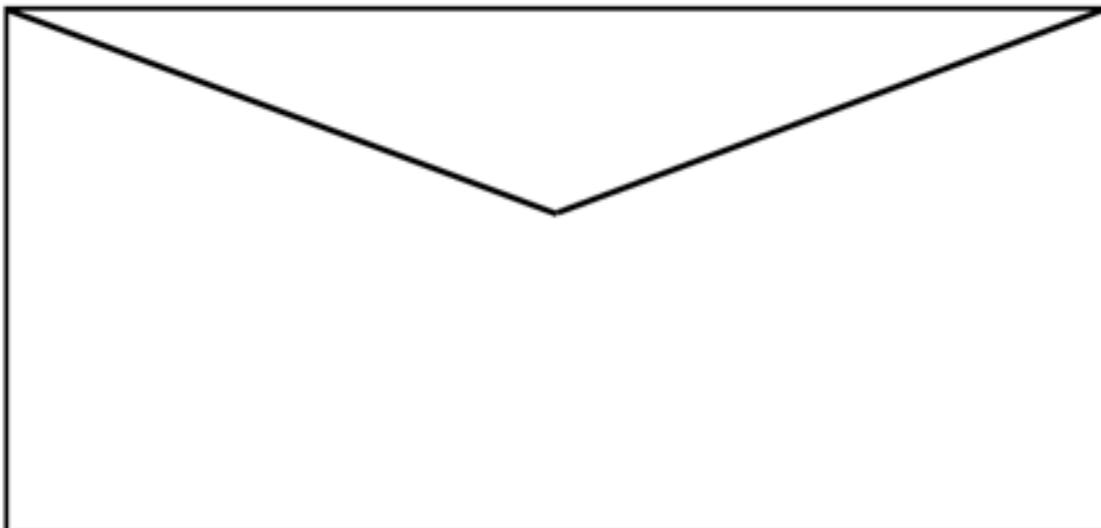
**APÊNDICE I - ATIVIDADE “QUEM SOU EU?”**

(CABEÇALHO DA UNIDADE DE ENSINO)

**QUEM SOU EU?**

Vamos jogar o “Quem sou eu” sobre os tipos de reprodução dos seres vivos. Descubra o grande universo dos mecanismos reprodutivos, enquanto testa suas habilidades de investigação!

Este é um trabalho em equipe e cada membro do grupo é um investigador. Ao ler os cartões, dividam tarefas e estabeleçam metas a serem cumpridas. Feito isso, “mãos à obra”. PESQUISEM! As imagens e descrições nos cartões são pistas. No verso de cada cartão, estão pontos-chave para orientar as suas descobertas.

**REPRODUÇÃO ASSEXUADA****REPRODUÇÃO SEXUADA**

## APÊNDICE J – JOGO KAHOOT

➤ Para jogar acesse o Link ou o *QR code*



<https://create.kahoot.it/share/mecanismos-reprodutivos/d8d333fd-2508-4c37-8bb7-20b1ce0c6742>

➤ Perguntas do Jogo Kahoot:

1

Nas bactérias, geralmente, observa-se a divisão de uma célula em duas, em um tipo de reprodução conhecido como:

<input type="radio"/> Reprodução assexuada.	<input type="checkbox"/> Conjugação
<input type="radio"/> Reprodução sexuada.	<input type="checkbox"/> Partenogênese.

2

Um aluno concluiu que seres que realizam fecundação externa realizam reprodução assexuada. Ele está correto?

<input type="radio"/> Não, pois a reprodução assexuada é exclusiva das bactérias.	<input type="checkbox"/> Sim, pois na reprodução sexuada é obrigatório haver relação sexual.
<input type="radio"/> Não, pois para ser rep. sexuada basta a combinação do material genético.	<input type="checkbox"/> Não, pois para a reprodução sexuada basta existir macho e fêmea.

3

Qual dos seguintes eventos ocorre no ciclo de vida de toda espécie com reprodução sexuada?

<input type="checkbox"/> Formação de células reprodutivas dotadas de flagelos.	<input type="checkbox"/> Cópula entre macho e fêmea.
<input type="checkbox"/> Fusão de núcleos celulares haploides.	<input type="checkbox"/> Diferenciação celular durante o desenvolvimento embrionário.

4

A Reprodução assexuada é uma forma de reprodução rápida e fácil. A desvantagem desse modo de reprodução é que:

<input type="checkbox"/> Os descendentes não são duplicatas dos pais.	<input type="checkbox"/> Cria variação genética.
<input type="checkbox"/> Não cria variação genética.	<input type="checkbox"/> Os descendentes só se reproduzem sexuadamente.

5

São tipos de reprodução:

<input type="checkbox"/> Conjugação, Estróbilo e divisão binária	<input type="checkbox"/> Sexuada, Brotamento e fissão
<input type="checkbox"/> Assexuada, Esporulação e gametófito	<input type="checkbox"/> Conjugação, Interna e externa

6

Qual dos seguintes mecanismos é um exemplo de reprodução assexuada?

<input type="checkbox"/> fusão de gametas.	<input type="checkbox"/> Divisão celular por mitose.
<input type="checkbox"/> Formação de zigotos.	<input type="checkbox"/> Fertilização externa.

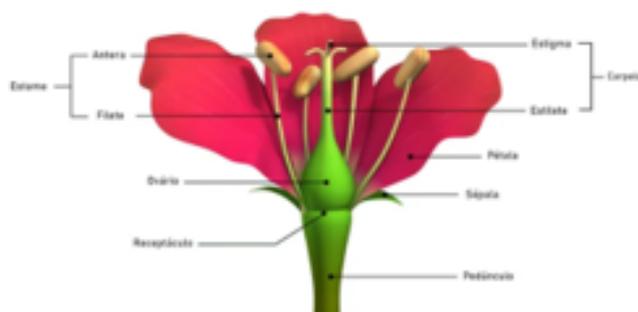
## APÊNDICE K - ANATOMIA DE UMA FLOR

(CABEÇALHO DA UNIDADE DE ENSINO)

### AULA PRÁTICA DE CIÊNCIAS – ANATOMIA DE UMA FLOR

**OBJETIVO:** Identificar as partes de uma flor de Hibiscus, evidenciando as suas estruturas reprodutivas.

**MATERIAIS:** Flor, papel toalha, estilete, lupa/microscópio.



<p><b>PARTE MASCULINA</b> ESTAME (FILETE+ANTERA)</p> <p>(Androceu: conjunto dos estames)</p>	<p><b>PARTE FEMININA</b> ESTIGMA+ESTILETE+OVÁRIO</p> <p>(Gineceu: estigma+estilete+ovário)</p>
<p><b>PÉTALA</b></p> <p><b>COROLA (Conjunto das pétalas)</b></p>	<p><b>SÉPALAS</b></p> <p><b>CÁLICE (conjunto de sépalas)</b></p> <p><b>RECEPTÁCULO FLORAL+PEDÚNCULO</b></p>

## ANEXOS

## ANEXO A – FERRAMENTA DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO (DEEnCI)

Itens		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentário		
Tema	Elementos		P	A	NA
A. Introdução à investigação	A1 O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação.	Os alunos são introduzidos a um tópico de investigação, têm o interesse despertado e/ou são engajados em um desafio. O tópico pode ser estabelecido pelo professor ou alunos. Para isso, o professor pode, por exemplo, estimular a exploração ou observação de fenômenos científicos, incentivar a leitura de teorias ou sondar as ideias ou experiências prévias dos alunos sobre o que será investigado.	P	A	NA
B. Apoio à Investigação dos alunos	B1. Problema/questão	B1.1 Há a definição de problema e/ou questão de investigação.	P	A	NA
		B1.2 O professor envolve os alunos na definição do problema e/ou questão de investigação.	P	A	NA
	B2. Hipótese/previsão	B2.1 Há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação.	P	A	NA

		Itens		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentário		
Tema		Elementos			P	A	NA
B. Apoio à Investigação dos alunos	B2. Hipótese/previsão	B2.2 O professor envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão.		O professor incentiva os alunos a explicitar as suas hipóteses e/ou previsões, pedindo que eles revelem ideias que respondam o problema ou questão de investigação e/ou sobre o que acham que vai acontecer na investigação. O professor pode fazer isso perguntando "o que você acha que é...?" ou "o que você acha que vai acontecer se/quando...?".	P	A	NA
		B2.3 O professor envolve os alunos na justificação da hipótese e/ou previsão definida.		O professor incentiva os alunos a explicitar justificativas, baseadas em conhecimentos científicos, observações preliminares e/ou concepções prévias, para suas hipóteses e/ou previsões, perguntando, por exemplo, "por que você acha que...?" ou "por que você acha que isso irá acontecer?"	P	A	NA
	B3. Planejamento	B3.1 Há a definição de procedimentos de investigação.		Procedimentos e materiais para a investigação são definidos e planejados. Em procedimentos experimentais, o professor define e/ou incentiva os alunos a garantir que alguns fatores serão mantidos constantes, para que apenas as variáveis sob investigação mudem (controle de variáveis). Em procedimentos não experimentais, o professor define e/ou incentiva os alunos a pensar em processos de geração de dados que podem envolver observação, descrição e/ou identificação de fenômenos ou organismos, amostragem, medidas, coleta de informações em livros, pôsteres ou sites e outros procedimentos não relacionados ao controle de variáveis.	P	A	NA
		B3.2 O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação.		O professor incentiva os alunos a participar do planejamento da investigação, abrindo espaço para a tomada de decisões sobre o que será feito. Não se espera que os alunos planejem sem ajuda, mas os procedimentos e materiais não são decididos inteiramente pelo professor.	P	A	NA
		B3.3 Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão.		Os procedimentos definidos permitem que os alunos investiguem o problema ou respondam à pergunta de investigação.	P	A	NA
	B4. Coleta de dados	B4.1 Há a coleta de dados durante a investigação.		Para responder à pergunta e ou/problema e testar a hipótese e/ou previsão, há a coleta de dados.	P	A	NA

Tema		Itens	Explicações ou exemplos	Avaliação e comentário		
		Elementos		P	A	NA
B. Apoio à Investigação dos alunos	B4. Coleta de dados	B4.2 O professor envolve os alunos na coleta dados.	Os alunos são ativos na coleta e uso de dados.	P	A	NA
		B4.3 O professor ajuda os alunos a manter notas e registros durante a coleta de dados.	O professor pode oferecer ou incentivar a produção de quadros, listas e/ou tabelas pelos alunos.	P	A	NA
		B4.4 O professor encoraja os alunos a checar os dados.	O professor incentiva os alunos a checar os dados, repetindo observações ou medições sempre que possível e assegurando a precisão, por exemplo, na leitura de escalas de medição com cuidado.	P	A	NA
		B4.5 Os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão.	A natureza dos dados permite que os alunos testem a hipótese e/ou previsão.	P	A	NA
C. Guia as análises e conclusões		C1 O professor encoraja os alunos a analisar os dados coletados.	Dar sentido aos dados coletados, através de análises simples ou complexas que gerem resultados. O professor pode pedir que os alunos encontrem padrões, integrem diferentes tipos de dados, modelem e outros.	P	A	NA
		C2 O professor encoraja os alunos a elaborar conclusões.	O professor incentiva os alunos a formular conclusões a partir dos resultados.	P	A	NA
		C3 O professor encoraja os alunos a justificar as suas conclusões com base em conhecimentos científicos.	O professor incentiva os alunos a explicar os seus resultados e conclusões à luz de ideias científicas relacionadas à investigação. A conclusão explicita essas informações e/ou há a discussão de conceitos, teorias ou leis que justificam a sua formulação.	P	A	NA

Itens		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentário		
Tema	Elementos		P	A	NA
C. Guia as análises e conclusões	C4 O professor encoraja os alunos a verificar se as suas conclusões estão consistentes com os resultados.	O professor incentiva os alunos a checar se as suas observações e resultados são consistentes com a conclusão.	P	A	NA
	C5 O professor encoraja os alunos a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão.	O professor incentiva os alunos a relembrar sua hipótese e/ou previsão e a comparar com as conclusões.	P	A	NA
	C6 O professor encoraja os alunos a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação.	O professor incentiva os alunos a discutir se ou como as conclusões da investigação ajudam a resolver o problema e/ou responder à questão de investigação.	P	A	NA
	C7 O professor encoraja os alunos a refletir sobre a investigação como um todo.	Algumas perguntas que o professor pode fazer para propiciar a reflexão são: "você acha que essa foi a melhor forma de investigar...?", "o que você mudaria se fizesse a investigação de novo?", "os mesmos resultados seriam obtidos se a investigação fosse feita de novo?".	P	A	NA
D. Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo	D1 O professor encoraja os alunos a trabalhar de forma colaborativa em grupo.	O professor incentiva o trabalho coletivo, propondo que todos os alunos dos grupos participem das atividades, dividam materiais, se organizem na realização das tarefas e discutam sobre o que estão fazendo e como explicar os achados.	P	A	NA
	D2 O professor encoraja os alunos a relatar o seu trabalho.	O professor incentiva os alunos a relatar ou apresentar seus achados e conclusões da investigação a outros grupos, à classe, à comunidade escolar.	P	A	NA
	D3 O professor encoraja os alunos a se posicionar frente aos relatos dos colegas sobre a investigação.	O professor incentiva os alunos a responder, se perguntados, ao que foi relatado pelos colegas, a fazer questões para entender melhor os relatos de achados e conclusões dos colegas e concordar ou discordar do que foi relatado.	P	A	NA

Itens		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentário		
Tema	Elementos		P	A	NA
E. Estágios futuros à investigação	E1 O professor encoraja os alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações.	Há momentos em que os alunos aplicam ou expandem o conhecimento obtido na investigação, trabalhando com ele em novas situações, em contextos relacionados ao dia a dia ou na resolução de problemas práticos.	P	A	NA
	E2 O professor encoraja os alunos a identificar ou elaborar mais problemas e/ou questões a partir da investigação.	Isso pode ser feito perguntando aos alunos o que mais eles gostariam de saber o tópico de investigação e discutindo outras questões que surgirem durante a investigação.	P	A	NA

Fonte: (Cardoso; Scarpa, 2018, p. 1031-1035).

Rozana Rodrigues da Silva  
Mirley Luciene dos Santos

Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

# Mecanismos Reprodutivos



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU***  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**PRODUTO EDUCACIONAL: SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)**  
**MECANISMOS REPRODUTIVOS**

**REALIZAÇÃO**

Universidade Estadual de Goiás (UEG) Campos  
Central Anápolis - GO

**EXECUÇÃO**

Rozana Rodrigues da Silva  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mirley Luciente dos Santos

**SUPERVISÃO GERAL**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mirley Luciente dos Santos

**ILUSTRAÇÕES E CAPA**

Rozana Rodrigues da Silva  
Suzanna Rodrigues Gomes  
(via aplicativo Canva)

Anápolis-GO

2024

Catálogo na Fonte  
Universidade Estadual de Goiás (UEG)  
Biblioteca do Câmpus Central – Sede: Anápolis – CET

S586p Silva, Rozana Rodrigues da.

Produto educacional: sequência de ensino investigativa (SEI) mecanismos reprodutivos / Rozana Rodrigues da Silva; Mirley Luciene dos Santos. – Anápolis-GO, 2024.

56 p. il.

Produto Educacional integrante da Dissertação: Perspectivas das práticas investigativas para a promoção da alfabetização científica no ensino fundamental (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Câmpus Central – Sede: Anápolis – CET, Universidade Estadual de Goiás – UEG, 2024.

Orientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Mirley Luciene dos Santos.

ISBN 978-65-01-15664-4

1. Alfabetização Científica. 2. Sequência de ensino investigativa (SEI). 3. Mecanismo reprodutivo. I. Santos, Mirley Luciene dos. II. Título.

CDU 37:5



Caros professores, este produto educacional é fruto de uma pesquisa realizada no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás (PPEC UEG) e compõe parte da dissertação intitulada “Perspectivas das práticas investigativas para a promoção da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental”.

Nosso objetivo é auxiliar os professores de Ciências da Natureza a otimizar o tempo dedicado à elaboração de aulas e produção de materiais didáticos. Apresentamos modelos de atividades investigativas, validadas em contextos reais de ensino, que incentivam os estudantes a pesquisar, resolver problemas e construir seu próprio conhecimento de forma ativa, respeitando a realidade das nossas escolas.

Assim, apresentamos uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre o tema “Mecanismos Reprodutivos”, alinhada ao Documento Curricular para Goiás Ampliado (DC-GO Ampliado) para o 3º bimestre do 8º ano do Ensino Fundamental. Esta SEI tem como objetivo promover a Alfabetização Científica, facilitando avanços no conhecimento dos estudantes e capacitando-os com informações que os empoderem a tomar decisões conscientes em diversos níveis de complexidade, utilizando saberes científicos.

Baseada nos princípios do Ensino de Ciências por Investigação, a SEI proposta é composta por atividades interligadas a serem desenvolvidas em onze aulas. Embora conectadas, essas atividades podem ser realizadas individualmente e adaptadas para diferentes conteúdos ou séries/anos, pois a abordagem investigativa não está vinculada a um conteúdo ou método específico, mas à intencionalidade do professor.

Desejamos uma boa leitura e esperamos que este material contribua para promover a Alfabetização Científica dos estudantes, aproximando os saberes escolares da realidade deles e fomentando uma Aprendizagem Significativa.



<b>1. Alfabetização Científica no contexto escolar.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Fundamentos teóricos da Sequência de Ensino Investigativa.....</b>	<b>7</b>
1.1.1 Contribuições de Piaget .....	8
1.1.2 Contribuições de Vygotsky .....	10
1.1.3 Relação entre o Ensino de Ciências por Investigação e as Teorias de Piaget e Vygotsky .....	11
<b>1.2 Construção da Sequência de Ensino Investigativa .....</b>	<b>17</b>
<b>Sequência de Ensino Investigativa (SEI) .....</b>	<b>22</b>
<b>Aula 1.....</b>	<b>22</b>
<b>Apêndice A – Caixa misteriosa.....</b>	<b>26</b>
<b>Apêndice B – Nuvem de ideias.....</b>	<b>28</b>
<b>Aula 2.....</b>	<b>29</b>
<b>Apêndice C – Produção de texto .....</b>	<b>30</b>
<b>Aula 3.....</b>	<b>31</b>
<b>Apêndice D – Ideias com café .....</b>	<b>33</b>
<b>Aula 4.....</b>	<b>34</b>
<b>Apêndice E – Cartões com imagens nomeadas .....</b>	<b>36</b>
<b>Apêndice F – Quem sou eu?.....</b>	<b>37</b>
<b>Aula 5.....</b>	<b>38</b>
<b>Aula 6.....</b>	<b>39</b>
<b>Aula 7.....</b>	<b>40</b>
<b>Apêndice G – Jogo Kahoot .....</b>	<b>42</b>
<b>Aula 8.....</b>	<b>44</b>
<b>Apêndice H – Anatomia de uma flor .....</b>	<b>46</b>
<b>Aula 9.....</b>	<b>47</b>
<b>Aula 10.....</b>	<b>48</b>
<b>Aula 11.....</b>	<b>49</b>
<b>2 Referências.....</b>	<b>51</b>

## 1 Alfabetização Científica no contexto escolar

Para promover a Alfabetização Científica, Carvalho (2013) propôs a criação de atividades investigativas estruturadas no formato de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs), as quais são uma série de atividades interligadas e organizadas em torno de um tema científico. As atividades que compõem a SEI são planejadas com a finalidade de abordar os problemas a serem resolvidos, facilitar a sistematização do conhecimento e contextualizar o aprendizado no cotidiano do estudante. Para isso, procura-se estabelecer conexões entre a prática e o fazer científico; de forma a viabilizar a construção do conhecimento pelos estudantes, a partir dos seus conhecimentos prévios (Carvalho, 2011, 2013).

Dentro do contexto das SEIs, destaca-se quatro pontos cruciais que segundo Carvalho (2011, p. 255-256) fundamentam o seu planejamento: “a importância do problema para o início da construção do conhecimento, a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual, a tomada de consciência e as diferentes etapas das explicações científicas”. A referida autora ressalta, ainda, a importância da linguagem e do papel mediador do professor.

A linguagem é elemento fundamental na SEI. Ela perpassa todo o processo, desde a seleção dos exemplos e a forma de exposição por parte do professor e dos estudantes até a apropriação da linguagem científica e a internalização dos significados. Ao ouvir os colegas, os estudantes tomam consciência de suas ações (Carvalho, 2011, 2013; Zômpero; Laburú, 2011).

Partindo do pressuposto de que a transformação de uma realidade educacional não pode ser alcançada apenas com o uso de ferramentas, o professor desempenha um papel fundamental nesse processo. É o professor que vai assumir o papel de facilitador, incentivando o estudante, buscando reativar os seus conhecimentos prévios, orientando-os na reflexão sobre esses conhecimentos (Vieira, 2012).

Nesta perspectiva, Carvalho (2013), propôs cinco etapas com algumas atividades-chave a serem observadas no planejamento de uma SEI. O Quadro 1 apresenta as etapas propostas pela autora e suas respectivas ações.

**Quadro 1** - Etapas da Sequência de Ensino Investigativa.

<b>Etapas</b>	<b>Ações</b>
1	Problema contextualizado (experimental ou teórico).
2	Resolução do problema.
3	Sistematização coletiva/individual.
4	Contextualização do conhecimento.
5	Avaliação e/ou aplicação.

Fonte: Produção própria, referenciado em Carvalho (2013, p. 09-10).

Dessa forma, o ciclo de atividades da SEI deve viabilizar a construção do conhecimento pelos estudantes, a partir dos seus conhecimentos prévios. Para isso, toma-se como ponto de partida um problema do contexto dos estudantes. O objetivo é promover a passagem do conhecimento espontâneo ao conhecimento científico; transferível para novas situações que envolvam questões científicas, em um processo interativo com os pares e o professor (Carvalho, 2013; Sasseron, 2013).

A linguagem é elemento fundamental na SEI. Ela perpassa todo o processo, desde a seleção dos exemplos e a forma de exposição por parte do professor e dos estudantes até a apropriação da linguagem científica e a internalização dos significados. Ao ouvir os colegas os estudantes tomam consciência de suas ações (Carvalho, 2011, 2013; Zômpero; Laburú, 2011).

Partindo do pressuposto de que a transformação de uma realidade educacional não pode ser alcançada apenas com o uso de ferramentas, o professor desempenha um papel fundamental nesse processo. É o professor que vai assumir o papel de facilitador, incentivando o estudante, buscando reativar os seus conhecimentos prévios, orientando-os na reflexão sobre esses conhecimentos e ajudando-os a desenvolver gradualmente conceitos mais alinhados com os princípios cientificamente aceitos (Vieira, 2012).

Contudo, em sala de aula, para se promover a passagem do conhecimento espontâneo ao conhecimento científico e viabilizar a Alfabetização Científica (AC), as aulas precisam ser organizadas de acordo com os referenciais teóricos, o que não é uma tarefa fácil. Haja vista que, não se trata de um laboratório onde as variáveis podem ser previstas e controladas (Carvalho, 2013).

### **1.1 Fundamentos teóricos da Sequência de Ensino Investigativa**

Durante muito tempo, profissionais da educação consideraram que as teorias piagetianas e vygotskianas eram antagônicas (Carvalho, 2013; Castorina *et al.*, 1990; Santos *et al.*, 2021) e a adoção de ambas como arcabouço teórico, em uma mesma proposta de estudo, era tida como conflitante. No entanto, pesquisas realizadas em ambiente escolar mostraram que esse conflito inexistia; uma vez que, quando aplicadas em diferentes momentos do processo ensino-aprendizagem, essas teorias se mostraram complementares.

Sendo assim, Carvalho (2013) buscou de forma assertiva alguns conceitos da teoria de Piaget e Vygotsky para sustentar teoricamente as etapas de construção da Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Posteriormente, destacaremos as etapas do Ensino por Investigação, à luz de Carvalho (2013), relacionando-as com conceitos específicos das teorias de Piaget e Vygotsky; e evidenciando as contribuições desses aportes teóricos para a organização do Ensino de Ciências por Investigação

(EnCI), no contexto escolar.

### 1.1.1 Contribuições de Piaget

Piaget foi um dos mais importantes autores da Psicologia. Suas obras exerceram, durante todo o século XX, uma notável influência nos estudos relacionados à Psicologia da Inteligência. Contudo, devido à consistência das suas obras, a importância de Piaget atingiu proporções para além da perspectiva intrínseca da inteligência (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019).

Em suas pesquisas Piaget buscou entender o “desenvolvimento cognitivo, no qual aprendizagem não é um conceito central” (Moreira, 1999, p. 12). No entanto, segundo Carvalho (2011), os trabalhos piagetianos contribuem substancialmente para o processo ensino-aprendizagem:

O conteúdo trabalhado por Piaget é o nosso conteúdo e o objetivo da epistemologia genética - compreender como o indivíduo constrói o conhecimento científico, é uma base teórica de grande importância quando queremos planejar um ensino que leve um indivíduo, nesse caso o nosso aluno, a construir o conhecimento científico (Carvalho 2011, p. 3).

Segundo Piaget (1999), a construção do conhecimento não parte nem do objeto nem do sujeito, mas da interação entre eles. Tais interações podem surgir espontaneamente no indivíduo ou serem estimuladas externamente. É a partir da articulação entre os fatores externos e internos que o conhecimento se constrói (Santos *et al.*, 2021).

As obras de Piaget surpreendem pelo volume. Os temas nelas tratados trazem uma imensa contribuição ao entendimento dos processos cognitivos promotores do desenvolvimento da inteligência humana. Ressalta-se, no entanto, que buscamos como suporte teórico apenas alguns conceitos da teoria piagetiana: Assimilação; Acomodação; Equilibração majorante; Abstrações empírica e reflexiva.

Explicita-se os referidos conceitos da seguinte forma: *Assimilação* (interpretação) – refere-se ao primeiro contato do sujeito com o objeto do conhecimento, momento no qual o sujeito interpreta o objeto, retirando dele algumas informações e ignorando outras; *Acomodação* (modificação) - as estruturas mentais se modificam para acomodar as informações retidas na assimilação; *Equilibração majorante* - a Assimilação provoca uma Desequilibração, já que as novas informações precisam ser acomodadas na estrutura mental. O processo dinâmico entre Assimilação e Acomodação, promove uma nova organização mental, denominada Equilibração; *Abstrações Empírica e Reflexiva* - Abstração Empírica são informações retiradas diretamente do contato com o objeto do conhecimento e Abstração Reflexiva remete ao “pensar sobre”, na perspectiva de como o sujeito se relaciona com

esse objeto (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019).

### 1.1.2 Contribuições de Vygotsky

Vygotsky foi responsável por uma vasta produção científica tratando de temas diversificados, tais como: Neuropsicologia, Linguagem e Educação. A clara valorização da atuação pedagógica e da atuação do professor em suas obras, atraiu a atenção dos educadores para as perspectivas vygotskianas (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019).

Segundo Moreira (2021), os elementos culturais e a interação social são peças chave para o entendimento do desenvolvimento cognitivo, na teoria vygotskyana. Dessa forma, pode-se afirmar que “é pela interiorização de instrumentos e sistemas de signos produzidos culturalmente que se dá o desenvolvimento cognitivo” (Moreira, 2021, p. 96).

Um instrumento é algo material, utilizado com alguma finalidade, enquanto os signos podem ser imateriais que geram significados, que remetem a uma nova realidade, não àquela imediatamente dada. Para internalizar signos, os indivíduos têm que captar os significados já aceitos e compartilhados num determinado contexto social e é por meio da interação entre os indivíduos que isso ocorre (Santos *et al.*, 2021, p. 145).

Neste contexto, os instrumentos representam uma ação externa ao indivíduo, que se mostra capaz de administrar a atividade humana; enquanto a internalização de signos provoca uma ação interna, causando mudanças comportamentais (Vygotsky, 1991). Contudo, salienta-se que a internalização não deve ser confundida como uma transmissão de uma atividade externa para o plano interno, pois internalizar envolve uma série de transformações do próprio processo (Castorina *et al.*, 1990). Haja vista que, trata-se de uma ação humana e, como toda construção humana, sofre influência das especificidades e vivências do indivíduo.

Nesta pesquisa, nos limitaremos em abordar estes dois pontos da teoria de Vygotsky considerados fundamentais para essa proposta de pesquisa: A interação social, como promotora de processos mentais superiores, e os elementos culturais, como mediadores da interação entre indivíduos (Santos *et al.*, 2021).

### 1.1.3 Relação entre o Ensino de Ciências por Investigação e as Teorias de Piaget e Vygotsky

Enquanto abordagem, o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) abarca uma imensa possibilidade de recursos didáticos, uma vez que não está ligada a um conteúdo ou método e sim à

intencionalidade do professor. Sendo assim, é preciso que o professor em seu fazer pedagógico prime pelo viés investigativo de tais recursos, para a promoção da participação ativa dos estudantes na construção do próprio conhecimento (Sasseron, 2015).

Segundo Carvalho (2013), a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) é uma materialização do EnCI na qual os estudantes têm condições de iniciar conhecimentos novos a partir dos conhecimentos prévios, fazendo a transposição dos conhecimentos espontâneos para os científicos historicamente construídos.

Nesse sentido, a referida pesquisadora propôs uma sequência de atividades-chave (etapas) a serem contempladas em uma SEI, são elas: “1) Problema contextualizado; 2) Atividades de Sistematização coletiva; 3) Atividade de contextualização do conhecimento; 4) Atividade de Avaliação e/ou aplicação” (Carvalho, 2013, p. 9-10). Essas atividades compõem um ciclo que não deve ser interpretado como um modelo rígido. Tais ciclos podem ser repetidos, para atender às especificidades de objetos do conhecimento mais complexos, bem como outras atividades podem ser acrescentadas a eles, de acordo com a intencionalidade do professor.

Com o intuito de evidenciar as contribuições dos aportes teóricos de Piaget e Vygotsky para a organização do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), apresentamos no Quadro 2 alguns conceitos das teorias piagetianas e vygotskyanas, fazendo a associação de tais conceitos com as etapas 1, 2 e 3 da Sequência Ensino Investigativa, à luz de Carvalho (2013).

**Quadro 2** - Contribuições de Piaget e Vygotsky para a organização das etapas do EnCI.

<b>1ª ETAPA: Problema contextualizado</b>	
<b>Levantamento dos conhecimentos prévios</b>	
<b>Piaget</b>	<b>Vygotsky</b>
• Equilibração.	• Zona de desenvolvimento real.
<b>Contribuição para a organização do ensino</b>	
Todo conhecimento tem origem em um conhecimento preexistente.	O desenvolvimento consolidado capacita o estudante a utilizar o seu conhecimento de forma autônoma na solução de problemas.
<b>Problema</b>	
<b>Piaget</b>	<b>Vygotsky</b>
• Assimilação; Acomodação; Equilibração majorante. • Abstração empírica (ação manipulativa).	• Elementos culturais (Instrumentos). • Interação social. • Zona de desenvolvimento potencial (ZDP).
<b>Contribuição para a organização do ensino</b>	
• Participação ativa do estudante. • Construção conceitos pelo estudante.	• Comunicação professor-estudante-ambiente. • Auxílio do professor ou de outro estudante (trabalho em grupo).

<b>2ª e 3ª ETAPA:</b> Atividade de sistematização coletiva/Atividade de contextualização do conhecimento	
<b>Piaget</b>	<b>Vygotsky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstração reflexiva.</li> <li>• Equilibração (reequilibração).</li> </ul> <p style="text-align: right;">majorante</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interação social.</li> <li>• Elementos culturais (Signos).</li> <li>• Funções mentais elevadas são construídas por interação social.</li> <li>• Zona de desenvolvimento potencial (ZDP).</li> </ul>
<b>Contribuição para a organização do ensino</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passagem da ação manipulativa para a ação intelectual.</li> <li>• Tomada de consciência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificação da interação professor-estudante em sala de aula.</li> <li>• A linguagem como artefato cultural de interação em sala de aula, com função transformadora da mente.</li> <li>• Auxílio do professor ou de outro estudante (trabalho em grupo).</li> </ul>

Fonte: Construção própria, referenciado em Carvalho (2013).

Na primeira etapa de uma abordagem investigativa sugere-se o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Trata-se de uma retomada de ideias, ou “conceitos espontâneos” (Santos *et al.*, 2021, p. 145), como ponto de partida para a formulação do problema a ser investigado. A relevância dessa etapa se sustenta no conceito da Equilibração de Piaget e Zona de Desenvolvimento Real de Vygotsky.

Ambos os conceitos partem da premissa de que o sujeito não é uma caixa vazia a ser preenchida. Em Piaget tem-se que os conhecimentos assimilados são organizados na estrutura cognitiva, gerando novas estruturas assimiladoras (Moreira, 2021). Em Vygotsky, a Zona de Desenvolvimento Real refere-se aos conhecimentos já concretizados sobre os quais os estudantes têm domínio (Carvalho, 2013).

Em seguida, tem-se a apresentação do problema. Na tentativa de solucionar o problema o estudante levanta hipóteses baseadas naquilo que ele já conhece. Uma característica central nas pesquisas piagetianas, que contribui significativamente no processo ensino-aprendizagem, é a importância de um problema (Carvalho, 2013). Segundo Piaget (2010), o desenvolvimento da inteligência ocorre por mecanismos de Assimilação e Acomodação. À interpretação do problema (objeto do conhecimento) denomina-se Assimilação. A resistência que o objeto oferece em ser interpretado provoca um desequilíbrio das estruturas cognitivas que precisam, então, se modificar para acomodar as informações retidas a respeito do objeto. A Acomodação das novas informações promove o processo da Equilibração majorante, com novos esquemas de Assimilação (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019).

Nessa etapa do EnCI, identifica-se duas contribuições diretas de Piaget: 1) A Abstração

empírica (ação manipulativa) - as informações são retiradas diretamente do contato com o objeto do conhecimento (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019). Neste contexto, o problema pode ser apresentado de várias formas: atividade experimental; demonstração investigativa ou atividade não experimental; 2) A participação ativa do estudante - partindo de um problema a ser resolvido pelo estudante, este se torna protagonista; o foco do processo ensino-aprendizagem passa do professor (processo de transmissão-recepção) para o estudante (processo ativo de construção do conhecimento), orientado pelo professor (Carvalho, 2013; Diesel; Baldez; Martins, 2017; Sasseron, 2015; Santos *et al.*, 2021). Um bom problema é aquele que oportuniza o levantamento e a testagem de hipóteses; o erro e separação de variáveis; a argumentação e a elaboração de explicações causais para o fenômeno apresentado (Carvalho, 2013). O problema provoca o envolvimento dos estudantes e é potencialmente capaz de favorecer a transformação do saber espontâneo ao saber científico (Cappecchi, 2013), na medida em que as hipóteses sejam levantadas e se busque respostas para elas.

Essa etapa se fundamenta também em três conceitos de Vygotsky: A Interação social; os Elementos culturais (instrumentos) e a Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP). 1) *Interação social* - é através da interação social “que o sujeito irá apropriar-se e internalizar os instrumentos e os signos e, conseqüentemente, desenvolve-se cognitivamente” (Diesel; Baldez; Martins, 2017, p. 281); 2) *Elementos culturais* (instrumentos) – algo material que pode ser usado para fazer alguma ação. Os instrumentos são mediadores entre os indivíduos e o meio, bem como entre os indivíduos entre si (Santos *et al.*, 2021); 3) *ZDP - nível de desenvolvimento* medido pela capacidade de solucionar problemas com ajuda de alguém mais experiente (Carvalho, 2013).

A respeito da Interação social entende-se que ela encontra contribuições nas teorias piagetiana e vigotskyana. A interação social mediada pelos artefatos culturais é uma peça chave da teoria de Vygotsky. Contudo, no processo ensino-aprendizagem, a interação social não se define apenas pela comunicação entre os indivíduos, mas também entre esses e o ambiente e com o próprio o problema (Carvalho, 2013). Dessa forma, a interação baseada na psicologia genética de Piaget traz um complemento àquela postulada por Vygotsky, na medida em que promove a exploração do meio físico e a liberdade de escolha entre as tarefas e a melhor forma de executá-las, dando abertura para a criatividade e espírito investigativo (Bona; Drey, 2013).

Na segunda e terceira etapa, denominadas “Atividade de sistematização coletiva” e “Atividade de contextualização do conhecimento”, respectivamente, promove-se um debate entre todos os estudantes e o professor. Ao ouvir o outro, ao responder ao professor, o estudante não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado. O professor busca a participação dos estudantes por meio de perguntas, levando-os a tomarem consciência da ação deles (Carvalho, 2013). É através da tomada de consciência que ocorre a

passagem da ação manipulativa para a ação intelectual.

Na sistematização coletiva o estudante irá organizar e sistematizar os conhecimentos adquiridos (Zômpero; Laburú, 2011). Através das atividades de contextualização, procura-se evidenciar a aplicação do conhecimento estudado e sua importância do ponto de vista social (Carvalho, 2013).

As etapas mencionadas se fundamentam em dois conceitos de Piaget: Equilibração majorante e Abstração reflexiva; e dois de Vygotsky: Interação social e ZDP. Piaget: 1) *Equilibração majorante* - desenvolvimento da inteligência pela acomodação de novos conceitos científicos, bem como de atitudes e valores próprios da Ciência (Santos *et al.*, 2021). 2) *Abstração reflexiva* - durante a socialização acontece a comunicação das hipóteses levantadas e dos caminhos traçados para se alcançar uma possível solução do problema, que se traduz em “pensar sobre” como o sujeito se relaciona com o objeto (La Taille; Oliveira; Dantas, 2019). Vygotsky: 1) *Interação social* - momento de construção coletiva, onde se destaca a linguagem como artefato cultural capaz de promover a tomada de consciência. Quando os estudantes expõem suas ações, eles tomam consciência sobre elas e sobre a forma que se organizaram para chegar aos resultados (Carvalho, 2013); 2) *ZDP* – destaca-se o trabalho em grupo, no qual há a construção do conhecimento pelos estudantes de forma colaborativa e a importância do papel mediador do professor, facilitando a internalização e reconstrução de conceitos. Cabe ao professor incitar o uso da linguagem própria das Ciências e fazer as intervenções necessárias, zelando pelo emprego correto dos conceitos científicos (Carvalho, 2013), com o objetivo de promover a Alfabetização Científica dos estudantes. Recomenda-se, ainda, que após a sistematização coletiva, faça-se uma sistematização individual – através de uma produção de um texto ou um desenho, de forma que escrevendo o estudante faça a tomada de consciência de suas ações.

Quanto à atividade de avaliação, essa deve ser formativa, através de observação e registro pelo professor (para conteúdos processuais e atitudinais) e autoavaliação pelos estudantes. Avaliações com foco na aprendizagem conceitual devem ser constituídas por questionamentos, construção de painel, cruzadinhas, entre outras (Carvalho, 2013).

## **1.2 Construção da Sequência de Ensino Investigativa**

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI), aqui apresentada como produto educacional vinculado a dissertação: “Perspectivas das práticas investigativas para a promoção da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental”, é composta por atividades interligadas e foi elaborada de acordo

com as etapas propostas por Carvalho (2013). As atividades foram selecionadas buscando-se contemplar os três Eixos estruturantes da Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008); e observando-se os elementos investigativos descritos por Cardoso e Scarpa (2018), na ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI).

Os Eixos estruturantes da Alfabetização Científica nortearam a seleção das atividades de modo que as mesmas fossem coerentes com o objetivo de viabilizar o desenvolvimento das habilidades inerentes aos indivíduos cientificamente alfabetizados; e o DEEnCI trouxe uma reflexão sobre a abordagem investigativa das atividades, possibilitando um equilíbrio entre os aspectos práticos do fazer científico e o desenvolvimento de conceitos e de ideias; e da discussão e justificação dos mesmos (Cardoso; Scarpa, 2018).

Quanto ao Tema, a SEI contempla o objeto do conhecimento “Mecanismos Reprodutivos” da unidade temática “Vida e Evolução” e foi construída para se trabalhar a habilidade (EF08CI07): Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos - em consonância com Documento Curricular para Goiás - Ampliado (DC-GO Ampliado), corte temporal (bimestralidade) para o 3º bimestre do 8º ano do Ensino Fundamental (GOIÁS, 2019), período da sua aplicação no contexto real de ensino – tendo sido previstas onze aulas para o seu desenvolvimento.

As atividades propostas pela SEI são do tipo estruturadas, quando “cabe ao professor o estabelecimento das questões e os modos de investigá-las” (Cardoso; Scarpa, 2018, p. 1031); e foram norteadas pelo problema: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo”? O Quadro 3 apresenta de forma simplificada a organização das etapas da SEI contempladas nas ações pedagógicas por aula, à luz de Carvalho (2013), em uma versão adaptada às especificidades desta pesquisa. As etapas instrucionais serão apresentadas no próximo tópico.

**Quadro 3** - Organização das etapas da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) contempladas nas ações pedagógicas por aula.

<b>Aulas</b>	<b>Etapas</b>	<b>Ações a serem realizadas</b>
01	Motivação inicial.	• Atividade manipulativa (caixa misteriosa - desafio).
	O problema.	• Apresentação da pergunta de pesquisa.
	Levantamento dos conhecimentos prévios.	• Nuvem de ideias.
02	Levantamento dos conhecimentos prévios.	• Produção de um mapa mental. • Produção de texto.

03	Resolução do problema. Sistematização coletiva. Contextualização/Organização do conhecimento.	• Ideias com café.
04 e 05	Resolução do problema. Sistematização coletiva.	• Pesquisa orientada (em grupo).
06	Sistematização coletiva.	• Produção de um <i>folder</i> ilustrado.
07	Sistematização individual.	• Jogo (aplicativo <i>kahoot</i> ).
	Sistematização coletiva.	• Roda de conversa.
	Contextualização/Organização do conhecimento.	
08	Resolução do problema.	• Aula prática - Dissecção de uma flor.
	Sistematização individual.	• Atividade: “Anatomia de uma flor”.
09	Contextualização/Organização do conhecimento.	• Apresentação de um vídeo (reprodução das plantas com e sem flores; a formação do fruto e enxertia feita nas rosas). • Pesquisa individual, tema: Mecanismos Reprodutivos x CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente).
10	Sistematização individual. Contextualização/Organização do conhecimento.	• Avaliação dos <i>folders</i> .
11	Avaliação.	• Produção de um mapa mental. • Produção de texto.

Fonte: Construção própria, referenciado em Carvalho (2013).

Segundo Carvalho (2013) as etapas da SEI compõem um ciclo. No entanto, cabe ao professor avaliar a necessidade de repetição ou acréscimo de etapas, bem como a seleção de atividades que favoreçam a sua intencionalidade.

Na seleção das atividades da SEI procurou-se contemplar os três Eixos estruturantes da Alfabetização Científica, propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Nessa perspectiva, as atividades selecionadas possuíam metodologias diversificadas e objetivos bem definidos, que no nosso entendimento poderiam favorecer o desenvolvimento das habilidades almejadas em cada Eixo estruturante para a promoção da AC dos estudantes. O quadro 4 apresenta o enquadramento das atividades propostas na SEI, em grupos: A, B e C, nos eixos estruturantes da Alfabetização Científica.

**Quadro 4** – Enquadramento das atividades propostas na SEI nos Eixos estruturantes da Alfabetização Científica.

Eixos estruturantes		Atividades propostas
---------------------	--	----------------------

1	Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.	GRUPO A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuvem de ideias.</li> <li>• Produção de mapa mental.</li> <li>• Ideias com café.</li> <li>• Produção de <i>folder</i>.</li> <li>• Jogo no aplicativo <i>Kahoot</i>.</li> <li>• Atividade “Anatomia de uma flor”.</li> </ul>
2	Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.	GRUPO B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa orientada.</li> <li>• Aula prática de dissecação de uma flor.</li> <li>• Avaliação dos <i>folders</i>.</li> <li>• Produção de texto.</li> </ul>
3	Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.	GRUPO C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de um vídeo.</li> <li>• Pesquisa individual “Mecanismos Reprodutivos x CTSA”.</li> </ul>

Fonte: Construção própria, referenciado em Sasseron e Carvalho (2008).

Na ótica dessa pesquisa, as atividades elaboradas viabilizam o desenvolvimento das habilidades inerentes aos indivíduos cientificamente alfabetizados que cada eixo preconiza devido ao objetivo de cada grupo de atividades: *Grupo A* - favorecer a construção de significados e a compreensão de conceitos-chave próprios da linguagem da Ciência; *Grupo B* - realizar análises e sínteses através de métodos inerentes à prática científica, envolvendo não apenas as práticas experimentais, mas também a investigação por meio do levantamento de dados, da checagem de informações e da validação pelos pares; *Grupo C* – Identificar as aplicações do conhecimento científico no cotidiano, de forma a compreender a Ciência e a tecnologia como constructos humanos.

## Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

<b>Unidade temática</b>	Vida e Evolução
<b>Habilidade (EF08CI07)</b>	Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.
<b>Objeto do conhecimento</b>	Mecanismos Reprodutivos
<b>Bimestralidade</b>	3º bimestre
<b>Etapa/nível</b>	8º ano – Ensino Fundamental
<b>Número de aulas previstas</b>	11 h/a

Fonte: Construção própria, referenciado no DC-GO Ampliado (GOIÁS, 2019).

### Aula 1

**Objetivo:** Identificar e investigar os itens presentes na "Caixa misteriosa"; estabelecer conexões entre os objetos investigados; levantar hipóteses sobre o tema central da "Caixa misteriosa" com base na análise do seu conteúdo; comunicar as suas ideias de forma clara, tanto verbalmente quanto por escrito.

**Etapa:** Motivação inicial; levantamento dos conhecimentos prévios; proposição da problemática.

**Materiais:** “Caixa misteriosa” contendo materiais para manipulação (Apêndice A), que representem o ciclo reprodutivo de alguns seres vivos (Obs: contemple seres de diferentes reinos); e uma folha xerocopiada - “nuvem de ideias” (Apêndice B) (Se preferir, essa atividade pode ser feita diretamente no caderno).

**Sugestão para montagem da “caixa misteriosa”:** Uma batata inglesa brotando; uma placa de Petri de acrílico com a imagem de colônias de bactérias coladas por dentro da placa; um álbum com três fotos: uma planária segmentada, a bipartição de uma bactéria e um pão mofado. Na parte de baixo da caixa, coloque uma “pista secreta” (imagem de um óvulo sendo fecundado).

**Procedimentos:** Como motivação inicial, sugerimos que o professor(a) leve a turma para um ambiente externo à sala de aula, onde haja mesas com cadeiras (pode-se permanecer na própria sala de aula. Porém, ao sair para um outro ambiente, já preparado para a atividade, potencializa-se a motivação dos estudantes).

Inicie a atividade pedindo que eles se organizem em grupos com quatro estudantes. Entregue uma “caixa misteriosa” para cada grupo. Estimule a imaginação dos estudantes dizendo que eles atuarão como investigadores e que na “caixa misteriosa” estão as pistas para eles desvendarem um mistério (desafio). Oriente-os que as pistas não têm relação direta entre si, mas convergem para um mesmo tema. Em seguida, proponha-lhes o desafio: Qual o tema da “caixa misteriosa”? Estabeleça um tempo de aproximadamente 10 minutos para eles resolverem o desafio.

Durante o desafio favoreça o diálogo entre os estudantes e, sempre que for chamado(a) nos grupos, atente-se para não dar respostas às suas perguntas. Ao contrário disso, estimule a fala deles com perguntas do tipo: “O que vocês acham? Porque vocês acham isso? Vocês concordam?” Aproveite a fala dos estudantes para fazer novas perguntas.

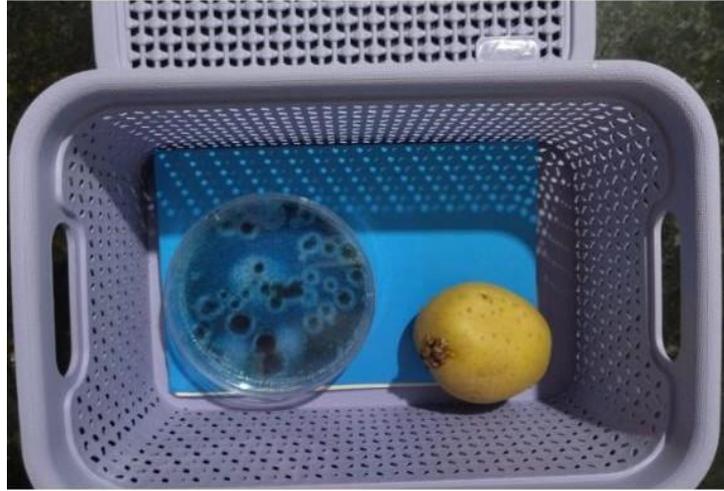
Espera-se que durante o processo de manipulação do material contido na “caixa misteriosa” alguém mencione o tema “Reprodução”. Caso nenhum grupo descubra o tema, diga a eles que tem uma “pista secreta” escondida em algum lugar da “caixa misteriosa”. Espera-se que ao ver essa imagem eles a correlacionem com a reprodução. Caso isso não aconteça, faça perguntas que os instiguem até que eles sejam capazes de correlacionar. Decorridos os 10 minutos, chame a atenção da turma e pergunte: “vocês conseguiram resolver o desafio? Qual o tema da caixa?”

Em seguida, inicie uma discussão. Para isso, retire os itens da caixa, e vá mostrando, um por vez, à turma. Faça perguntas do tipo: “o que é isso?” Aproveite a fala deles para fazer novas perguntas, complementar informações e/ou fazer as devidas correções. No final, pergunte a eles: “o que esses objetos têm em comum?” Após explicitar que o tema da “caixa misteriosa” é Reprodução, delimite o tema da SEI dizendo-lhes que as atividades se limitarão ao objeto de estudo “Mecanismos Reprodutivos”.

Após a fase de motivação inicial, apresente o problema de pesquisa aos estudantes projetando/escrevendo no quadro a pergunta de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Peça que os estudantes façam a leitura coletiva da pergunta de pesquisa. Deixe claro que essa pergunta norteará todas as atividades da SEI. Em seguida, oriente os estudantes a desfazerem os grupos e entregue uma folha xerocopiada para cada estudante colar no caderno (nuvem de ideias). Explique que essa atividade é individual e que não deve haver comunicação entre eles; porém, não se trata de uma avaliação, mas de um levantamento do que eles já sabem sobre os “Mecanismos Reprodutivos”. Deixe claro que não existe resposta certa ou

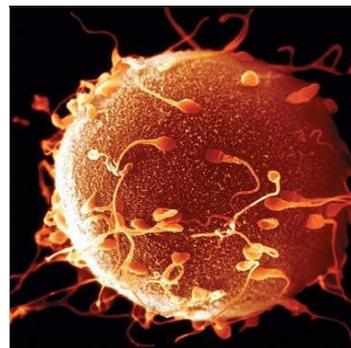
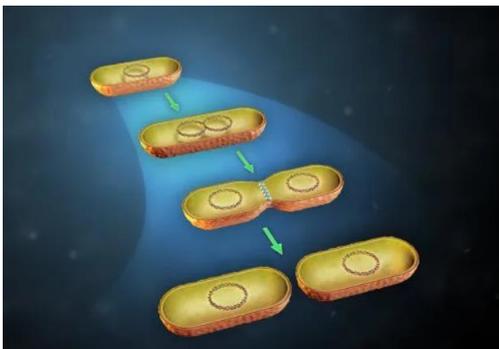
errada, são hipóteses; e que eles podem registrar todas as ideias que acharem pertinentes ao tema, mesmo que sejam apenas palavras soltas.

## Apêndice A – Caixa misteriosa

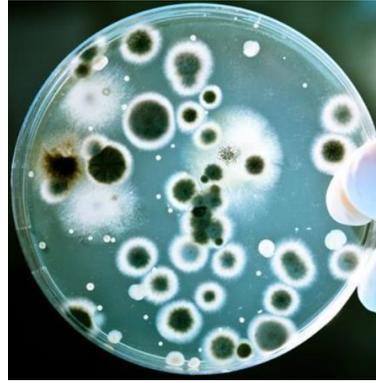


Conteúdo da caixa - materiais em meio físico que contenham o ciclo reprodutivo de alguns seres vivos

### Fotos

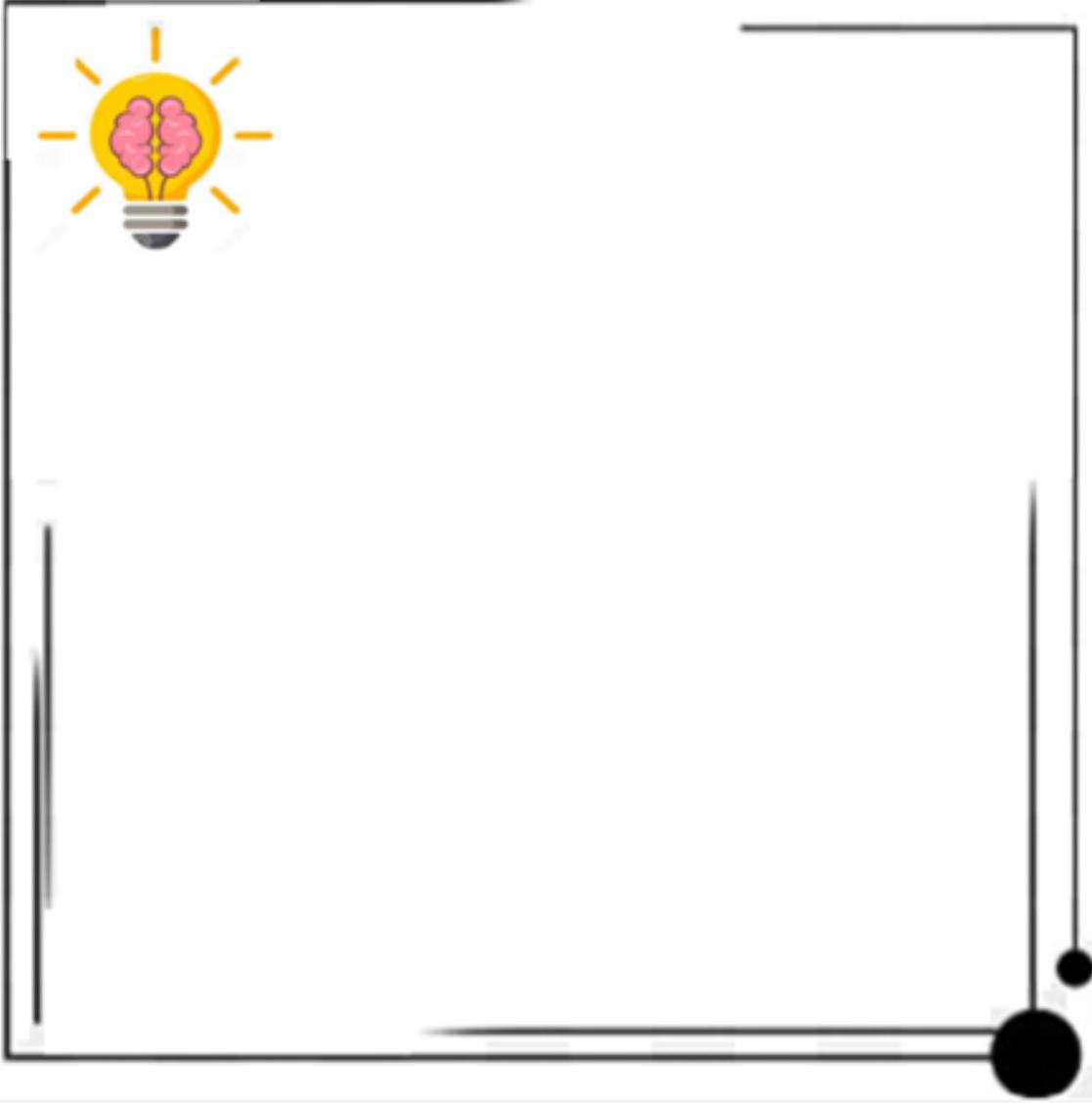


## Materiais reais



**Obs:** A placa de petri foi montada com cola de isopor e uma imagem impressa em transparência adesiva, não oferecendo nenhum risco de contaminação.

## Apêndice B – Nuvem de ideias

(CABEÇALHO DA UNIDADE DE ENSINO)
<b>MECANISMOS REPRODUTIVOS – NUVEM DE IDEIAS</b>
<b>Habilidade:</b> (EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.
<b>PROBLEMA:</b> "Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?"


## *Aula 2*

**Objetivo:** Desenvolver a habilidade de organizar as suas ideias e expressá-las de maneira coerente, utilizando a estrutura adequada de um texto e observando a norma culta da língua portuguesa.

**Etapa:** Levantamento dos conhecimentos prévios.

**Materiais:** Uma folha de papel A4 (em branco) e uma folha própria para produção de texto (Apêndice C).

**Procedimentos:** Inicie a aula retomando o problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” E relembrando os estudantes que todas as atividades objetivam responder a essa pergunta. Em seguida, entregue uma folha A4 (em branco) e uma folha própria para produção de texto. Peça que os estudantes abram o caderno na atividade anterior (nuvem de ideias) e leiam as ideias registradas.

Proponha que os estudantes organizem as referidas ideias, produzindo um mapa mental na folha A4. Oriente-os que a construção do mapa mental objetiva promover o desencadeamento de um pensamento, uma linha de raciocínio; que eles podem usar cores e desenhos; e que as palavras da nuvem de ideias que não estiverem coerentes com o objeto de estudo deverão ser suprimidas, enquanto outras poderão ser acrescentadas no mapa mental.

Na sequência, peça que estrutrem um texto, na folha própria para produção de texto, a partir do mapa mental produzido.

Apêndice C – Produção de texto

(CABEÇALHO DA UNIDADE DE ENSINO)

**PROBLEMA:** "Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?"



**PRODUÇÃO DE TEXTO:**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

## Aula 3

**Objetivo:** Levantar hipóteses sobre o tema estudado; comunicar suas ideias de forma clara e coerente; apresentar argumentos para defender seu ponto de vista.

**Etapa:** Resolução do problema; Sistematização coletiva; Contextualização/Organização do conhecimento.

**Materiais:** Uma folha xerocopiada - “Ideias com café” (Apêndice D).

**Procedimentos:** Inicie a aula questionando os estudantes sobre o que foi feito nas aulas anteriores e relembrando-os sobre o problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Em seguida, entregue aos estudantes uma folha xerocopiada “Ideias com café”, e informe-os que o objetivo dessa atividade é a socialização das ideias registradas anteriormente. Oriente-os a fazer o registro das ideias que forem surgindo durante a aula, sejam elas ideias próprias ou aquelas que se despertaram através da escuta e interação com os colegas. Construa uma “nuvem de ideias” da turma com o aplicativo *Pro Word Cloud* e projete-a ou peça para os estudantes falarem as palavras que escreveram na “nuvem de ideias” e faça o registro das mais recorrentes no quadro. Na sequência, inicie uma discussão. Ordenadamente, os estudantes devem escolher uma palavra registrada e argumentar sobre como essa ideia se relaciona ao problema. Na medida em que as falas forem acontecendo, indague a turma com perguntas do tipo: “você concorda?” Se alguém discordar, peça que justifique o porquê. Deixe que os estudantes compartilhem as suas opiniões e levantem hipóteses sobre o tema. Não se preocupe em responder aos seus questionamentos, mas em estimulá-los a pensar e comunicar as suas ideias.

## Apêndice D – Ideias com café

(CABEÇALHO DA UNIDADE DE ENSINO)

**MECANISMOS REPRODUTIVOS – IDEIAS COM CAFÉ**

**Habilidade:** (EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.

**PROBLEMA:** "Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?"



## Aula 4

**Objetivo:** Colaborar de forma eficaz em equipe; distribuir e assumir responsabilidades de maneira organizada; pesquisar em fontes confiáveis e verificar a precisão das informações obtidas.

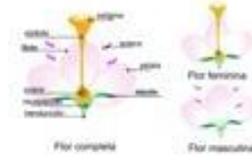
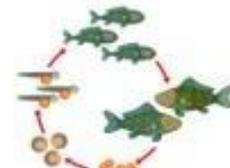
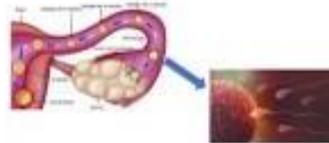
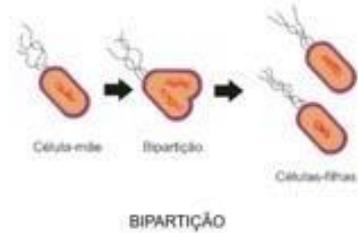
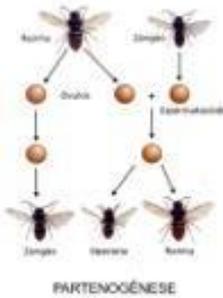
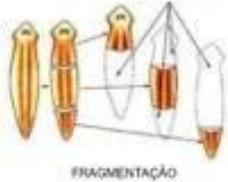
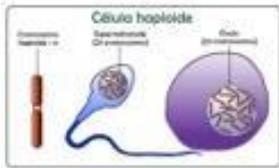
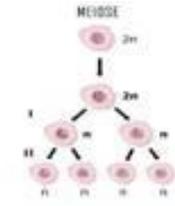
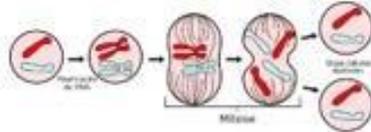
**Etapa:** Resolução do problema; Sistematização coletiva.

**Materiais:** Um envelope com cartões (imagens nomeadas relacionadas ao tema em estudo. No verso dos cartões, deverão estar alguns pontos-chave para direcionar a pesquisa) (Apêndice E); uma folha xerocopiada – “Quem sou eu” (Apêndice F); *chromebooks*; caderno, lápis, borracha, caneta.

**Procedimentos:** Inicie a aula questionando os estudantes sobre o que foi feito nas aulas anteriores e relembrando o problema de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Em seguida, peça aos estudantes que se organizem em grupos de no máximo quatro integrantes. Distribua para cada grupo quatro *chromebooks*; um envelope com cartões e uma folha xerocopiada (Quem sou eu).

Oriente-os a fazer a leitura da imagem nos cartões. A partir dessa leitura, os estudantes deverão fazer uma pesquisa para separar as imagens em dois envelopes definidos como Reprodução assexuada e sexuada (Quem sou eu). Este é um trabalho em equipe. Ao ler os cartões, os estudantes devem se organizar e decidir como farão a pesquisa, dividindo tarefas e estabelecendo as metas a serem cumpridas. Paralelamente à pesquisa, deverão fazer o registro das informações, de forma sucinta, no caderno.

### Apêndice E – Cartões com imagens nomeadas



## Apêndice F – Quem sou eu?

(CABEÇALHO DA UNIDADE DE ENSINO)

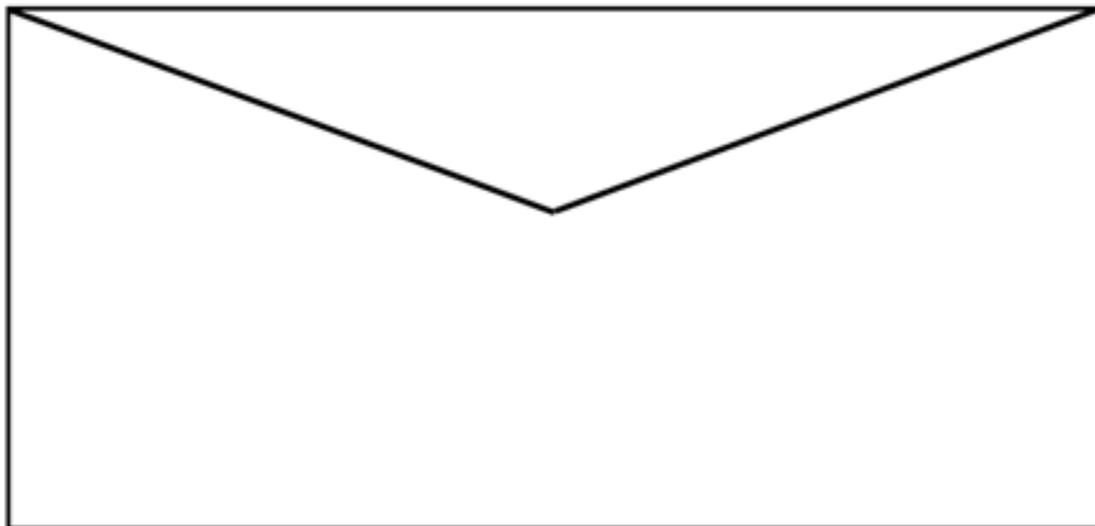
### QUEM SOU EU?



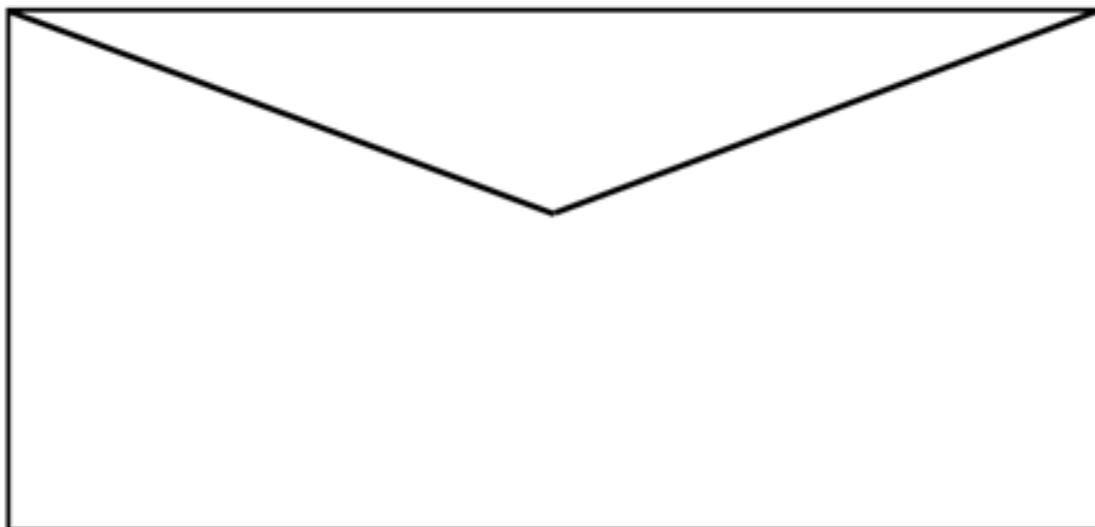
Vamos jogar o "Quem sou eu" sobre os tipos de reprodução dos seres vivos. Descubra o grande universo dos mecanismos reprodutivos, enquanto testa suas habilidades de investigação!

Este é um trabalho em equipe e cada membro do grupo é um investigador. Ao ler os cartões, dividam tarefas e estabeleçam metas a serem cumpridas. Feito isso, "mãos à obra". PESQUISEM! As imagens e descrições nos cartões são pistas. No verso de cada cartão, estão pontos-chave para orientar as suas descobertas.

### REPRODUÇÃO ASSEXUADA



### REPRODUÇÃO SEXUADA



## Aula 5

**Objetivo:** Revisar e avaliar as informações obtidas na pesquisa; colaborar de forma eficaz em equipe; distribuir e assumir responsabilidades de maneira organizada; pesquisar em fontes confiáveis e verificar a precisão das informações obtidas.

**Etapa:** Resolução do problema; Sistematização coletiva.

**Materiais:** Um envelope com cartões (imagens nomeadas relacionadas ao tema em estudo. No verso dos cartões deverão estar alguns pontos-chave para direcionar a pesquisa); uma folha xerocopiada – “Quem sou eu”; *chromebooks*; caderno, lápis, borracha, caneta.

**Procedimentos:** Inicie a aula retomando a atividade da aula anterior e informando os estudantes que eles deverão dar continuidade à pesquisa, nos mesmos grupos. Oriente-os a visitar os cartões e a socializar as suas anotações com o grupo, confrontando as informações. Incentive-os a sintetizar as informações em textos curtos e objetivos (buscando sempre mais de uma fonte de informação e sites confiáveis).

Peça que os estudantes tragam, na próxima aula, imagens pequenas relacionadas à reprodução, papéis coloridos e materiais para colagem.

## *Aula 6*

**Objetivo:** Sintetizar os dados da pesquisa de forma concisa e organizada; elaborar material informativo com base nas informações reunidas; colaborar em equipe de maneira eficiente.

**Etapa:** Sistematização coletiva.

**Materiais:** Folha papel A4 (em branco).

**Procedimentos:** Inicie a aula dizendo aos estudantes que eles deverão se sentar nos mesmos grupos e que irão produzir um folder informativo com as informações registradas no caderno durante a pesquisa das aulas anteriores, em um trabalho individual, porém colaborativo. Incentive-os a usar a criatividade para ilustrar o folder, mas mantenha uma certa distância para favorecer a troca de informações entre eles. Recolha o material produzido no final da aula, essa é uma boa fonte de avaliação de uma Alfabetização Científica em desenvolvimento.

## Aula 7

**Objetivo:** Expressar os conhecimentos adquiridos em diferentes contextos; transferir e adaptar as informações para novas situações; desenvolver o raciocínio lógico e proporcional de forma consistente.

**Etapa:** Sistematização individual; Sistematização coletiva; Contextualização/Organização do conhecimento.

**Materiais:** Jogo no aplicativo *Kahoot* – Link: <https://create.kahoot.it/share/mecanismos-reprodutivos/d8d333fd-2508-4c37-8bb7-20b1ce0c6742> (Apêndice G); *chromebooks*. 1 brinde (opcional).

**Procedimentos:** Inicie a aula informando os estudantes que a atividade proposta é um jogo no aplicativo kahoot, que cada estudante usará um chromebook para responder às perguntas sobre o tema estudado e que o vencedor ganhará um brinde (opcional).

Depois da premiação (caso opte por fazê-la), promova uma roda de conversa projetando, uma a uma, as imagens dos cartões. Peça que, ordenadamente, os estudantes digam o que sabem sobre a imagem e faça a validação com o restante da turma com perguntas do tipo: “você concorda?” Se alguém discordar, peça que justifique o porquê. Instigue a participação dos estudantes e aproveite as suas falas para fazer os questionamentos e explicações necessárias, bem como as intervenções relacionadas ao uso correto dos conceitos científicos e/ou os termos que tenham sido estranhos a eles.

Em seguida, retome as hipóteses levantadas na “nuvem de ideias” e peça que façam a comparação das hipóteses inicialmente levantadas com as conclusões após a pesquisa.

Projete a pergunta de pesquisa e questione os estudantes se as suas conclusões, após a pesquisa, ajudam a respondê-la. Pergunte se acham que essa foi a melhor forma de investigar e o que fariam de diferente.

Peça que na próxima aula os estudantes tragam flores (é importante que o professor(a) também providencie flores, para garantir a execução da atividade).

## Apêndice G – Jogo Kahoot

- Para jogar acesse o Link ou o *QR code*



<https://create.kahoot.it/share/mecanismos-reprodutivos/d8d333fd-2508-4c37-8bb7-20b1ce0c6742>

- Perguntas do Jogo Kahoot:

1

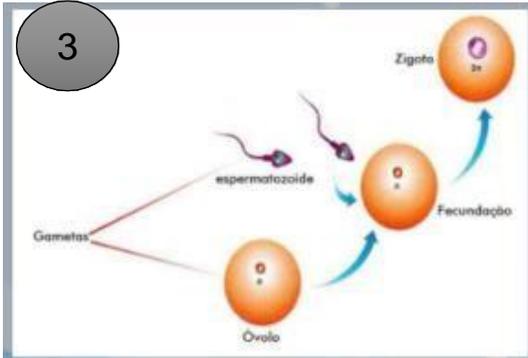
Nas bactérias, geralmente, observa-se a divisão de uma célula em duas, em um tipo de reprodução conhecido como:

Reprodução assexuada.	Conjugação
Reprodução sexuada.	Partenogênese.

2

Um aluno concluiu que seres que realizam fecundação externa realizam reprodução assexuada. Ele está correto?

Não, pois a reprodução assexuada é exclusiva das bactérias.	Sim, pois na reprodução sexuada é obrigatório haver relação sexual.
Não, pois para ser rep. sexuada basta a combinação do material genético.	Não, pois para a reprodução sexuada basta existir macho e fêmea.



3  
Qual dos seguintes eventos ocorre no ciclo de vida de toda espécie com reprodução sexuada?

- Formação de células reprodutivas dotadas de flagelos.
- Cópula entre macho e fêmea.
- Fusão de núcleos celulares haploides.
- Diferenciação celular durante o desenvolvimento embrionário.



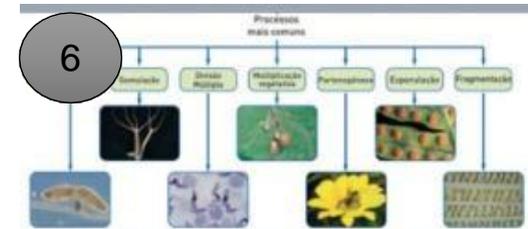
4  
A Reprodução assexuada é uma forma de reprodução rápida e fácil. A desvantagem desse modo de reprodução é que:

- Os descendentes não são duplicatas dos pais.
- Cria variação genética.
- Não cria variação genética.
- Os descendentes só se reproduzem sexuadamente.



5  
São tipos de reprodução:

- Conjugação, Estróbilo e divisão binária
- Sexuada, Brotamento e fissão
- Assexuada, Esporulação e gametófito
- Conjugação, Interna e externa



6  
Qual dos seguintes mecanismos é um exemplo de reprodução assexuada?

- fusão de gametas.
- Divisão celular por mitose.
- Formação de zigotos.
- Fertilização externa.

## Aula 8

**Objetivo:** Relacionar as informações obtidas na pesquisa com situações práticas; aplicar e expandir o conhecimento para diferentes contextos; colaborar de maneira eficaz em equipe; registrar e organizar suas ideias de forma clara.

**Etapa:** Realização do experimento; Sistematização individual.

**Materiais:** Flor; lupa eletrônica, estilete (para uso exclusivo do professor(a)); Atividade xerocopiada – “Anatomia de uma flor” (Apêndice H).

(Atenção: para essa atividade, sugere-se uma parceria com o curso de Graduação em Biologia de alguma universidade local).

**Procedimentos:** No laboratório da escola/universidade parceira ou na sala de aula, inicie a aula com uma questão disparadora: “Qual a função das flores?” Deixe que os estudantes argumentem. Promova as falas com perguntas do tipo “porquê? O que vocês acham? Vocês concordam?”

Realize a aula prática (com o auxílio dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Biologia) para a dissecação, visualização e identificação das estruturas reprodutivas das flores. Entregue aos estudantes uma folha xerocopiada (Anatomia de uma flor). Eles deverão preencher os espaços com os nomes das partes da flor de acordo com a aula prática.

No final da aula, peça que os estudantes escolham algum tema que envolva os Mecanismos Reprodutivos associados à CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) para pesquisar e trazer por escrito na próxima aula. Faça esclarecimentos sobre o significado do termo CTSA, dando exemplos do que espera deles.

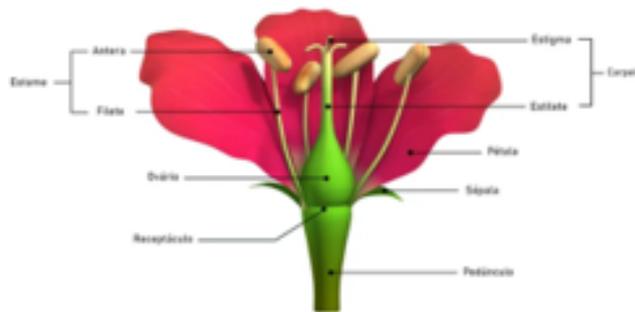
## Apêndice H – Anatomia de uma flor

### (CABEÇALHO DA UNIDADE DE ENSINO)

#### AULA PRÁTICA DE CIÊNCIAS – ANATOMIA DE UMA FLOR

**OBJETIVO:** Identificar as partes de uma flor de Hibiscus, evidenciando as suas estruturas reprodutivas.

**MATERIAIS:** Flor, papel toalha, estilete, lupa/microscópio.



<p><b>PARTE MASCULINA</b> ESTAME (FILETE+ANTERA)</p> <p>(Androceu: conjunto dos estames)</p>	<p><b>PARTE FEMININA</b> ESTIGMA+ESTILETE+OVÁRIO</p> <p>(Gineceu: estigma+estilete+ovário)</p>
<p><b>PÉTALA</b></p> <p><b>COROLA (Conjunto das pétalas)</b></p>	<p><b>SÉPALAS</b></p> <p><b>CÁLICE (conjunto de sépalas)</b></p> <p><b>RECEPTÁCULO FLORAL+PEDÚNCULO</b></p>

## Aula 9

**Objetivo:** Aplicar as informações a novos contextos e situações; apresentar verbalmente sua pesquisa para a turma; justificar a escolha do tema da pesquisa de forma coerente e fundamentada.

**Etapa:** Contextualização/Organização do conhecimento.

**Materiais:** Vídeo: “Simple But Unique Tips For Growing Roses By Grafting | How To Grow Roses At Home” (Duração: 10:38). link <https://www.youtube.com/watch?v=4Guh8TPknvU>; Pesquisa prévia (Mecanismos Reprodutivos x CTSA).

**Procedimentos:** Inicie a aula apresentando um pequeno vídeo sobre a enxertia feita nas rosas. Propicie uma discussão procurando que eles relacionem o processo apresentado no vídeo aos mecanismos reprodutivos pesquisados, evidenciando a aplicação prática do conhecimento.

Em seguida, peça para os estudantes apresentarem as pesquisas feitas. Eles deverão apresentar verbalmente o tema escolhido, defendendo a coerência com o objeto de estudo (Mecanismos Reprodutivos) associados à CTSA.

Finalize a aula questionando os estudantes sobre o que mais eles gostariam de saber sobre o tópico de investigação e discutindo outras questões que surgirem durante a investigação.

## ***Aula 10***

**Objetivo:** Revisar e avaliar criticamente as informações obtidas; relacionar as informações pesquisadas com o material analisado; oferecer críticas construtivas de forma colaborativa; demonstrar empatia e respeito pelo trabalho dos colegas.

**Etapa:** Sistematização individual/Contextualização/Organização do conhecimento.

**Materiais:** Folha papel A4; *Folders* produzidos na aula seis.

**Procedimentos:** Inicie aula informando os estudantes que a atividade consistirá na avaliação (por escrito, em uma folha de papel) dos *folders* produzidos por eles na aula seis, e que cada um avaliará e será avaliado por um colega da turma. Estabeleça que os critérios da avaliação serão: criatividade, conteúdo e organização. Em seguida, promova uma discussão dando exemplos de comunicação não agressiva, saliente a importância do respeito ao outro, do cuidado com as palavras e da empatia.

Após esse momento, entregue um *folder* e uma folha A4 (em branco) para cada estudante e peça que façam a avaliação do *folder* na folha A4. Oriente-os a identificar o nome do avaliado e do avaliador e esclareça que devem fazer as suas considerações salientando pontos positivos, negativos e oferecendo alguma sugestão de melhoria. Recolha todo o material no final da atividade, esse material é uma boa fonte para uma avaliação do desenvolvimento de uma Alfabetização Científica.

## Aula 11

**Objetivo:** Desenvolver a habilidade de organizar as suas ideias e expressá-las de maneira coerente, utilizando a estrutura adequada de um texto e observando a norma culta da língua portuguesa.

**Etapa:** Avaliação.

**Materiais:** Folha papel A4 em branco; Folha própria para produção de texto (já apresentada no Apêndice C).

**Procedimentos:** Retome com os estudantes a pergunta de pesquisa: “Como os organismos se perpetuam? Quais as estruturas e mecanismos envolvidos nesse processo?” Pergunte se eles se veem mais habilitados para falar sobre o assunto e se na concepção deles houve uma melhoria no repertório de termos científicos. Em seguida, proponha aos estudantes a produção de um mapa mental (na folha em branco) para organizar as suas ideias. Logo após, peça que produzam um texto, relacionando todas as ideias trabalhadas como forma de responder à pergunta de pesquisa.

**ETAPA DE AVALIAÇÃO:** A Avaliação deve acontecer durante todo o processo. Trata-se de uma avaliação formativa e diagnóstica. *Formativa* - através da observação e do registro pelo professor dos conteúdos processuais e atitudinais. *Diagnóstica* - com base na aprendizagem conceitual, por meio da comparação dos elementos dos textos elaborados, procurando identificar se os estudantes: apresentam de forma consistente os conhecimentos científicos; relacionam os conceitos científicos de forma adequada e coerente, com o uso correto da Linguagem Científica; realizam sistematicamente o registro das informações; conseguem trabalhar em grupo, respeitando as divisões de tarefas; fazem perguntas, ouvem as opiniões de todo o grupo e procuram encontrar as possíveis respostas antes de fazer outras questões.

## 2 Referências

BONA, A. S; DREY, R. F. Piaget e Vygotsky: um paralelo entre as ideias de cooperação e interação no desenvolvimento de um espaço de aprendizagem digital. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 2, n. 1, 2013. DOI: 10.35819/tear.v2.n1.a1783. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/1783>. Acesso em: 29 ago. 2022.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de ciências. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 21-39, 2013.

CARDOSO, M. J. C; SCARPA, D. L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Rev. Bras. de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.18, n.3, p. 1025-1059, dez, 2018.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGUINI, M. D. (Org.). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: MG: EDUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p.1-20, 2013.

CASTORINA, J. A *et al.* O debate Piaget-Vygotsky: a busca de um critério para sua avaliação. **Piaget-Vygotsky: novas contribuições para o debate**. São Paulo: Ática, 1990.

DIESEL, A; BALDEZ, A. L. S; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

GOIÁS. **Documento Curricular para Goiás – Ampliado**. Secretaria de Estado da Educação, 2019. Disponível em: <https://site.educacao.go.gov.br/files/documentos/PEDAGOGICO/Vol%20III%20Anos%20Finais.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2022.

LA TAILLE, Y; OLIVEIRA, M. K; DANTAS, H. **Piaget, Vigotski, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. Summus editorial, 2019.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 3. ed. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 2021.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia: a resposta do grande psicólogo aos problemas do ensino**. 10. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 163p, 2010.

PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

SANTOS, T. D *et al.* O Ensino por Investigação e o processo da aprendizagem na perspectiva de

Piaget e Vygotsky: Um Estudo Sobre Os Fungos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 142-164, 2021.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação - condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-62, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, 49-67, 2015.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 149f. Tese (Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência) Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZÔMPERO, A. F; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, 67-80, 2011.

Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

# Mecanismos Reprodutivos

Este livro foi produzido a partir de estudos e pesquisas sobre a Alfabetização Científica por meio da abordagem investigativa e da Teoria da Aprendizagem Significativa. Baseado nesse arcabouço teórico, mapeamos algumas das concepções já discutidas sobre esses temas e formulamos hipóteses sobre como promover oportunidades para os estudantes avançarem na Alfabetização Científica durante as aulas de Ciências.

Para isso, propomos, como ferramenta, uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que consiste em uma série de atividades interligadas e organizadas em torno de um tema científico. As atividades que compõem esta SEI foram planejadas buscando estabelecer conexões entre a prática e o fazer científico, de forma a viabilizar a construção do conhecimento pelos estudantes a partir de seus conhecimentos prévios.

ISBN: 978-65-01-15664-4



9 786501 156644

TD