



VERÔNICA RODRIGUES AMBRÓSIO PINEL

**CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL E DA
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA PARA AS PRÁTICAS
PEDAGÓGICAS**

LAVRAS – MG

2026

VERÔNICA RODRIGUES AMBRÓSIO PINEL

**CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL E DA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA PARA AS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de concentração em Formação Docente, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Jefferson Adriano Neves
Orientador

**LAVRAS – MG
2026**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Pinel, Verônica Rodrigues Ambrósio.

Contribuições da Neurociência Educacional e da Alfabetização Científica para as
Práticas Pedagógicas / Verônica Rodrigues Ambrósio Pinel. - 2026.
148 p. : il.

Orientador: Jefferson Adriano Neves

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2026.
Bibliografia.

1. Prática Pedagógica. 2. Alfabetização Científica. 3. Neurociência Educacional. 4.
Ensino de Biologia. 5. Sequência de Ensino e Aprendizagem. I. Neves, Jefferson
Adriano. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

VERÔNICA RODRIGUES AMBRÓSIO PINEL

**CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL E DA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA PARA AS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS**

**CONTRIBUTIONS OF EDUCATIONAL NEUROSCIENCE AND SCIENTIFIC
LITERACY TO PEDAGOGICAL PRACTICES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de concentração em Formação Docente, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de março de 2026.

Dr. Fábio Marineli UFLA

Dra. Marina Martins UFRB

Prof. Dr. Jefferson Adriano Neves
Orientador

**LAVRAS – MG
2026**

Dedico este trabalho ao meu esposo, Rony, parceiro com quem construo uma relação de cumplicidade, carinho, respeito e amor. Minha decisão de cursar este mestrado também foi motivada por sua trajetória como professor, na qual encontrava uma referência de docência criativa, dedicada e capaz de tornar o conhecimento algo leve, humano e que traga algum sentido para a vida de seus alunos. Busco nestas páginas homenagear a responsabilidade com que você sempre assumiu o ato de ensinar, mesmo diante das durezas que a profissão nos impõe.

AGRADECIMENTOS

A jornada para desenvolver esta pesquisa foi longa e, por vezes, desafiadora. Nela, percorri caminhos ainda desconhecidos, à procura de respostas para questionamentos que sempre me acompanharam enquanto profissional.

São muitas as pessoas a quem quero agradecer, porque representaram apoio, solidariedade, amizade e companhia nesta caminhada, e estou certa de que nada do que eu disser aqui será suficiente para demonstrar minha gratidão.

Começo agradecendo a Deus, por me acompanhar e por alimentar em mim a inquietação que move a busca por sentidos.

À minha família, começo agradecendo ao meu pai e à minha mãe, Ozahir e Maria Madalena, que me fizeram a sonhadora que sou e que sempre estiveram presentes, me dando força e energia para continuar. Mesmo se preocupando comigo e com minhas viagens, vocês nunca deixaram de me apoiar. Nunca esquecerei os conselhos de minha mãe: “a vida é dura, para quem é mole”. Mesmo me sentindo “mole” na maioria das vezes, sua força me incentiva a continuar. Devo tudo o que sou a vocês!

Ao meu esposo Rony, que, conhecendo e respeitando minha personalidade, me dá a liberdade de buscar por meus sonhos e objetivos, mesmo que isso, às vezes, o incomode. Aos meus filhos, Arthur, Sofia e Valentina, agradeço pelo apoio constante e por compreenderem as horas dedicadas a este trabalho, em detrimento do nosso tempo juntos. Vocês são minha fortaleza e meu porto seguro!

Aos meus irmãos, Juarês, Elci e Maricélia, por acreditarem em mim, mais do que eu mesma. Aos meus sobrinhos, pelo carinho e pela admiração que sinto vir de vocês, principalmente à Carolina, por sua colaboração no meu projeto de pesquisa e pelas leituras do texto, sempre antes de eu enviar para avaliação. Meu coração transborda de amor por vocês!

Agradeço, em especial, ao meu orientador, Jefferson, pela liberdade na escolha do tema de pesquisa, pela paciência, pela atenção a mim dispensada, e pelos risos e conversas infindáveis nas muitas horas em que eu e Fabiana passávamos em sua sala. Suas orientações, críticas construtivas, revisões e sugestões foram indispensáveis para a realização desta pesquisa. E, claro, pelos muitos doces compartilhados!

Aos amigos que trago de longos tempos, agradeço por serem meu apoio emocional, por me lembrarem, tantas vezes, da minha capacidade e força, e por terem sido compreensivos com

as várias ausências destes últimos anos. À Jaqueline, Róbson e José Geraldo, por me encorajar em um momento tão difícil e me incentivar a buscar novos horizontes.

Agradeço às amigas com quem tive o prazer de cursar este mestrado, que tanto me ensinaram e contribuíram para o amadurecimento de muitos dos argumentos aqui desenvolvidos. À Rejane, pelo ouvido atento, pelos conselhos otimistas e pela forma carinhosa com que me acolheu. À Fabiana Botinha, por dividir comigo e com Rejane o quarto, as viagens de ônibus, os estudos e as pesquisas, além de compartilhar conosco apoio, escuta e afeto ao longo dessa trajetória.

Aos colegas de curso, agradeço pelas trocas, pelas risadas, pela atenção e apoio, enfim, pela companhia nessa trajetória que compartilhamos juntos. Agradeço às amigas que foram mais que colegas de turma: Arlete, Fabiana Aparecida, Rejane, Fabiana Botinha e Natália. A amizade construída ao longo do percurso tornou esta caminhada mais leve e prazerosa. Muito obrigada por tudo!

Também preciso agradecer a paciência e a disponibilidade do padrinho José Emílio e de Vânia, pelas inúmeras viagens à rodoviária para pegar o ônibus nesses dois anos de curso. À Tereza, Sônia e Vânia, pelo cuidado, carinho e dedicação ao cuidarem de todos e da minha casa mais do que eu mesma.

Agradeço a todos os meus alunos, pois vou me tornando professora na relação com vocês, aprendendo e me aprimorando a cada encontro, pela percepção que o convívio me traz. Em especial, aos alunos do 3º ano que participaram da minha pesquisa, pelo comprometimento e pela abertura ao novo, como parte integrante desta vivência. Sintam minha gratidão pelo carinho.

Aos meus colegas de serviço, na instituição onde trabalho, agradeço pelos incentivos, pela admiração com que acolheram minha decisão de buscar aprimoramento profissional em uma carreira tantas vezes desvalorizada, e pelo apoio constante neste percurso.

Aos docentes e discentes do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Federal de Lavras, no período entre 2024 e 2026, pelas contribuições e trocas que aprimoraram esta pesquisa e, ao mesmo tempo, fizeram amadurecer minha prática.

Finalmente, agradeço à banca de qualificação e defesa, pela disponibilidade e pela honra de aceitarem contribuir com este trabalho, e ao Projeto Trilhas de Futuro Educadores, do Governo do Estado de Minas Gerais, que viabilizou a possibilidade de realização deste mestrado.

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que fazeres se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.”

Freire (1996)

RESUMO

Em uma sociedade marcada pela crescente presença da ciência e da tecnologia, a Alfabetização Científica (AC) constitui uma referência para o ensino de Ciências ao favorecer a participação dos estudantes em práticas de argumentação, análise de evidências e elaboração de explicações. Nesse contexto, a Neurociência Educacional (NE) oferece referenciais para pensar práticas pedagógicas e a organização de condições de aprendizagem. Esta pesquisa, de abordagem qualitativa e caracterizada como relato de experiência, teve como objetivo analisar os indicadores de AC mobilizados por estudantes do Ensino Médio em uma experiência pedagógica com uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) em Biologia, planejada e implementada com base em princípios da NE. A SEA foi construída com inspiração na Pesquisa Baseada em Design (Design-Based Research – DBR), utilizada como referência para seu planejamento, implementação e aperfeiçoamento. A investigação foi realizada com estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública da Zona da Mata mineira. A produção dos dados compreendeu registros audiovisuais das aulas, produções escritas dos estudantes, planos de aula e diário de aula da professora-pesquisadora. A análise indicou a mobilização de indicadores de AC, como seriação, organização e classificação de informações, levantamento de hipóteses, justificativas, elaboração de explicações e previsão. Os resultados indicam que a organização da SEA esteve relacionada à circulação de argumentos, à explicitação de critérios e à elaboração conceitual pelos estudantes. A pesquisa contribui para compreender como princípios da NE podem orientar decisões didáticas relacionadas à mobilização de indicadores de AC em contextos reais de ensino.

Palavras-chave: Neurociência Educacional. Alfabetização Científica. Ensino de Biologia.

ABSTRACT

In a society marked by the growing presence of science and technology, Scientific Literacy (SL) constitutes a reference for Science Education by fostering students' participation in practices of argumentation, evidence analysis, and explanation construction. In this context, Educational Neuroscience (EN) offers references for thinking about pedagogical practices and the organization of learning conditions. This qualitative research, characterized as an experience report, aimed to analyze the SL indicators mobilized by high school students in a pedagogical experience with a Teaching and Learning Sequence (TLS) in Biology, planned and implemented based on EN principles. The TLS was developed with inspiration from Design-Based Research (DBR), used as a reference for its planning, implementation, and refinement. The investigation was conducted with third-year high school students from a public school in the Zona da Mata region of Minas Gerais, Brazil. Data production comprised audiovisual records of the classes, students' written productions, lesson plans, and the reflective journal of the teacher-researcher. The analysis indicated the mobilization of SL indicators, such as information seriation, information organization and classification, hypothesis raising, justifications, explanation construction, and prediction. The results indicate that the organization of the TLS was related to the circulation of arguments, the explicitness of criteria, and students' conceptual elaboration. The research contributes to understanding how EN principles can guide didactic decisions related to the mobilization of SL indicators in real teaching contexts.

Keywords: Educational Neuroscience. Scientific Literacy. Biology Teaching.

INDICADORES DE IMPACTO

A pesquisa foi realizada em contexto autêntico de sala de aula, envolvendo estudantes do 3º ano do Ensino Médio, com idades entre 16 e 18 anos, matriculados na rede estadual de ensino do interior da Zona da Mata mineira. A investigação foi conduzida em conformidade com as normas éticas vigentes e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Lavras, sob o parecer consubstanciado nº 7.044.652, de 30 de agosto de 2024. O objetivo consistiu em analisar os indicadores de Alfabetização Científica mobilizados por estudantes do Ensino Médio durante uma experiência pedagógica estruturada por meio de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem em Biologia, planejada e implementada com base nos pressupostos da Neurociência Educacional e da Alfabetização Científica. Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos em consonância com os protocolos éticos aprovados, possibilitando a constituição de um ambiente de aprendizagem no qual os participantes se envolveram em discussões argumentativas e atividades diversificadas, voltadas à exploração do conceito de vida, das características dos seres vivos, dos processos evolutivos e da biodiversidade. Verificou-se o envolvimento dos estudantes em processos de organização de informações, formulação de hipóteses, elaboração de explicações e análise crítica de evidências, favorecendo a construção coletiva do conhecimento. A iniciativa apresentou caráter extensionista ao fomentar o diálogo entre a universidade e uma escola pública estadual situada em território com acesso limitado a ações formativas dessa natureza, envolvendo diretamente vinte e três estudantes e uma docente. Os impactos identificados foram predominantemente de natureza formativa e contextual, associados à reflexão sobre o ensino e à articulação entre pesquisa acadêmica e prática pedagógica. Inserida nas áreas temáticas de Educação e Cultura da Política Nacional de Extensão, a investigação estabeleceu interlocução com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, especialmente o ODS 4, referente à Educação de Qualidade, o ODS 10, voltado à Redução das Desigualdades, e o ODS 17, relativo às Parcerias e aos Meios de Implementação. Desse modo, os resultados evidenciaram o potencial da aproximação entre universidade e escola pública para a construção de práticas pedagógicas comprometidas com as demandas da realidade educacional brasileira.

IMPACT INDICATORS

The research was conducted in an authentic classroom context, involving third-year high school students aged between 16 and 18, enrolled in the state public school system in the countryside of the Zona da Mata region, Minas Gerais. The investigation was carried out in accordance with current ethical standards and was approved by the Institutional Review Board of the Federal University of Lavras, under the substantiated opinion No. 7.044.652, dated August 30, 2024. The objective was to analyze the Scientific Literacy indicators mobilized by high school students during a pedagogical experience structured through a Teaching and Learning Sequence in Biology, which was designed and implemented based on the assumptions of Educational Neuroscience and Scientific Literacy. The methodological procedures were developed in line with approved ethical protocols, enabling the creation of a learning environment in which participants engaged in discussions, argumentative situations, and diversified activities aimed at exploring the concepts of life, evolution, and biodiversity. Student engagement was observed in processes of information organization, hypothesis formulation, the development of explanations, and the critical analysis of evidence, thereby fostering the collective construction of knowledge. The initiative had an outreach (extension) character by fostering dialogue between the university and a state public school located in a territory with limited access to formative actions of this nature, directly involving twenty-three students and one teacher. The identified impacts were predominantly of a formative and contextual nature, associated with reflection on teaching and the linkage between academic research and pedagogical practice. Aligned with the thematic areas of Education and Culture of the National Extension Policy, the investigation established a dialogue with the United Nations 2030 Agenda Sustainable Development Goals, especially SDG 4, concerning Quality Education, SDG 10, aimed at Reduced Inequalities, and SDG 17, regarding Partnerships for the Goals. Thus, the results highlighted the potential of closer ties between the university and public schools for building pedagogical practices committed to the demands of the Brazilian educational reality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Losango didático: articulação entre professor, aluno, conhecimento científico e mundo material	46
Figura 3.2 – Representação esquemática da metodologia DBR	47
Figura 3.3 – Capa do Produto Educacional elaborado nesta pesquisa	58
Figura 5.1 – Respostas do Grupo 2 – Aula 1	71
Figura 5.2 – Respostas do Grupo 2 – Aula 1	72
Figura 5.3 – Texto analisado pelo grupo que analisou entidade análoga aos cristais de gelo	76
Figura 5.4 – Respostas do grupo que analisou entidade análoga aos cristais de gelo . . .	80
Figura 5.5 – Estação de aprendizagem: simulação do isolamento térmico em animais de ambientes frios	85
Figura 5.6 – Atividade realizada na estação seleção do pescoço da girafa	88
Figura 5.7 – Atividade de reflexão final realizada após o debate de sistematização da rotação por estações	90
Figura 5.8 – Organismo fictício elaborado pelo Grupo 2 após a reorganização da tarefa .	95
Figura 5.9 – Organismo fictício elaborado pelo Grupo 5 e descrição de suas características	98
Figura 5.10 – Organismo fictício elaborado pelo Grupo 3 e descrição de suas características	101
Figura 5.11 – Atividade de reflexão final da aula 5.	124
Figura C.1 – Estação de aprendizagem: camuflagem em diferentes ambientes	139
Figura C.2 – Atividade realizada na estação de camuflagem	140
Figura C.3 – Estação de aprendizagem: adaptações do cacto ao clima árido	141
Figura C.4 – Atividade realizada na estação de adaptações ao frio	142
Figura C.5 – Estação de aprendizagem: adaptação dos tipos de bicos de aves à disponibilidade de alimento	143
Figura C.6 – Atividade realizada na estação de adaptações dos bicos das aves	144
Figura C.7 – Organismo fictício elaborado pelo Grupo 1 e descrição de suas características adaptativas	145
Figura C.8 – Organismo fictício elaborado pelo Grupo 4 e descrição de suas características	146

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Indicadores e eixos estruturantes da Alfabetização Científica	30
Quadro 2.2 – Convergência dos princípios da Neurociência Educacional na literatura . .	36
Quadro 2.3 – Doze princípios da Neurociência Educacional e suas implicações para a prática pedagógica	38
Quadro 2.4 – Práticas didáticas para o estabelecimento de discussões em sala de aula . .	41
Quadro 3.1 – Princípios da NE aplicados ao planejamento didático	52
Quadro 3.2 – Planejamento didático da SEA (continua)	54
Quadro 3.4 – Organização do Produto Educacional	58
Quadro 4.2 – Organização dos procedimentos da segunda fase da análise	69
Quadro 5.1 – Transcrição da produção escrita do Grupo 2. Aula 1.	72
Quadro 5.2 – Transcrição da Tarefa 2. Aula 1	73
Quadro 5.3 – Transcrição do texto analisado pelo grupo que analisou entidade análoga aos cristais de gelo. Aula 2	77
Quadro 5.4 – Episódio 1 – A negociação de critérios e a fonte da evidência (Tempo de aula: 15:05)	78
Quadro 5.5 – Episódio 2 – A estabilização da hipótese por acúmulo de critérios (tempo de aula: 52:10)	79
Quadro 5.6 – Transcrição do quadro comparativo dos Cryomorfos de Valles Marineris . .	81
Quadro 5.7 – Episódio 3 – A manutenção dos critérios diante de um cenário hipotético (tempo de aula: 1:14:05)	82
Quadro 5.8 – Transcrição das respostas à Tarefa 2 sobre a simulação do pescoço das girafas	89
Quadro 5.9 – Transcrição das respostas à Tarefa 3: Reflexão Final	91
Quadro 5.10 – Episódio 4 – Dificuldade de enquadramento do problema e interrupção do início da tarefa	92
Quadro 5.11 – Episódio 5 – Reorganização da tarefa	93
Quadro 5.12 – Transcrição da descrição e representação gráfica do Grupo 2	96
Quadro 5.13 – Episódio 6 – Extrapolação e uso de analogia	97
Quadro 5.14 – Transcrição da descrição e representação gráfica do Grupo 5	99
Quadro 5.15 – Episódio 7 – A lógica biológica em cenários extremos	100
Quadro 5.16 – Transcrição da descrição e representação gráfica do Grupo 3	102
Quadro 5.17 – Divisão da Aula 5 em blocos	105

Quadro 5.18 – Distribuição dos episódios da Aula 5.	106
Quadro 5.19 – Episódio 8 – Retomada inicial e delimitação conceitual do problema: O que é vida?	107
Quadro 5.20 – Episódio 9 – O status biológico das bactérias	109
Quadro 5.21 – Episódio 10 – O status biológico dos vírus	111
Quadro 5.22 – Episódio 11 – A Inteligência Artificial como caso-limite da definição de vida	113
Quadro 5.23 – Episódio 12 – Baleias evoluíram de mamífero terrestres?	115
Quadro 5.24 – Episódio 13 – Cobras e ancestralidade	118
Quadro 5.25 – Episódio 14 – Definição de vida	119
Quadro 5.26 – Episódio 15 – Sistematização Final	121
Quadro 5.27 – Transcrição da reflexão final produzida por um estudante	125

LISTA DE SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DBR	Design-Based Research (Pesquisa Baseada em Design)
IA	Inteligência Artificial
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Agência Espacial Americana)
NE	Neurociência Educacional
NRC	National Research Council (Conselho Nacional de Pesquisa – Americano)
SEA	Sequência de Ensino e Aprendizagem
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFLA	Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
1 INTRODUÇÃO	21
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Alfabetização Científica: objetivo da Educação em Ciências	25
2.1.1 Indicadores de Alfabetização Científica como lentes analíticas	28
2.2 Neurociência Educacional	31
2.2.1 O que é aprender segundo a Neurociência	33
2.2.2 Princípios da NE como subsídios à tomada de decisão pedagógica	35
2.3 Práticas docentes no ensino de Ciências	39
3 SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SEA) COMO ESTRATÉ- GIA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA	45
3.1 A Pesquisa Baseada em Design (DBR)	45
3.2 A construção da SEA “O que é vida?”	51
3.3 Do redesign da SEA ao Produto Educacional	57
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	60
4.1 Delineamento da pesquisa	61
4.2 Contexto de produção dos dados	62
4.3 Constituição do <i>corpus</i> empírico	64
4.4 Procedimentos de análise de dados	67
4.4.1 Dimensão 1: Evidências do processo	68
4.4.2 Dimensão 2: Mobilização discursiva dos indicadores de AC	68
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
5.1 Aula 1 – Identificação de conhecimentos prévios	70
5.2 Aula 2 – Características da vida e construção de critérios	74
5.3 Aula 3 – Compreendendo a diversidade da vida em simulações práticas	84
5.4 Aula 4 – Criação de organismo fictício	91
5.5 Aula 5 – Jogo “É vivo ou não é?”	103
5.5.1 Bloco 1: Demarcação conceitual	106
5.5.2 Bloco 2 – O jogo e a negociação coletiva de critérios	114
5.5.3 Bloco 3: Sistematização final	120
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	126

7	DECLARAÇÃO SOBRE O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GE-	
	NERATIVA	129
	REFERÊNCIAS	130
	ANEXOS	133
	APÊNDICES	137

APRESENTAÇÃO

*“Quando a gente acha que tem todas as respostas, vem
a vida e muda todas as perguntas.”*
Luís Fernando Veríssimo

Antes de abordar esta pesquisa, considero importante apresentar a minha trajetória acadêmica e profissional, bem como as expectativas e motivações que tecem os fios desta pesquisa.

Minha trajetória escolar teve início em uma escola rural. Na época, como não havia transporte escolar para os estudantes das escolas estaduais, meu deslocamento dependia da ajuda de pessoas próximas. Durante um bom tempo, eu seguia na garupa da bicicleta com uma professora que vinha da sede do município para dar aulas na minha escola, experiência que me ensinou, desde cedo, que permanecer na escola também depende dos vínculos construídos e das condições concretas que tornam possível sua frequência. No ensino médio, ao passar a estudar na zona urbana, enfrentei o contraste entre as turmas pequenas da escola rural e as salas numerosas das aulas noturnas na sede do município. Essa mudança alterou minha rotina e exigiu a adaptação de horários, formas de estudo e modos de convivência, ampliando minha compreensão acerca das diferentes condições em que a educação se realiza.

Ao cursar o Magistério, a docência constituía-se como ofício em aprendizagem. A participação em seminários, grupos de estudo, as aulas de Filosofia da Educação e o Estágio Curricular despertava uma inquietação recorrente: a diferença entre o que aprendemos sobre uma “boa aula” e o que realmente acontecia no cotidiano das escolas. Na disciplina Biologia Educacional, ao me deparar com a genética, fui motivada a cursar Ciências Biológicas.

Quando comecei a atuar como professora, essa inquietação se tornou ainda mais evidente. Planejar os conteúdos a serem trabalhados em sala de aula e seguir o currículo não bastava para sustentar atenção, participação e continuidade de raciocínios dos estudantes. Percebia que, por vezes, alunos que apresentavam bom desempenho em avaliações formais demonstravam dificuldades em relacionar conceitos previamente trabalhados com novos temas. A minha leitura da prática tentava se aproximar da reflexão de Freire: “Aquele que é ‘enchido’ por outro de conteúdos cuja inteligência não percebe; de conteúdos que contradizem a forma própria de estar em seu mundo, sem que seja desafiado, não aprende” (Freire, 1983, p. 16).

Ao longo de minha trajetória como professora de Ciências e Biologia, observava que muitos estudantes apresentavam dificuldades não apenas na compreensão de conteúdos, mas também na mobilização desses conhecimentos em situações que exigem organização de informações, formulação de hipóteses, previsão, elaboração de explicações e articulação conceitual. Tais dificuldades apontam para uma tensão entre o saber escolar e sua utilização em práticas discursivas que demandam posicionamento fundamentado e análise crítica de evidências. Também observava que regras apresentadas sem explicitação de sentido pedagógico, sustentadas apenas pela imposição da autoridade docente, bem como comentários depreciativos sobre a participação ou a conduta dos estudantes, podiam afastá-los do envolvimento com o conteúdo. Em contrapartida, o acolhimento, a escuta atenta, a abertura ao diálogo e a aproximação dos temas às experiências vividas pelos estudantes pareciam criar condições mais favoráveis à participação e ao aprofundamento das discussões em aula.

Essa percepção se intensificava quando os estudantes desenvolviam trabalhos a partir de temas por eles delimitados e os apresentavam aos colegas ou à comunidade escolar, em feiras de Ciências, jornais de Biologia, seminários e outras propostas realizadas ao longo dos bimestres ou do ano letivo. Em muitos casos, essas atividades eram recebidas com entusiasmo e retomadas como referência em revisões posteriores. Tais experiências levaram-me a questionar concepções de ensino centradas predominantemente na transmissão de conteúdos e na posição do professor como principal detentor do conhecimento. No contexto de minha experiência, a aprendizagem parecia relacionar-se à construção de vínculos, à atribuição de sentido às tarefas e à intencionalidade das escolhas pedagógicas.

Nesse cenário de inquietações produzidas em minha atuação como professora, participei de uma formação continuada vinculada a uma parceria institucional, no âmbito de um projeto de cafeicultura financiado por uma empresa privada e desenvolvido na escola em que eu trabalhava à época. Essa experiência ampliou meu repertório de estratégias de ensino e aprendizagem ao me colocar em contato com diferentes formas de organização do trabalho pedagógico, aprofundando o questionamento sobre minhas escolhas didáticas.

Em 2020, com a chegada da pandemia de covid-19, o ensino remoto emergencial recolocou as questões da atenção, do vínculo e da participação sob novas condições. Na busca por referenciais que me auxiliassem diante desse cenário, aproximei-me de propostas fundamentadas em princípios da Neurociência Educacional. Esse encontro despertou em mim o interesse de buscar respostas para minhas inquietações, utilizando também essa lente para compreender

algumas condições relacionadas à aprendizagem e suas implicações para minhas escolhas e ações como professora.

Vinte anos após a conclusão da graduação, retornei aos estudos no Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da UFLA, buscando compreender e aprofundar a reflexão sobre minhas escolhas pedagógicas, bem como fundamentar com maior precisão as intencionalidades que as orientam. Esta pesquisa nasce do percurso de uma professora que reconhece a escola pública como espaço de possibilidades, no qual os estudantes podem ampliar sua participação nos processos de aprendizagem e mobilizar conhecimentos científicos para interpretar problemas, sustentar posicionamentos e participar da vida coletiva com dignidade e autonomia.

É a partir desse percurso acadêmico e profissional, atravessado por questões produzidas em minha atuação como professora, pela aproximação com a Neurociência Educacional (NE) e pelo interesse em compreender como os estudantes elaboram conceitos científicos e os mobilizam em situações cotidianas, que esta pesquisa adquire contornos mais definidos. Embora a literatura reconheça a relevância da Alfabetização Científica (AC) e discuta contribuições da NE para o ensino, ainda são escassas as investigações empíricas que examinam, no contexto dinâmico da sala de aula, os indicadores de AC mobilizados por estudantes do Ensino Médio em uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) de Biologia planejada com base em princípios da NE. Esta pesquisa situa-se nesse entrecruzamento e o toma como objeto de problematização e análise.

Ao revisitar minha trajetória como professora-pesquisadora, assumo este trabalho como um exercício de reflexão sobre minhas escolhas e ações em sala de aula. Nesse movimento, analiso os indicadores de AC mobilizados por estudantes do Ensino Médio em uma experiência pedagógica com uma SEA de Biologia, planejada e implementada com base em princípios da NE e da AC.

Assim, esta pesquisa parte de uma realidade escolar concreta, por mim vivenciada na condição de professora-pesquisadora, marcada por desafios recorrentes relacionados à mobilização do conhecimento científico pelos estudantes. Ao assumir essa posição implicada (não somente como observadora externa, mas como sujeito que planeja, intervém e reflete sobre suas ações) descrevo as estratégias didáticas adotadas no planejamento e na implementação da SEA em Biologia, orientadas por princípios da NE e da AC. Analiso, ainda, as relações entre os modos de organização da sequência e os indicadores de AC identificados nas interações e produções dos

estudantes, sem deixar de reconhecer que esse movimento também é atravessado por limitações de tempo, condições materiais e relações construídas no contexto analisado.

Esta dissertação está organizada em seis capítulos. O primeiro apresenta a introdução, na qual são situados o problema de pesquisa, os objetivos e as justificativas do estudo. O segundo reúne a fundamentação teórica, contemplando a Alfabetização Científica, a Neurociência Educacional e suas interfaces com as práticas docentes no ensino de Biologia. O terceiro descreve a construção da Sequência de Ensino e Aprendizagem e os princípios que orientaram seu planejamento. O quarto apresenta o percurso metodológico, os instrumentos de produção de dados e os procedimentos de análise. O quinto apresenta e discute o processo de implementação da sequência e os indicadores de Alfabetização Científica mobilizados nas interações e produções dos estudantes do Ensino Médio. Por fim, o sexto reúne as considerações finais, retomando as contribuições, os limites e os possíveis desdobramentos da pesquisa.

1 INTRODUÇÃO

A influência do conhecimento científico nas diferentes dimensões da sociedade impõe à escola o desafio de formar sujeitos capazes de interpretar informações, posicionar-se diante de questões sociocientíficas e participar de debates públicos fundamentados. No ensino de Ciências e Biologia, esse desafio desloca o trabalho pedagógico de uma lógica centrada na reprodução conceitual e na imposição normativa para práticas que envolvem problematização, elaboração de explicações, justificativas e análise de situações relacionadas às experiências dos estudantes e à vida coletiva.

Para tanto, é preciso entender a Alfabetização Científica (AC) como processo formativo que articula conhecimentos, práticas e modos de pensar próprios da cultura científica. Segundo Sasseron e Carvalho (2011), a AC envolve a inserção dos sujeitos na cultura científica, permitindo-lhes compreender modos de produção do conhecimento e participar de discussões que envolvem ciência e sociedade, mobilizando argumentos e evidências. Silva e Sasseron (2021) ampliam essa compreensão ao enfatizar que a AC ultrapassa a leitura e a escrita, abrangendo a participação em práticas, valores e modos de raciocínio da ciência. Assim, o ensino de Ciências afasta-se da mera reprodução de definições e se orienta por práticas que valorizam argumentação, problematização e participação social (Valladares, 2021).

Essa compreensão da AC exige atenção às práticas pedagógicas que tornam possível a circulação de ideias, a explicitação de critérios e a construção de justificativas em sala de aula. Compreender tais práticas implica concebê-las como ações mediadas, orientadas por finalidades formativas e produzidas nas relações entre sujeitos, conhecimentos e contextos escolares (Franco, 2016). Elas não se reduzem a técnicas, pois envolvem escolhas éticas e formativas materializadas nas decisões cotidianas do professor.

Compreender a aprendizagem como processo atravessado por dimensões cognitivas, afetivas e biológicas implica assumir a intervenção docente como prática situada, construída na interlocução entre teoria, contexto e interação em sala de aula. Nessa perspectiva, os princípios discutidos no campo da Neurociência Educacional (NE) são mobilizados nesta pesquisa, não como prescrições metodológicas, mas como referenciais para a organização de condições pedagógicas que considerem a singularidade dos modos de aprender, a interação social, a emoção, a motivação, a atenção, a sequenciação das tarefas, os diferentes tempos de elaboração e a autorregulação/metacognição. Ao articularem dimensões cognitivas, afetivas e sociais implicadas na

aprendizagem (Amaral; Guerra, 2022), tais princípios orientam o planejamento de ambientes discursivos nos quais processos de explicação, justificativa e levantamento de hipóteses possam emergir nas interações entre professora e estudantes e estudantes entre si.

A articulação entre AC e NE emerge de uma tensão observada no ensino de Ciências e Biologia: o distanciamento entre o contato dos estudantes com conceitos científicos e sua mobilização em situações nas quais são convocados a explicar, justificar e utilizar critérios. A AC oferece horizontes formativos e indicadores para a análise desses movimentos discursivos; a NE contribui para compreender condições pedagógicas relacionadas aos modos de aprender, à interação social, à emoção, à motivação, à atenção, à organização das tarefas, ao tempo de elaboração e à autorregulação/metacognição. Desse modo, a questão central não consiste em verificar efeitos neurobiológicos da aprendizagem, mas em analisar quais indicadores de AC (Sasseron; Carvalho, 2008) são mobilizados nas interações entre professora e estudantes e entre os próprios estudantes, em uma experiência pedagógica planejada à luz desses princípios.

Essa inquietação nasce da prática docente. Ao longo da minha atuação como professora de Ciências e Biologia, tornou-se recorrente perceber que muitos estudantes reproduzem informações em avaliações formais, mas encontram dificuldades para relacionar conceitos, justificar escolhas e sustentar explicações diante de situações novas. Essa tensão entre conhecimento escolar e uso argumentativo do conhecimento motivou a elaboração da Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) em Biologia, intitulada “O que é vida?”, planejada com base em princípios da NE e orientada à mobilização de indicadores de AC.

Também contribuiu para essa escolha a percepção de que a escola, atravessada por exigências curriculares, avaliações e rotinas, por vezes aproxima a aprendizagem da obrigação e do cumprimento de tarefas. Por isso, a SEA foi planejada com atenção às relações entre elaboração conceitual, dimensão emocional e participação, especialmente na criação de situações em que os estudantes pudessem interagir, formular dúvidas, sustentar argumentos e revisar ideias em um ambiente menos marcado pelo receio da exposição.

A experiência analisada foi desenvolvida em uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual da Zona da Mata mineira. A professora-pesquisadora planejou, conduziu, registrou e analisou a implementação da SEA, assumindo posição implicada no processo investigativo. Essa condição é compreendida como dimensão constitutiva do estudo, e foi submetida à sistematização metodológica, sendo a prática pedagógica documentada por planos de aula, registros audiovisuais, produções dos estudantes e diário de aula.

Esta dissertação assume abordagem qualitativa e organiza-se como relato de experiência. A Pesquisa Baseada em Design contribuiu para a concepção, implementação, avaliação e redesenho da SEA, bem como a descrição e a análise da experiência pedagógica, considerando contexto, participantes, temporalidade, recursos, instrumentos, critérios de análise, cuidados éticos, dificuldades e possibilidades produzidas no percurso.

Parte-se da perspectiva de que práticas pedagógicas planejadas com base em princípios da NE podem orientar a organização de condições relacionadas à atenção, à interação social, ao tempo de elaboração, à retomada de conhecimentos e à autorregulação. Tais condições não determinam a manifestação de indicadores de AC, mas podem favorecer situações discursivas em que os estudantes explicitem hipóteses, organizem informações, justifiquem escolhas, confrontem posições e construam explicações.

Com base nessa compreensão, a análise desenvolvida nesta pesquisa apoia-se na articulação entre dois campos: a NE, mobilizada como referência para pensar as condições de aprendizagem, e a AC, assumida como horizonte formativo relacionado à participação dos estudantes em práticas de investigação, argumentação e elaboração conceitual. Assim, a pesquisa não estabelece uma relação causal entre princípios da NE e indicadores de AC, mas analisa como os mecanismos pedagógicos da SEA, orientados por esses princípios, se relacionaram com os indicadores mobilizados nas interações dos estudantes.

A investigação, portanto, não se restringe à aplicação de uma proposta didática. Examina seu processo de implementação, seus alcances e seus limites nas condições concretas de uma escola pública da Zona da Mata Mineira, frequentada por estudantes com diferentes trajetórias sociais, escolares e culturais. Assume-se, nesse recorte, que a relação entre NE e AC não ocorre de forma direta, mas é intermediada por práticas pedagógicas constituídas nas escolhas de planejamento e intervenção docente em sala de aula.

Diante dessas questões, a investigação orienta-se pela seguinte pergunta de pesquisa:

Quais indicadores de Alfabetização Científica são mobilizados por estudantes do Ensino Médio em uma experiência pedagógica com uma Sequência de Ensino e Aprendizagem em Biologia, planejada e implementada com base em princípios da Neurociência Educacional?

O objetivo geral consiste em: *analisar os indicadores de Alfabetização Científica mobilizados por estudantes do Ensino Médio em uma experiência pedagógica com uma Sequência de Ensino e Aprendizagem em Biologia, planejada e implementada com base em princípios da Neurociência Educacional.*

Para alcançar esse objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- descrever o planejamento e a implementação da Sequência de Ensino e Aprendizagem em Biologia, considerando os princípios da Neurociência Educacional mobilizados em sua organização;
- identificar os indicadores de Alfabetização Científica presentes nas produções e interações dos estudantes durante a experiência pedagógica;
- examinar como esses indicadores se manifestam nas produções escritas e nos episódios discursivos selecionados;
- discutir os limites e as possibilidades da experiência pedagógica para a mobilização de indicadores de Alfabetização Científica no contexto investigado.

A justificativa desta pesquisa organiza-se em três dimensões. No plano pedagógico, o estudo busca ampliar a reflexão sobre práticas de ensino de Biologia que articulem conhecimentos científicos, interação entre estudantes e elaboração de explicações. No plano acadêmico, propõe uma análise situada das relações entre NE e AC, tomando a sala de aula como espaço de produção de conhecimentos sobre a prática docente. No plano formativo, explicita o percurso de uma professora-pesquisadora que transforma inquietações produzidas na prática em objeto de investigação, examinando as escolhas, os limites e as reorganizações implicadas no processo de ensinar.

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM), Mestrado Profissional, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na área de concentração *Práticas Pedagógicas e Formação Docente*, vinculada à Linha de Pesquisa *Processos de Ensino e Aprendizagem* e ao Macroprojeto *Processos de Ensino e Aprendizagem em Ciências (Física e Química) e Matemática*. Como Produção Técnico-Tecnológica decorrente desta investigação, foi elaborado o Produto Educacional intitulado *O que é vida? Uma Sequência de Ensino e Aprendizagem* (Pinel, 2026), classificado na tipologia PTT1 — Material didático/instrucional, entregue como documento independente, em formato de e-book, na Coleção *Práticas Pedagógicas e Formação Docente* do Selo Editorial do PPGECM/UFLA.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo estrutura-se em três seções complementares. Na primeira (2.1), discute-se a Alfabetização Científica (AC) como horizonte formativo da Educação em Ciências e delimita-se o referencial analítico adotado. Na segunda (2.2), apresentam-se aportes da Neurociência Educacional (NE), mobilizados nesta pesquisa como referência para o planejamento pedagógico. Na terceira (2.3), examinam-se as práticas docentes no ensino de Ciências, com atenção à organização didática e às exigências epistêmicas implicadas no trabalho com o conhecimento científico.

2.1 Alfabetização Científica: objetivo da Educação em Ciências

A AC consolidou-se, nas últimas décadas, como um objetivo da Educação em Ciências, em torno do qual se reorganizam conteúdos, práticas investigativas e debates sobre ciência e questões sociocientíficas. Contudo, o conceito não possui significado estático: ele foi reformulado ao longo do tempo, acompanhando as transformações nas concepções de ciência, nas demandas sociais e nas finalidades atribuídas ao ensino. Compreender essa trajetória permite situar as perspectivas teóricas da área e fundamenta a concepção de AC que orienta esta pesquisa, partindo de suas origens no cenário internacional até as abordagens contemporâneas.

No contexto brasileiro, o termo *Scientific Literacy* constitui uma expressão em disputa constante, cuja interpretação varia conforme as filiações teóricas e opções de tradução. Sasseron e Carvalho (2008, 2011) observam o emprego de diferentes denominações no país, como Enculturação Científica, Letramento Científico, Alfabetização Científica e Alfabetização Científica e Tecnológica, sendo as duas últimas as mais recorrentes.

Adota-se, neste trabalho, o termo *Alfabetização Científica*, compreendido como um processo que “permite aos alunos interagir com uma nova cultura, uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprios através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos” (Sasseron; Carvalho, 2011, p. 61). Neste estudo, essa concepção é tratada como processo e descrita, no plano analítico, por movimentos em que estudantes mobilizam conceitos e procedimentos, fazem referência às condições históricas e institucionais de produção do conhecimento e discutem implicações de práticas tecnocientíficas nas relações entre natureza e vida social.

Segundo Laugksch (2000) e Oliveira (2000), citados por Graffunder, Camillo e Sepel (2025), os debates sobre AC emergiram no contexto da Guerra Fria, após o lançamento do satélite soviético Sputnik (1957). O evento gerou preocupação nos Estados Unidos quanto à superioridade científica e tecnológica da União Soviética, impulsionando a reformulação dos currículos de Ciências para formar indivíduos voltados às carreiras científicas e ao fortalecimento tecnológico nacional.

A expressão *Scientific Literacy* foi utilizada pela primeira vez por Paul Hurd (1958, *apud* Milaré e Richetti (2021)). À época, refletia a necessidade de formar cidadãos capazes de compreender o impacto científico e tecnológico na vida moderna. Quarenta anos depois, Hurd (1998, *apud* Milaré e Richetti (2021)), ampliou a noção de AC, atribuindo-lhe significados voltados à compreensão da ciência como processo humano, social e histórico, orientado à tomada de decisões sobre questões de relevância pública.

DeBoer (2000 *apud* Milaré e Richetti (2021)), evidencia que a AC reflete movimentos históricos e sociopolíticos específicos. O autor identifica nove significados recorrentes, que transitam da preparação para o mundo do trabalho e aplicação no cotidiano até a apreciação estética da ciência e a formação de cidadãos informados.

Na década de 1990, os estudos de Bybee (1995 *apud* Sasseron e Carvalho (2011)), propuseram três dimensões interdependentes para a inserção do conhecimento científico no contexto escolar: a funcional (apropriação de vocabulário), a conceitual e procedimental (atribuição de significado e contextualização) e a multidimensional (aplicação dos saberes na interpretação e intervenção no cotidiano). Essas proposições influenciaram documentos curriculares norte-americanos produzidos pela American Association for the Advancement of Science (AAAS — Associação Americana para o Avanço da Ciência), em 1993, e pelo National Research Council (NRC — Conselho Nacional de Pesquisa), em 1996, consolidando a *scientific literacy* como meta educacional voltada para as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA).

Roberts (2011) sistematizou o debate em duas grandes visões não excludentes, mas polos heurísticos de um *continuum* que orienta diferentes propósitos formativos do ensino de Ciências. A Visão I centra-se nos produtos e processos da ciência, privilegiando a formação cognitiva e intelectual. A Visão II reconhece a ciência como prática social permeada por valores, interesses e implicações éticas, preparando os estudantes para participar de debates e decisões públicas relacionadas à CTSA.

(Valladares, 2021) propõe uma terceira visão, orientada aos desafios éticos, políticos e ambientais do século XXI. Para a autora, a AC passa a ser compreendida em sua vinculação com engajamento, participação social e compromisso com justiça e equidade. Nessa formulação, o sujeito não apenas acessa conhecimentos científicos, mas os mobiliza em processos de posicionamento e intervenção diante de questões socialmente situadas, conferindo à AC uma dimensão intelectual, ética, política e emancipatória. Desse modo, a apropriação das práticas científicas deixa de significar apenas domínio conceitual ou reprodução de procedimentos escolares e passa a envolver a inserção dos estudantes em formas de perguntar, argumentar, justificar, avaliar evidências, negociar critérios e tomar posição.

É nesse horizonte que a Visão III se articula à compreensão da AC como processo formativo vinculado à enculturação científica e à participação social, descrita, para fins analíticos, pela mobilização articulada dos domínios conceitual, epistêmico, material e social em situações de interpretação e tomada de decisão (Silva; Sasseron, 2021). Nessa perspectiva, a AC envolve formar sujeitos capazes de compreender como a ciência estabelece critérios de confiabilidade e de avaliar a credibilidade das redes institucionais das quais o conhecimento emerge.

À luz de Silva e Sasseron (2021) e em consonância com a perspectiva freireana, este estudo compreende a AC como processo de inserção cultural e emancipação social. A ciência é tomada como produção humana e histórica, cujas práticas devem ser apropriadas para possibilitar a transformação da realidade. Tal apropriação envolve compreender que o conhecimento científico é produzido, validado e posto em circulação em redes sociais e institucionais, o que requer dos sujeitos a capacidade de avaliar criticamente fontes, critérios de confiabilidade e modos de legitimação da ciência.

A apropriação das práticas científicas, mencionada anteriormente, não se restringe ao domínio de conceitos nem à familiarização genérica com a produção científica. Ela implica a inserção dos estudantes em formas socialmente situadas de perguntar, argumentar, justificar, avaliar evidências e reconhecer critérios de validação do conhecimento. Nessa perspectiva, o ensino de Ciências não se limita à transmissão de conteúdos, mas envolve a criação de condições para que os estudantes participem, ainda que em contexto escolar, de práticas pelas quais a ciência produz sentidos sobre o mundo e intervém nele.

É nesse horizonte que se insere a reflexão sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe “o desenvolvimento do letramento científico, como capacidade de compre-

ender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), e também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (BRASIL, 2018a, p. 321). A consolidação desse ideal, contudo, exige examinar como tais princípios se atualizam nas interações em sala de aula, ultrapassando a dimensão prescritiva dos documentos oficiais. Essa inflexão sustenta a análise da AC como processo, acompanhando a mobilização de linguagens e justificativas em situações escolares.

Em síntese, a evolução do conceito de AC expressa a ampliação de seus objetivos formativos, que passam a abranger, além da apropriação de conhecimentos científicos, a participação em práticas de argumentação, tomada de decisões e análise de questões socialmente relevantes. Nesta dissertação, a AC é compreendida como um processo de inserção na cultura científica, no qual os estudantes mobilizam linguagens, critérios e formas de justificar e explicar em situações escolares, bem como desenvolvem capacidades que podem ser expressas na compreensão de como intervir sobre o meio para mitigar possíveis danos decorrentes das ações humanas.

Essa compreensão orienta uma concepção do ensino de Ciências como prática cultural atravessada por valores, relações e disputas, e não como mera transmissão de conteúdos. No plano empírico, esse processo em construção foi examinado por meio das transcrições das interações verbais, organizadas em episódios da SEA, que abordou os critérios de classificação das entidades como vivas ou não vivas, as características dos seres vivos, a definição de vida proposta pela NASA, os conceitos de adaptação, seleção natural e evolução, suas relações com a biodiversidade atual e as interferências das ações humanas na dinâmica da vida e na conservação da biodiversidade. A análise consistiu na identificação dos indicadores de AC definidos com base no referencial apresentado na Seção 2.1.1.

2.1.1 Indicadores de Alfabetização Científica como lentes analíticas

Esta pesquisa adota os indicadores discursivos de Sasseron e Carvalho (2008), em articulação com o referencial de Silva e Sasseron (2021), que organiza a AC em quatro domínios do conhecimento científico, tomando esse quadro como referência para acompanhar e analisar a mobilização de indicadores de AC nas produções dos estudantes ao longo da SEA.

Sasseron e Carvalho (2008), operando seus indicadores discursivos em articulação aos três eixos estruturantes da AC: (i) compreensão de termos, conhecimentos e conceitos científicos; (ii) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua

prática; e (iii) entendimento das relações entre CTSA. No entanto, o referencial mais recente de Silva e Sasseron (2021) propõe uma releitura dos Eixos Estruturantes da AC, articulando-os aos quatro domínios do conhecimento científico (Conceitual, Epistêmico, Material e Social). Essa articulação é fundamental, pois reforça o entendimento do ensino de Ciências como uma prática social complexa (Duschl, 2008) e alinha a AC a uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social.

Os quatro domínios do conhecimento científico, que devem ser mobilizados de forma integrada para o desenvolvimento pleno da AC, são:

1. **Domínio Conceitual:** O corpo de conhecimento científico (conceitos, leis e teorias), fornecendo o repertório necessário para o raciocínio.
2. **Domínio Epistêmico:** As normas e os critérios utilizados para desenvolver e avaliar o conhecimento (como investigar, justificar e argumentar).
3. **Domínio Material:** O uso e a adaptação de artefatos e construtos intelectuais (como gráficos, modelos, representações e ferramentas) para realizar a investigação.
4. **Domínio Social:** Os processos de interação, comunicação e deliberação que levam à construção coletiva, válida e ética do conhecimento.

A articulação do Domínio Social com os demais domínios é, para Silva e Sasseron (2021), a chave para que a AC ultrapasse a mera apropriação de informações e se relacione à participação ativa dos sujeitos em discussões e tomadas de decisão fundamentadas. A partir dessa base teórica, o presente estudo utiliza os indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008), os quais foram sistematizados no Quadro 2.1 segundo seus respectivos eixos analíticos.

A opção pela organização em formato tabular visou conferir maior clareza visual à articulação entre as definições conceituais dos indicadores e os três eixos estruturantes a que pertencem, facilitando a compreensão de sua distribuição funcional. Essa organização explicita a relação entre os indicadores e suas funções analíticas, orientando a identificação e a interpretação das manifestações de AC nas produções verbais e escritas dos estudantes ao longo da SEA.

Quadro 2.1 – Indicadores e eixos estruturantes da Alfabetização Científica

INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA		
Eixos Estruturantes da AC	Indicadores de AC	Conceito
Ao trabalho com dados obtidos em uma investigação	<i>Seriação de Informações</i>	É um indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados. 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. Por isso, este indicador pode surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão.
	<i>Organização de Informações</i>	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.
	<i>Classificação de Informações</i>	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.
À estruturação do pensamento que molda as afirmações feitas e as falas promulgadas durante as aulas de Ciências	<i>Raciocínio Lógico</i>	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionado à forma como o pensamento é exposto.
	<i>Raciocínio Proporcional</i>	Como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar 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.
À procura do entendimento da situação analisada.	<i>Levantamento de Hipóteses</i>	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.
	<i>Teste de Hipóteses</i>	Concerne às etapas em que se colocam 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.
	<i>Justificativa</i>	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando-se mais segura.
	<i>Previsão</i>	É explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
	<i>Explicação</i>	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 recebem essas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção, que certamente receberão maior consistência ao longo das discussões.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008, p. 335, 338-339).

Descrição do Quadro 2.1: apresenta os indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008), organizados segundo os eixos estruturantes da AC. O quadro está estruturado em três colunas: Eixos Estruturantes da AC, Indicadores de AC e Conceito. Na primeira coluna são apresentados os três eixos estruturantes: Trabalho com Dados, Estrutura do Pensamento e Procura do Entendimento. Na segunda coluna constam os dez indicadores de AC: seriação de informações, organização de informações, classificação de informações, raciocínio lógico, raciocínio proporcional, levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação. Na terceira coluna são apresentadas as definições conceituais de cada indicador, descrevendo os processos discursivos relacionados à organização, interpretação e articulação de informações, à formulação e ao teste de hipóteses, à construção de justificativas, ao estabelecimento de relações e à elaboração de explicações.

Para fins desta investigação, os indicadores originalmente propostos por Sasseron e Carvalho (2008) foram sistematizados no Quadro 2.1 A opção pela organização tabular visou conferir maior clareza visual à vinculação direta entre as definições dos indicadores e os três eixos estruturantes da AC, que servem como bases para a análise discursiva deste trabalho.

A adoção desta perspectiva reforça a AC como um processo de enculturação que demanda intervenções intencionalmente planejadas, como a SEA desenvolvida. Assim, estes indicadores operam como recursos interpretativos para evidenciar indícios de AC nas falas dos estudantes e refletir sobre a prática pedagógica¹.

2.2 Neurociência Educacional

A investigação sobre a influência do funcionamento cerebral no comportamento atravessa a história da ciência. Amaral e Guerra (2022) relatam que o interesse por essa temática remonta à Pré-história, com registros de intervenções cranianas destinadas ao tratamento de alterações comportamentais, sugerindo que, em distintos contextos históricos, grupos humanos buscaram interpretar as relações entre cérebro, corpo e ação humana.

Nas civilizações antigas, como no Egito e na Grécia, acreditava-se que o coração era o centro das emoções e da mente. Essa associação histórica, cristalizada na etimologia de palavras como “decorar” (saber de cor, do latim cor, coração), reside na ativação do sistema nervoso autônomo simpático durante expressões emocionais, alterando a frequência cardíaca (Amaral; Guerra, 2022).

Apenas séculos depois, acompanhando o desenvolvimento das ciências naturais e biomédicas, o cérebro foi reconhecido como o órgão responsável pelos processos mentais. No

¹ Neste trabalho, a expressão **práticas pedagógicas** designa o conjunto mais amplo de ações, escolhas e condições que constituem a atuação docente. Já **práticas didáticas** referem-se às ações intencionalmente organizadas para o ensino de conteúdos biológicos, como a proposição de problemas e a condução de interações (Sasseron, 2018).

século XX, a Neurociência consolidou-se como uma área de estudo multidisciplinar voltada à investigação do sistema nervoso.

O termo foi utilizado pela primeira vez em 1963, no *Neurosciences Research Program Bulletin*, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), em um esforço colaborativo internacional, com pesquisadores da Alemanha, Rússia e Inglaterra, para integrar aspectos biológicos, cognitivos e comportamentais do sistema nervoso. A partir desse movimento, o cérebro passou a ser compreendido como um sistema dinâmico e relacional, que se modifica continuamente nas experiências e nas interações com o ambiente (Amaral; Guerra, 2022).

Nas décadas seguintes, os avanços nas técnicas de neuroimagem e eletrofisiologia permitiram observar o cérebro em funcionamento. Esse movimento ganhou projeção institucional na década de 1990, denominada “Década do Cérebro”, período caracterizado por investimentos massivos em laboratórios de investigação neural, o que ampliou o escopo das pesquisas sobre percepção, memória e linguagem nas primeiras décadas do século XXI e articulações entre diferentes campos do conhecimento (Amaral; Guerra, 2022; Brockington, 2011).

A expansão dessas investigações ultrapassou o contexto norte-americano, consolidando redes internacionais e ampliando o diálogo com as ciências humanas, especialmente a Psicologia e a Educação. Esse cenário culminou, a partir do final dos anos 2000, na conformação do campo *Mind, Brain and Education* (MBE) – Mente, Cérebro e Educação. Desde então, a Neurociência Educacional (NE) estrutura-se como um domínio que articula resultados de pesquisas sobre aprendizagem com questões pedagógicas (Brockington, 2011, p. 7) ressalta que a NE emergiu do “esforço de traduzir descobertas científicas para contextos pedagógicos reais”, exigindo “uma ponte conceitual entre a biologia e a pedagogia, para que o conhecimento sobre o cérebro não seja utilizado de forma reducionista”.

A interlocução entre essas áreas, contudo, permanece permeada por desafios epistemológicos. Compreender a aprendizagem sob a ótica neurocientífica não implica a busca por um modelo ideal de ensino, mas o reconhecimento dos fatores biológicos, cognitivos e sociais que a viabilizam. Como advertem Amaral e Guerra (2022, p. 46), “o professor não observa os neurônios em atividade, mas o comportamento que emerge de um cérebro aprendiz”. Reafirma-se, assim, a necessidade de tomar o conhecimento neurocientífico não como prescrição técnica, mas como possibilidade de leitura sobre os modos de aprender e ensinar situados em contextos histórico-culturais concretos.

Essa aproximação gerou diferentes nomenclaturas e subcampos. A “neuroeducação”, por exemplo, surge no contexto da “neurocultura” propondo a integração da neurociência à psicologia e sociologia para potencializar processos de memória e eficácia docente (Mora, 2013). No escopo desta pesquisa, no entanto, opta-se por distinguir a neurociência cognitiva (focada nos mecanismos neurais de linguagem, cálculo matemático, etc.) da Neurociência Educacional.

Enquanto a primeira opera na pesquisa básica, a segunda, adotada como referencial teórico deste estudo, incorpora valores e finalidades formativas inerentes aos projetos de sociedade e formação humana (Ferrari, 2011; Brockington, 2011).

A literatura da área alerta, especificamente, para a disseminação de equívocos sem respaldo empírico no ambiente escolar, os chamados neuromitos. Destacam-se crenças infundadas como a utilização de apenas 10% do cérebro, a existência de estilos de aprendizagem fixos (visual, auditivo, cinestésico), a divisão rígida de funções entre hemisférios cerebrais e o “efeito Mozart” (Howard-Jones, 2014; Dekker *et al.*, 2012; Cosenza; Guerra, 2011). A desconstrução de tais neuromitos reforça a necessidade de análise conceitual para fundamentar o planejamento didático.

Tal escolha conceitual justifica-se pela necessidade de rigor. Observa-se a ampla incorporação do prefixo “neuro” em programas de formação docente, muitas vezes utilizado apenas como marcador de legitimidade discursiva (Brockington, 2021). Evita-se, com a delimitação da NE, a adesão acrítica a neuromitos, garantindo que o cérebro seja compreendido como órgão da aprendizagem sem dissociá-lo das condições pedagógicas e afetivas que o mobilizam.

2.2.1 O que é aprender segundo a Neurociência

A compreensão dos mecanismos de aprendizagem constitui de articulação entre a Neurociência e a Educação. Sob a ótica neurocientífica, aprender transcende a aquisição de informações: trata-se de um processo fisiológico e contínuo de modificação cerebral, cognitiva e comportamental.

Amaral e Guerra (2022) definem a aprendizagem como a aquisição de novas competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) associadas a modificações estruturais a aquisição de novas competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) associadas a modificações estruturais

Do ponto de vista neurobiológico, Izquierdo (2002) postula que a aprendizagem e a memória são propriedades básicas do sistema nervoso, relacionadas à atividade motora e ideativa

humana. Trata-se de um processo relacionado à plasticidade sináptica e às condições fisiológicas envolvidas na codificação, consolidação e evocação das memórias.

No contexto escolar, entretanto, essas formulações precisam ser compreendidas em relação às interações sociais e pedagógicas. Brockington (2021) ressalta que a aprendizagem não decorre automaticamente da biologia, mas se constitui em práticas sociais atravessadas pela linguagem, pela intencionalidade pedagógica e pelas condições concretas do ensino.

Para além de uma leitura estritamente fisiológica, Stanislas Dehaene (2022) amplia essa compreensão ao propor uma análise integradora entre biologia, psicologia cognitiva e ciência da educação. Em “É assim que aprendemos”, sustenta-se que aprender é “formar progressivamente um modelo interiorizado do mundo exterior”, permitindo ao indivíduo compreender, prever e agir sobre o ambiente. Nessa perspectiva, a aprendizagem envolve a elaboração e a revisão contínua de representações, a formulação e o teste de hipóteses, a comparação entre previsões e resultados e a reorganização do conhecimento diante da experiência. Trata-se de um processo adaptativo no qual o sujeito interpreta o ambiente, antecipa possibilidades e reorganiza suas formas de agir.

Para que essa dinâmica de elaboração, tentativa e generalização ocorra, Dehaene (2022) defende a necessidade de condições neurocognitivas específicas: atenção focalizada, envolvimento ativo, feedback para reconhecimento de erros e consolidação pelo sono e repetição. Essa leitura dialoga com o referencial clássico do campo educacional, particularmente com o relatório National Research Council (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2005), que descreve a aprendizagem a partir da articulação entre a mobilização dos entendimentos prévios dos estudantes, a organização conceitual do conhecimento e o desenvolvimento de processos de autorregulação do pensamento (metacognição).

Na perspectiva da NE, aprender e ensinar constituem processos articulados, nos quais a produção de significados emerge da interação entre condições de funcionamento cognitivo, relações sociais e escolhas pedagógicas. Em *How People Learn*, Bransford, Brown e Cocking (2000) defendem a organização de ambientes de aprendizagem que favoreçam a interação, a explicitação do pensamento e o acompanhamento formativo, tornando o raciocínio examinável e passível de revisão. O professor assume, assim, o papel de organizador das condições de aprendizagem, propondo desafios e favorecendo a reflexão dos estudantes (Amaral; Guerra, 2022), em consonância com a compreensão do ensino como prática relacional e intencional (Ferrari, 2011).

Por fim, os princípios neuroeducacionais aqui discutidos orientam escolhas de desenho estrutural, organização das tarefas e condução das interações da Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) formulada nesta pesquisa. No âmbito desta pesquisa, as possíveis manifestações da aprendizagem são analisadas por meio dos indicadores de AC mobilizados pelos estudantes, observados nas formas pelas quais organizam e classificam informações, explicitam e revisam critérios, formulam justificativas, fazem previsões, mobilizam raciocínio lógico e sustentam explicações durante as interações verbais e os registros escritos. Essa delimitação preserva o foco analítico do estudo e evita inferências diretas sobre processos neurobiológicos no contexto escolar.

2.2.2 Princípios da NE como subsídios à tomada de decisão pedagógica

A NE oferece subsídios teóricos que podem contribuir para o planejamento pedagógico, orientando decisões relacionadas à organização das atividades, às intervenções docentes, ao tempo de aprendizagem e às interações em sala de aula. A transposição desses conhecimentos para o contexto escolar não ocorre de forma prescritiva, mas por meio de princípios que auxiliam a compreensão das condições associadas à aprendizagem (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2005; Ramos, 2014; Bartoszeck, 2015; Amaral; Guerra, 2022).

A literatura da área apresenta diferentes sistematizações desses princípios que evidenciam convergências em torno de alguns aspectos recorrentes. A síntese apresentada no Quadro 2.2 reúne contribuições de (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2005; Ramos, 2014; Bartoszeck, 2015; Gouveia; Parra, 2016; Codea, 2019) organizadas em quatro eixos: conhecimento prévio e significado; emoção, motivação e clima escolar; plasticidade e engajamento; e interação social e colaboração.

Quadro 2.2 – Convergência dos princípios da Neurociência Educacional na literatura

Eixos Convergentes da Aprendizagem	NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2005)	Ramos (2014)	Bartoszeck (2015) / Gouveia e Parra (2016)	Codea (2019)
Conhecimento Prévio e Significado	Exige integração entre fatos isolados e estruturas conceituais amplas.	Destaca a busca inata do cérebro por padrões e significados.	Propõe a ancoragem de novos conceitos em contextos da vida real.	Afirma que a aprendizagem requer contextualização e sentido pessoal.
Emoção, Motivação e Clima Escolar	Abordado transversalmente na autorregulação.	Emoções dirigem a atenção; o alerta relaxado inibe o estresse agudo.	Requer ambiente seguro para exposição de hipóteses sem medo do erro.	Ambientes afetivamente positivos e novidades disparam a motivação.
Plasticidade e Engajamento	Requer mobilização e problematização para a compreensão consistente.	A aprendizagem engaja o corpo; rotas espaciais favorecem a memória.	Aulas com envolvimento prático promovem modificações estruturais.	A cognição é corporificada; o movimento favorece aprendizagens complexas.
Interação Social e Colaboração	Práticas de diálogo e testagem de ideias desenvolvem a metacognição.	O cérebro é social e desenvolve-se no contato com outros cérebros.	A aprendizagem é atividade social; exige oportunidades para discussão.	Jogos e interações ativam a atenção e consolidam vias neurais.

Fonte: Elaborado pela autora (2026), com base em NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2005), Ramos (2014), Bartoszeck (2015), Gouveia e Parra (2016) e Codea (2019).

Descrição do Quadro 2.2: apresenta a convergência de princípios da Neurociência Educacional identificados na literatura, organizados em cinco colunas: "Eixos Convergentes da Aprendizagem", "National Research Council (2005)", "Ramos (2014)", "Bartoszeck (2015) / Gouveia e Parra (2016)" e "Codea (2019)". O conteúdo sistematiza quatro eixos: Conhecimento Prévio e Significado, Emoção, Motivação e Clima Escolar, Plasticidade e Engajamento e Interação Social e Colaboração, evidenciando aproximações entre os autores quanto aos processos envolvidos na aprendizagem sob a perspectiva da NE.

Os estudos analisados indicam que a aprendizagem envolve a articulação entre conhecimentos prévios, construção de significados, engajamento do estudante, participação em interações sociais e condições emocionais favoráveis ao envolvimento com a tarefa. Embora utilizem terminologias distintas, os autores convergem ao reconhecer que a aprendizagem depende da participação ativa do estudante, da possibilidade de discutir ideias, da elaboração de explicações e da construção de relações entre novos conhecimentos e experiências anteriores.

De modo transversal a esses eixos, a literatura também destaca a singularidade dos percursos de aprendizagem. Cada estudante constrói conhecimentos a partir de trajetórias, experiências e condições específicas, o que demanda do professor flexibilidade no planejamento, diversificação das estratégias pedagógicas e atenção às diferenças presentes na sala de aula (Amaral; Guerra, 2022; Ramos, 2014; Bartoszeck, 2015).

Considerando esse panorama, esta pesquisa adota os princípios sistematizados por Amaral e Guerra (2022) como referencial orientador para o planejamento e a análise da SEA. Essa

escolha se justifica pelo fato de as autoras apresentarem um conjunto organizado de princípios da NE diretamente articulados às implicações pedagógicas, sintetizando elementos recorrentes nos referenciais anteriormente discutidos e oferecendo uma sistematização compatível com os objetivos desta investigação.

Essa escolha dialoga com a questão de pesquisa porque a investigação busca analisar indicadores de AC mobilizados por estudantes em uma experiência pedagógica planejada com base em princípios da NE. Desse modo, os princípios de Amaral e Guerra (2022) são mobilizados para orientar a criação de condições pedagógicas associadas à atenção, à motivação, à emoção, à interação social, à elaboração, à criatividade, à autorregulação e à retomada de conhecimentos prévios.

Essas condições favorecem situações em que os estudantes podem organizar e classificar informações, formular e testar hipóteses, justificar respostas, revisar critérios, fazer previsões, construir explicações e sustentar argumentos, processos também vinculados aos indicadores de AC descritos por Sasseron e Carvalho (2008). Nesse sentido, a mobilização de conhecimentos prévios assume papel relevante, pois constitui uma condição recorrente tanto na literatura da NE quanto nas abordagens de AC que enfatizam a construção de explicações a partir das experiências e interpretações dos estudantes.

A seleção dos princípios ocorreu em função do recorte metodológico da pesquisa. Como os dados analisados são constituídos por registros audiovisuais, produções escritas dos estudantes e diário de aula da professora-pesquisadora, foram priorizados os princípios passíveis de identificação indireta por meio de manifestações observáveis nas interações e nas produções escolares. Assim, foram mantidos os princípios relacionados à singularidade da aprendizagem, à interação social, à emoção, à motivação, à atenção, à não simultaneidade de tarefas, à elaboração e consolidação, à autorregulação, à metacognição e à criatividade. Princípios de caráter predominantemente fisiológico não foram incorporados como categorias de análise, pois não constituíram objeto de registro sistemático nesta pesquisa. Essa delimitação preserva a coerência entre referencial teórico, questão de pesquisa, corpus empírico e procedimentos analíticos.

O Quadro 2.3 apresenta os princípios sistematizados por Amaral e Guerra (2022) e suas implicações pedagógicas gerais. A apropriação desses princípios no planejamento da SEA, bem como os critérios adotados para sua seleção nesta pesquisa, são detalhados na Seção 3.2.

Quadro 2.3 – Doze princípios da Neurociência Educacional e suas implicações para a prática pedagógica

Princípio da NE	Implicação para a prática pedagógica
1. Aprendizagem modifica o cérebro	O ensino deve proporcionar experiências intencionais que promovam conexões neurais contínuas e duradouras.
2. A forma como se aprende é única	Necessidade de diversificar estratégias pedagógicas para contemplar diferentes trajetórias cognitivas.
3. Interação social favorece a aprendizagem	Promoção de trabalhos colaborativos, debates e comunicação constante entre os pares na resolução de problemas.
4. O uso da tecnologia influencia o processamento e o armazenamento das informações	Uso planejado de tecnologias digitais para favorecer a personalização do ensino, a aprendizagem colaborativa e a autonomia dos estudantes, evitando situações que estimulem o comportamento multitarefa e o processamento superficial das informações.
5. Emoção orienta a aprendizagem	Criação de ambientes acolhedores que gerem sentido, motivação e vínculo afetivo com o objeto de estudo.
6. A motivação coloca o cérebro em ação para a aprendizagem	Estímulo ao protagonismo, à curiosidade científica e ao poder de escolha do estudante.
7. Atenção é a porta de entrada para a aprendizagem	Eliminação de distratores e proposição de atividades com foco claro, alternando momentos de alta e baixa demanda cognitiva.
8. O cérebro não é multitarefa	Organização sequencial e estruturada das tarefas, evitando a sobrecarga e a fragmentação do raciocínio analítico.
9. Aprendizagem requer elaboração e tempo para consolidação da memória	Uso de repetição espaçada, testagem formativa e metodologias que evitem a memorização mecânica às vésperas de avaliações.
10. Autorregulação e metacognição sustentam a aprendizagem	Desenvolvimento da autonomia do aluno para que monitore, avalie e gerencie seus próprios processos de pensamento e rotina de estudos.
11. Quando o corpo participa, a aprendizagem é mais consistente	Inclusão de dinâmicas práticas e movimentos que integrem a percepção física ao raciocínio lógico e abstrato.
12. Criatividade reorganiza múltiplas conexões cerebrais e exercita o cérebro aprendiz	Proposição de desafios abertos que exijam cruzar dados, imaginar soluções alternativas e ir além da repetição de conceitos padronizados.

Fonte: Adaptado de Amaral e Guerra (2022, p. 91–93).

Descrição do Quadro 2.3: apresenta os princípios da Neurociência Educacional e suas implicações para a prática pedagógica, com base em Amaral e Guerra (2022). O conteúdo está organizado em duas colunas, denominadas “Princípios da NE” e “Implicações para a prática pedagógica”, e sistematiza doze princípios relacionados à plasticidade neural, à singularidade dos processos de aprendizagem, à interação social, ao uso da tecnologia, à emoção, à motivação, à atenção, à organização sequencial das tarefas, ao tempo de elaboração, à autorregulação/metacognição, à cognição corporificada e à criatividade.

Ao orientar o planejamento da SEA, os princípios de Amaral e Guerra (2022) qualificam a intencionalidade docente, afastando-se de cartilhas prescritivas. O uso desses princípios como referência para o desenho da sequência de aulas fundamenta a discussão da seção seguinte, dedicada às práticas docentes e às exigências epistêmicas do Ensino de Ciências.

2.3 Práticas docentes no ensino de Ciências

A compreensão das práticas pedagógicas como objeto de investigação exige seu reconhecimento como ação que ultrapassa a dimensão técnica do ensinar. Adota-se o referencial de Franco (2016), que compreende a docência como práxis: uma ação pedagógica atravessada por dimensões éticas, políticas e sociais, por meio da qual o(a) docente interpreta o contexto, toma decisões e reorganiza sua atuação diante das condições concretas do trabalho educativo.

Franco (2016) também faz uma distinção entre as práticas “tecnologicamente tecidas”, que seguem procedimentos padronizados e objetivos externos, e as práticas “pedagogicamente tecidas”. Nestas últimas, a atuação docente afasta-se da execução de métodos prescritivos; a ação emerge do diálogo coletivo, da problematização do contexto e da reflexão crítica e intencional junto aos sujeitos da escola.

No ensino de Ciências, essa concepção é aprofundada pela proposta de Sasseron (2018), que distingue entre práticas pedagógicas e práticas didáticas. Segundo a autora, “as práticas didáticas estão diretamente associadas ao currículo e, portanto, carregam em si a marca da disciplina [...] e têm estreita relação com aspectos epistêmicos do conteúdo” (Sasseron, 2018, p. 53).

As práticas didáticas correspondem às ações relacionadas ao conhecimento científico em elaboração, como a proposição de problemas, a solicitação de explicações, o confronto de hipóteses e a sistematização de ideias. Conforme Sasseron (2018, p. 54), organizam-se em torno de três movimentos: estabelecer o objetivo, perseguir o objetivo e analisar e expandir o objetivo. Essas ações permitem examinar como o professor organiza o percurso conceitual da aula e orienta o aprofundamento das ideias, criando possibilidades para que os estudantes reelaborem seus entendimentos.

As práticas pedagógicas, por sua vez, referem-se à dimensão social e organizacional do ensino e às ações do professor voltadas à organização, à promoção e à sustentação das interações durante a implementação das atividades em sala de aula. Para Sasseron (2018, p. 53), “as práticas pedagógicas relacionam-se ao trabalho do professor como gerente das atividades que acontecem em sala de aula [...] e não estão diretamente ligadas ao conteúdo em discussão, mas aos modos de permitir interações sociais e de promover engajamento com as atividades” (Sasseron, 2018, p. 53).

A autora organiza as práticas pedagógicas em três grupos principais: gerenciamento, promover e manter a discussão e avaliar e oferecer feedback (Sasseron, 2018, p. 55). Essas ações mostram que o trabalho do professor envolve a organização de condições interacionais para a participação, o diálogo e a circulação de sentidos. Ao serem convidados a observar, argumentar, justificar e rever suas ideias, os estudantes podem aproximar-se de modos de elaboração associados à Ciência e atribuir novos sentidos aos conhecimentos em discussão. Nesse movimento, o conhecimento passa a ser elaborado nas interações e na problematização de situações relacionadas às experiências dos estudantes, abrindo espaço para percursos de aprendizagem mais autônomos e reflexivos.

A distinção proposta por Sasseron (2018) não implica separação rígida entre práticas didáticas e práticas pedagógicas. O desenvolvimento epistêmico dos estudantes relaciona-se à intencionalidade que orienta a seleção de materiais, as estratégias de ensino e as formas de interação. Nesse sentido, Silva e Sasseron (2021, p. 9) ressaltam que “o desenvolvimento da AC em qualquer visão é resultado de intencionalidade didática”, o que exige apresentar diferentes formas de ação e de raciocínio científico, integrando-as à prática pedagógica.

Ao deslocar o ensino de Ciências de uma lógica transmissiva para uma perspectiva investigativa e dialógica, a AC também interfere no modo como o conhecimento é produzido, compartilhado e vivenciado no espaço escolar. A articulação entre conhecimentos científicos e experiências dos estudantes pode favorecer a elaboração coletiva de sentidos e a compreensão da Ciência como prática humana, histórica e social. O Quadro 2.4 sistematiza as categorias operacionais das práticas didáticas.

Quadro 2.4 – Práticas didáticas para o estabelecimento de discussões em sala de aula

Práticas didáticas	Subcategorias das práticas didáticas	Descrição
(1) Estabelecer o objetivo	(1a) Explicitar o objetivo	Expor o objetivo da aula de modo claro.
	(1b) Construir ou informar o contexto	Construir ou informar sobre um novo contexto, algo que ainda não estava em discussão.
	(1c) Propor problema	Um problema é proposto quando surge um novo contexto, uma nova situação construída ou citada por alguém.
(2) Perseguir o objetivo	(2a) Propor pergunta para ter opinião/informação/explicação	Propor uma pergunta que está, invariavelmente, ligada ao tema em debate.
	(2b) Resumir ideias/tópicos	Retomar ideias já mencionadas, como forma de sistematizar debates.
(3) Analisar e expandir o objetivo	(3a) Propor pergunta para avaliação de opinião/informação/explicação	Propor perguntas a partir da fala de um aluno, colocando-a em discussão.
	(3b) Solicitar aplicação de ideias em novo contexto	Solicitar que os alunos apliquem, em um novo contexto, as ideias já debatidas.
	(3c) Solicitar avaliação de ideias em novo contexto	Solicitar a avaliação de ideias apresentadas para situações em que há um novo contexto.

Fonte: Sasseron (2018).

Descrição do Quadro 2.4: apresenta as práticas didáticas propostas por (Sasseron, 2018) para o estabelecimento de discussões em sala de aula. O conteúdo está organizado em três colunas, denominadas “Práticas didáticas”, “Subcategorias das práticas didáticas” e “Descrição”, e sistematiza três conjuntos de ações docentes: Estabelecer o objetivo, Perseguir o objetivo e Analisar e expandir o objetivo. Para cada conjunto, são apresentadas as respectivas subcategorias e descrições, contemplando ações relacionadas à explicitação de objetivos, à contextualização e proposição de problemas, ao uso de perguntas para obtenção de informações, opiniões e explicações, à sistematização de ideias e à solicitação de aplicação e avaliação de conhecimentos em novos contextos.

O papel do professor é, assim, ressignificado. Ao propiciar discussões e propor situações que demandem que os estudantes organizem e classifiquem informações, elaborem e testem hipóteses, explicitem e revisem critérios, formulem justificativas, façam previsões, mobilizem o raciocínio lógico e sustentem explicações durante as interações verbais e nos registros escritos, o docente realiza intervenções intencionais no processo de ensino e organiza condições para a constituição de uma cultura científica no espaço escolar, envolvendo colaboração, escuta e posicionamento fundamentado. Essa compreensão dialoga com Carvalho e Gil-Pérez (2011), que concebem o ensino como uma atividade intelectual complexa. Para os autores, o professor articula saberes sobre o conteúdo, o ensino e a aprendizagem, o que lhe permite interpretar situações, tomar decisões e ajustar suas ações docentes de modo situado e reflexivo.

Esse entendimento também amplia o alcance da Educação em Ciências, ao criar possibilidades para que os estudantes reconheçam a presença da Ciência em seu cotidiano e em decisões

sociais, éticas e ambientais. Desse modo, os conhecimentos científicos podem ser relacionados a valores e responsabilidades coletivas, articulando a elaboração conceitual a dimensões éticas e humanas.

A perspectiva de (Mortimer; Scott, 2002) complementa essa compreensão da práxis ao enfatizar o papel da linguagem e da interação social na construção do conhecimento científico. Os autores propõem uma estrutura analítica centrada nas abordagens comunicativas (dialógica ou de autoridade; interativa ou não interativa) e nos padrões de interação, como Iniciação–Resposta–Avaliação. As abordagens comunicativas são organizadas a partir de duas dimensões do discurso: a interatividade, referente à participação de diferentes sujeitos, e a dialogicidade, relacionada à consideração de diferentes pontos de vista. Essa estrutura permite examinar como o professor alterna entre a abertura do discurso para colocar em circulação as hipóteses dos estudantes e sua delimitação para sistematizar o conhecimento científico.

Dessa intersecção epistemológica emergem quatro quadrantes analíticos que mapeiam a atuação docente:

- Interativa/Dialógica: o professor abre espaço para a participação dos estudantes e explora ativamente suas concepções prévias e hipóteses cotidianas, sem avaliá-las imediatamente como certas ou erradas;
- Não-interativa/Dialógica: o docente retém o turno de fala, mas apresenta e contrapõe diferentes pontos de vista (senso comum versus ciência) em sua própria exposição;
- Interativa/De Autoridade: ocorre a troca de turnos entre professor e aluno, mas as perguntas docentes são fechadas, conduzindo a linha de raciocínio para a consolidação de um único significado específico (geralmente estruturada no padrão de Iniciação-Resposta-Avaliação);
- Não-interativa/De Autoridade: o professor apresenta o ponto de vista científico escolar sem participação de outras perspectivas ou intervenções dos estudantes no discurso.

Ao favorecer a análise de informações que circulam socialmente, a AC pode criar condições para que os estudantes formulem perguntas, examinem evidências, organizem informações, testem hipóteses, justifiquem posições e construam explicações passíveis de revisão e debate.

A contribuição desse modelo para o desenvolvimento da AC está em compreender que a abordagem investigativa não se limita ao uso exclusivo do discurso dialógico. Sua contribuição para a análise reside na alternância entre diferentes abordagens comunicativas, mobilizadas

conforme as exigências do trabalho conceitual em sala de aula. Essa alternância discursiva permite compreender como as práticas didáticas propostas por Sasseron (2018) se constituem na condução das aulas. Assim, ao propor um problema, o professor pode assumir uma intervenção mais dialogada, colocando hipóteses em circulação e ampliando as possibilidades de participação dos estudantes. Nos momentos de sistematização das ideias e de acompanhamento do objetivo didático, pode alternar para uma intervenção mais diretiva, voltada à organização das respostas e à delimitação de referências conceituais no campo do conhecimento biológico escolar.

Dessa forma, a Educação em Ciências pode ser compreendida como um processo formativo planejado, orientado para a ampliação da autonomia dos estudantes e de sua participação na vida coletiva. Trata-se de uma formação que ultrapassa os limites da sala de aula ao criar possibilidades para que os estudantes compreendam, questionem e ajam de forma ética, reflexiva e responsável diante dos desafios do mundo atual.

Essa centralidade do discurso e da organização das interações é também o ponto em que a NE amplia a compreensão da prática pedagógica. A NE não prescreve métodos, mas oferece fundamentos teóricos sobre processos relacionados à aprendizagem, como atenção, memória, emoção, motivação e interação social, contribuindo para qualificar a intencionalidade docente. Ao mobilizar esses referenciais no planejamento, o professor pode organizar intervenções pedagógicas mais afinadas ao desenho da atividade, ao ritmo da aula, à participação dos estudantes e à produção de sentidos em torno do que se propõe.

À luz das contribuições da NE, Amaral e Guerra (2022) sistematizam princípios que oferecem referências para interpretar condições de participação, organização da tarefa e condução das interações em sala de aula. Esses aportes permitem fundamentar teoricamente escolhas pedagógicas e interacionais, sem supor sua transposição direta para a prática.

Assim, a conexão entre AC, práticas docentes e princípios da NE confere maior densidade ao ato de ensinar. Isso contribui para que a intenção do professor não permaneça apenas no plano declarativo nem se apoie exclusivamente em ações intuitivas, mas seja fundamentada e conduzida de modo consciente e criterioso, criando condições para que os estudantes se apropriem do conhecimento científico de forma consistente.

Ao articular essas dimensões, a docência consolida-se como práxis: não como aplicação linear de métodos, mas como organização intencional de condições didáticas e interacionais em contextos concretos de ensino. Neste trabalho, a aprendizagem é compreendida como processo cuja análise se apoia na articulação entre práticas didáticas, relacionadas ao desenvolvimento

conceitual, e práticas pedagógicas, ligadas à sustentação das interações. A articulação dessas esferas com o referencial da NE orientou a organização de ambientes de ensino em que a elaboração argumentativa e a AC puderam ser analisadas nas interações e nas produções dos estudantes.

3 SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SEA) COMO ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

O desafio empírico da passagem da fundamentação teórica ao desenho metodológico desta pesquisa materializa-se na elaboração e aplicação de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA), que almeja associar princípios da Neurociência Educacional (NE) a uma arquitetura pedagógica voltada à Alfabetização Científica (AC). No contexto da didática das ciências, uma SEA distancia-se da concepção tradicional de “plano de aula”. Como fundamentam Méheut e Psillos (2004), as Teaching-Learning Sequences (TLS) configuram-se como intervenções educacionais desenhadas com duplo propósito: promover a apropriação de um conhecimento específico e investigar os processos cognitivos mobilizados pelos estudantes durante essa apropriação.

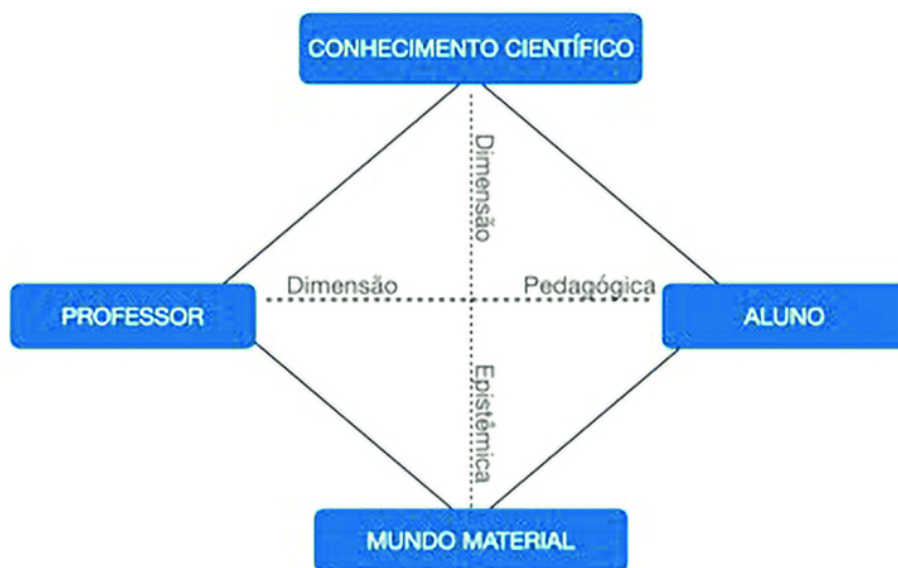
Para que os princípios da NE (Amaral; Guerra, 2022) não permaneçam apenas no plano explicativo e orientem escolhas de ensino na aula de Biologia, a professora-pesquisadora planejou o ambiente escolar e suas mediações. Nesta pesquisa, a SEA atua como dispositivo metodológico de articulação entre referencial e prática. Organizada em ciclos de design, implementação, validação, avaliação e redesign, a SEA estrutura um percurso e delimita condições de participação, interação e registro, de modo a acompanhar a mobilização de indicadores de AC.

3.1 A Pesquisa Baseada em Design (DBR)

Para esta investigação, adotou-se a Pesquisa Baseada em Design (DBR), metodologia de natureza intervencionista que articula investigação empírica e fundamentação teórica em contextos autênticos. A DBR permite ciclos iterativos de planejamento, implementação, avaliação e redesenho, favorecendo a produção de conhecimento pedagógico situado e o aprimoramento contínuo da intervenção didática (DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, 2003).

Adotou-se o Losango Didático (Figura 3.1) proposto por Méheut e Psillos (2004), como modelo analítico para organizar as decisões da SEA.

Figura 3.1 – Losango didático: articulação entre professor, aluno, conhecimento científico e mundo material



Fonte: Extraído de Méheut e Psillos (2004), tradução nossa.

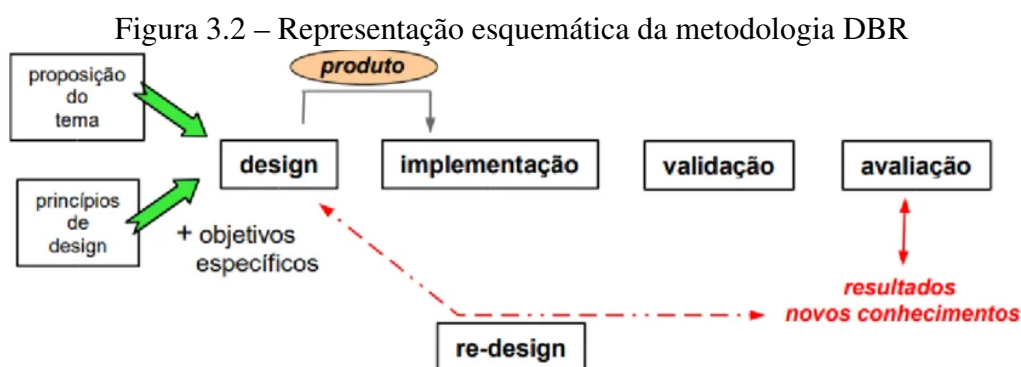
Descrição da Figura 3.1: apresenta um diagrama em formato de losango, composto por quatro retângulos azuis nos vértices que contêm os termos: "CONHECIMENTO CIENTÍFICO"(topo), "MUNDO MATERIAL"(base), "PROFESSOR"(esquerda) e "ALUNO"(direita). Duas linhas pontilhadas se cruzam no centro do losango; a linha horizontal é acompanhada pela legenda "Dimensão Pedagógica" e a linha vertical pela legenda "Dimensão Epistêmica". O modelo ilustra as relações e interações estabelecidas entre os sujeitos e os objetos no contexto do ensino de Ciências.

Quatro vértices interdependentes compõem o contexto da sala de aula: o professor, o aluno, o conhecimento científico e o mundo material. Nesta pesquisa, a Dimensão Pedagógica (eixo horizontal) diz respeito ao arranjo das interações: como a professora-pesquisadora organizou a participação, distribuiu a palavra, propôs tarefas e sustentou condições de participação, a partir de princípios da NE relacionados à interação social, à atenção, à motivação, ao tempo de elaboração, à retomada de conhecimentos e à autorregulação. Esses princípios orientaram escolhas como o trabalho em grupo, a alternância entre momentos de discussão e sistematização, a organização progressiva das tarefas e a oferta de tempo para que os estudantes elaborassem e revisassem suas respostas. Nessa dimensão, a AC orientou ações voltadas à explicitação de razões, à solicitação de evidências, ao confronto de alternativas e à retomada dos critérios empregados pelos estudantes.

A Dimensão Epistêmica (eixo vertical), por sua vez, não descreve relações entre sujeitos, mas o vínculo entre enunciados e fenômenos: quais operações — observar, comparar, organizar, classificar, testar, justificar, explicar e prever —, quais registros e quais critérios de aceitabilidade são mobilizados para relacionar conceitos ao mundo material (Kneubil; Pietrocola, 2017). Nessa dimensão, a AC orientou a identificação dos indicadores mobilizados pelos estudantes e a análise

de como conceitos, critérios e modelos foram empregados para interpretar fenômenos, justificar posições e elaborar explicações.

Assim, a NE fundamentou a organização das condições da atividade, enquanto a AC orientou tanto algumas ações da professora quanto a análise do trabalho epistêmico realizado pelos estudantes. Essa articulação permitiu examinar as relações entre as condições planejadas e os indicadores de AC mobilizados durante a SEA, sem pressupor uma relação causal entre elas. O planejamento da intervenção seguiu pressupostos da DBR e foi organizado em etapas cíclicas: (1) proposição dos princípios de design, (2) design da sequência, (3) implementação, (4) avaliação e (5) redesign, conforme apresentado na Figura 3.2



Fonte: Adaptado de Kneubil e Pietrocola (2017).

Descrição da Figura 3.2: apresenta um fluxograma composto por caixas retangulares conectadas por setas. À esquerda, duas caixas intituladas "proposição do tema" e "princípios de design" direcionam setas verdes para um bloco central rotulado como "design". Acima deste, há uma elipse laranja com a palavra "produto". O fluxo segue para a direita em uma sequência linear de blocos: "implementação", "validação" e "avaliação". Uma seta vermelha de ponta dupla conecta o bloco "avaliação" ao texto "resultados novos conhecimentos". Abaixo da linha principal, uma linha pontilhada vermelha indica o retorno dos resultados para um bloco de "re-design", que retroalimenta o início da etapa de "design".

Para materializar a articulação entre os vértices do Losango Didático, o planejamento e o desenvolvimento da SEA "O que é Vida?" mobilizaram a estrutura de cinco ciclos iterativos característica da *Design-Based Research* (Kneubil; Pietrocola, 2017). No recorte empírico desta dissertação, o percurso organizou-se da seguinte forma:

A concepção da SEA foi orientada por dois princípios de design interdependentes. O primeiro, relacionado à dimensão epistêmica, delimitou a finalidade da intervenção: criar condições para que os estudantes elaborassem conhecimentos científicos em consonância com os objetivos da AC. Para essa finalidade, a SEA apoiou-se no segundo princípio, vinculado à dimensão pedagógica, que orientou a organização das condições de participação e interação. Foram propostas interações colaborativas e situações que favorecessem o envolvimento dos estudantes, com estratégias fundamentadas na NE, como o trabalho em grupo, a retomada de

conhecimentos prévios, a organização progressiva das tarefas, a alternância entre momentos de discussão, produção e sistematização, a diversificação dos estímulos, a oferta de tempo para elaboração e revisão das respostas e a criação de situações relacionadas aos interesses dos estudantes.

Também foram mobilizadas ações docentes orientadas pela AC, como tornar públicas as razões, solicitar evidências, colocar alternativas em confronto e explicitar critérios de aceitabilidade. Assim, decisões sobre “como” ensinar foram tomadas em função do “para que” se ensina e se aprende, isto é, do tipo de relação com o conhecimento que a intervenção buscou produzir.

A investigação mobilizou o esquema de cinco elementos da DBR como referência para organizar o percurso. No recorte empírico desta dissertação, o *corpus* foi produzido no primeiro ciclo, com ênfase nas quatro primeiras etapas (proposição, design, implementação e avaliação). O redesign foi conduzido como etapa subsequente de reelaboração do Produto Educacional, orientada pelas leituras do material empírico, sem integrar o *corpus* de análise das interações verbais apresentado nos capítulos de resultados.

Durante a etapa de design, os referenciais teóricos foram operacionalizados na construção da SEA. Os objetivos vinculados à AC (organizar e classificar informações, levantar e testar hipóteses, justificar, explicar e formular previsões) foram incorporados às tarefas como exigência de explicitação de critérios e de sustentação pública das posições assumidas pelos estudantes. Em paralelo, aportes da NE, mobilizados pela professora-pesquisadora como lente de planejamento, orientaram a organização de condições de participação (regras de interação, acolhimento de dúvidas, manejo do erro e devolutivas), com progressão de complexidade e retomadas espaçadas de conceitos. A SEA combinou situações-problema, estudos de caso, práticas experimentais e outras atividades metodologicamente diversificadas, organizadas para criar contextos de investigação e favorecer a manutenção da atenção e do interesse dos estudantes.

A SEA proposta nesta pesquisa foi inicialmente concebida como objeto de estudo na disciplina “Processos e Sequências de Ensino-Aprendizagem” do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da UFLA. Seu ponto de partida foi a realidade da turma para a qual as aulas foram planejadas, articulada à experiência docente. A elaboração seguiu os postulados discutidos na disciplina em diálogo com as diretrizes do projeto de pesquisa. O processo de construção foi colaborativo, enriquecido pelas contribuições do professor da disciplina, do orientador e de colegas de mestrado.

A sequência foi estruturada em cinco aulas e uma avaliação final, com atividades de complexidade progressiva, envolvendo operações como compreender, aplicar, analisar, criar, justificar e avaliar. Os conteúdos abordados incluíram critérios de classificação entre vivos e não vivos, características dos seres vivos, definição de vida proposta pela NASA, adaptação, seleção natural, evolução, biodiversidade e impactos das ações humanas nos ecossistemas.

O planejamento priorizou a mobilização de conhecimentos prévios, a problematização, a interação entre estudantes e a elaboração de explicações em situações contextualizadas. As concepções iniciais da turma sobre vida, seres vivos e ambiente orientaram a pergunta central, a seleção dos casos e a organização das atividades. A SEA partiu desse repertório para tensioná-lo com novos critérios, situações-problema e explicações, por meio de discussões em grupo, análise de casos-limite, rotação por estações, criação de organismo fictício, jogo didático e avaliação organizada em missões investigativas final

A articulação entre os princípios da NE e os eixos da AC foi uma premissa na estruturação da SEA. A proposta de intervenção pedagógica partiu do pressuposto de que a promoção da AC não pode ser dissociada da compreensão sobre como as pessoas aprendem. Os princípios da NE adotados foram articulados aos três eixos estruturantes da AC, discutidos por Sasseron e Carvalho (2008):

1. ***Compreensão Básica de Termos, Conhecimentos e Conceitos Científicos:*** A SEA foi concebida para favorecer a elaboração progressiva de noções da Biologia, como o conceito de vida, os critérios de classificação das entidades como vivas ou não vivas, as características dos seres vivos, a adaptação, a seleção natural e as relações entre evolução e biodiversidade. O uso de recursos sensoriais e vivenciais buscou criar situações de aprendizagem em que esses conceitos pudessem ser relacionados às experiências dos estudantes, favorecendo associações e reelaborações ao longo das atividades. No planejamento, princípios da NE relacionados à mobilização de conhecimentos prévios, à dimensão sensorial e afetiva e à retomada espaçada de ideias foram mobilizados para organizar esse eixo.
2. ***Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática:*** A AC não se limita ao acúmulo de conteúdos; ela inclui a compreensão de como enunciados científicos são sustentados, revisados e estabilizados em práticas de produção e circulação de razões. Na SEA, essa dimensão foi trabalhada por meio da resolução de problemas situados, da formulação de hipóteses, da construção de explicações ancoradas

em evidências e da elaboração de modelos (como na atividade em que os estudantes criaram um organismo fictício adaptado a um ambiente específico). Essa escolha didática se articulou a aportes da NE mobilizados pela professora-pesquisadora: ativação de conhecimentos prévios, retomadas espaçadas, gestão do tempo e organização de um clima de participação que acolhe a dúvida e trata o erro como parte do percurso.

3. *Entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA):*

No âmbito da AC, esse eixo orientou a análise das relações entre conhecimentos biológicos, transformações ambientais e ações humanas sobre a biodiversidade. As atividades solicitaram que os estudantes examinassem situações, confrontassem posições e elaborassem justificativas. Os princípios da NE orientaram as condições dessas discussões, por meio do trabalho em grupo, da interação social, da retomada de conhecimentos e do tempo de elaboração. A professora propôs questionamentos, solicitou justificativas e retomou as falas dos estudantes.

A *implementação* consistiu na aplicação da SEA em contexto real de sala de aula, com finalidade de produção e coleta de dados. No recorte deste estudo, a intervenção ocorreu em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, na disciplina de Biologia, conduzida pela professora-pesquisadora, docente responsável pela turma ao longo do ano letivo.

A *avaliação* fundamentou-se nos objetivos traçados pelos princípios de design. Ela não se restringiu à mobilização de conhecimentos conceituais, considerando também os indicadores de AC e as formas de participação dos estudantes nas atividades. A validação envolveu a análise da implementação da SEA, realizada pelo cruzamento entre os planos de aula, os registros audiovisuais, as produções dos estudantes e o diário de aula, permitindo examinar a correspondência entre o planejamento e o desenvolvimento das atividades, bem como seus alcances e limites. Também foram analisados os percursos de elaboração dos estudantes, a fim de avaliar as hipóteses que orientaram o design. As análises resultantes orientaram o redesign.

O *redesign* consistiu na revisão da SEA com base na avaliação. Foram ajustados a clareza dos enunciados e dos objetivos das tarefas, especialmente na Aula 2; as intervenções da professora, com perguntas voltadas à explicitação de critérios, justificativas, hipóteses e explicações; o tempo das atividades; a organização dos grupos; os momentos de retomada e sistematização; e as formas de registro das produções dos estudantes. Também foram explicitadas as relações entre as atividades, os princípios da NE e os eixos de AC. Assim, o redesign envolveu

a reorganização das tarefas, das intervenções docentes e das condições de participação. O ciclo da DBR orientou a revisão da proposta e das hipóteses de design que sustentaram sua elaboração.

Após o *redesign*, foi elaborado o Produto Educacional, com orientações específicas que permitissem a apropriação da SEA por outros docentes, respeitando diferentes realidades escolares. A SEA proposta assumiu uma dupla função na pesquisa: atuou como intervenção didática para a produção e análise dos dados e, simultaneamente, configurou-se como material formativo passível de adaptação. Essa integração metodológica orientou o planejamento e a implementação da intervenção, permitindo ajustes diante das demandas emergentes do contexto investigado.

3.2 A construção da SEA “O que é vida?”

Esta seção apresenta o processo de concepção e planejamento da SEA, elaborada como instrumento pedagógico da intervenção e como dispositivo para produção e coleta de dados. A SEA aborda os critérios de classificação das entidades como vivas ou não vivas, as características dos seres vivos, a definição de vida proposta pela NASA, os conceitos de adaptação, seleção natural e evolução, suas relações com a biodiversidade atual e as interferências das ações humanas na dinâmica da vida e na conservação da biodiversidade.

O planejamento da SEA constituiu um exercício de práxis docente intencional. Longe de ser um roteiro prescritivo, a sequência foi estruturada para alternar abordagens comunicativas (dialogicas para exploração de hipóteses; de autoridade para sistematização conceitual), favorecendo um ritmo de aprendizagem pautado pela progressão da complexidade. O Quadro 3.1 sistematiza como os princípios da NE selecionados foram traduzidos em indicadores de observação empírica para fundamentar as escolhas didáticas.

Quadro 3.1 – Princípios da NE aplicados ao planejamento didático

Princípio da NE Amaral e Guerra (2022)	Dimensão pedagógica	Indicadores de observação empírica
3. A interação social favorece a aprendizagem	Promoção de debates, trabalhos em grupo e interação entre pares.	Diálogos registrados em áudio/vídeo e dinâmicas de colaboração em sala.
5. A emoção orienta a aprendizagem	Criação de um clima de sala de aula seguro e estimulante.	Expressões de engajamento, curiosidade ou resistência nas falas dos alunos.
6. A motivação coloca o cérebro em ação	Uso de desafios e temas contextualizados que despertam o interesse.	Proatividade na execução das atividades e persistência diante de dificuldades.
7. A atenção é a porta de entrada para a aprendizagem	Seleção de estímulos relevantes para evitar a sobrecarga cognitiva.	Fragmentação do conceito estudado em critérios operacionais para ajudar a manter o foco durante as explicações e a capacidade de filtrar informações essenciais nas tarefas.
8. O cérebro não é multitarefa	Planejamento de atividades com foco sequencial e profundo.	Organização do tempo didático e qualidade da concentração em tarefas específicas.
9. A aprendizagem requer elaboração e tempo	Proposição de atividades que exigem síntese e tempo para reflexão.	Registros no diário reflexivo sobre a evolução do conhecimento ao longo do tempo.
10. Autorregulação e metacognição sustentam a aprendizagem	Estímulo para que o aluno monitore seu próprio processo de pensar.	Falas ou escritos em que o aluno identifica o que aprendeu e como aprendeu.
12. A criatividade exercita o cérebro aprendiz	Proposição de atividades de criação e aplicação dos conceitos em novas situações, como a elaboração de organismos fictícios adaptados a determinados ambientes.	Produções dos estudantes que evidenciam combinação de ideias, criação de hipóteses, uso de critérios biológicos e justificativas para explicar adaptações e formas de sobrevivência.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Amaral e Guerra (2022, p. 91–93).

Descrição do Quadro 3.1: apresenta os princípios da NE mobilizados no planejamento da SEA, organizados em três colunas, denominadas “Princípio da NE”, “Dimensão pedagógica” e “Indicadores de observação empírica”. O conteúdo sistematiza oito princípios da NE: interação social, emoção, motivação, atenção, cérebro não multitarefa, elaboração, autorregulação/metacognição e criatividade, articulando cada princípio às respectivas dimensões pedagógicas e aos indicadores de observação empírica utilizados para acompanhar as condições de aprendizagem durante a implementação da sequência de aulas.

A SEA foi organizada em cinco encontros (Quadro 3.2), distribuídos de forma progressiva. A Aula 1 partiu dos conhecimentos prévios e da distinção entre vivo e não vivo. As Aulas 2 e 3 exigiram aplicação de critérios científicos e comparação entre condições, com produção de justificativas. Na Aula 4, os estudantes precisaram elaborar um organismo adaptado a um ambiente específico, articulando características biológicas e restrições do cenário. Na Aula 5 e na autoavaliação, o trabalho concentrou-se na retomada dos conceitos da sequência e na reflexão sobre o percurso realizado.

No planejamento, NE e AC operaram como referências interdependentes. A NE orientou decisões sobre estratégias de ensino, organização do tempo e do espaço, diversidade de estímulos e interação social, considerando diferenças entre estudantes e condições de participação. A AC delimitou o horizonte formativo ao definir as operações a serem convocadas e acompanhadas (formular e testar hipóteses, organizar e classificar informações com critérios explícitos, construir justificativas e elaborar explicações ancoradas em evidências), o que informou a intervenção docente por solicitações de evidências, explicitação de critérios e confronto de alternativas.

As atividades foram organizadas por problematizações inspiradas em Sasseron e Carvalho (2008), transformando conteúdos conceituais em situações de confronto de ideias e elaboração coletiva de entendimentos. Ao articular exigências interacionais da NE (Quadro 3.1) e progressão temática da Biologia evolutiva (Quadro 3.2), a SEA se configura como recorte empírico para examinar como condições de participação e intervenções docentes sustentam a mobilização de ações associadas à AC no Ensino Médio.

Quadro 3.2 – Planejamento didático da SEA (continua)

Aula	Tema	Objetivos de aprendizagem	Atividades e estratégias	Materiais
1 (100 min)	O que é a vida?	Levantar e discutir ideias iniciais sobre o conceito de vida, classificando diferentes entidades, justificando os critérios mobilizados e comparando-os com a definição de vida proposta pela NASA.	Problematização inicial, levantamento de conhecimentos prévios, classificação de imagens, discussão em grupos, comparação de critérios e análise da definição de vida proposta pela NASA.	Fichas de atividades, imagens para classificação, quadro e projetor multimídia.
2 (100 min)	Características dos seres vivos	Analisar casos-problema envolvendo características dos seres vivos, classificar entidades a partir de critérios biológicos, justificar as decisões tomadas e revisar respostas diante das discussões realizadas em sala.	Investigação de casos-limite por meio da análise de organismos fictícios, preenchimento de quadro comparativo, discussão em grupos, argumentação e socialização das conclusões.	Cards ilustrados dos organismos fictícios, fichas de atividades, quadro, projetor multimídia e materiais para registro.
3 (100 min)	Adaptações e seleção natural	Compreender as relações entre adaptação, seleção natural, ambiente, sobrevivência e diversidade biológica por meio da análise de situações e da justificativa de interpretações em debates coletivos.	Rotação por estações: simulações e análise de casos sobre adaptações e seleção natural, com síntese em debate coletivo.	Fichas das estações, materiais para as atividades práticas, quadro e projetor multimídia.

Quadro 3.2 – Planejamento didático da SEA (conclusão)

Aula	Tema	Objetivos de aprendizagem	Atividades e estratégias	Materiais
4 (100 min)	Biodiversidade e criação de organismos fictícios	Criar e apresentar um organismo fictício adaptado a um ambiente específico, justificando suas características corporais e comportamentais com base nas relações entre ambiente, adaptação, seleção natural, evolução e biodiversidade.	Criação colaborativa de um organismo adaptado a um ambiente específico, elaboração de justificativas, representação gráfica, apresentação oral e discussão sobre adaptação, evolução, biodiversidade e mudanças ambientais.	Cards com cenários ambientais, fichas de atividades, papel, lápis, canetas coloridas, materiais para desenho e projetor multimídia.
5 (100 min)	Revisão com jogo	Aplicar conhecimentos construídos ao longo da sequência para classificar situações, justificar respostas com base em critérios biológicos, relacionar conceitos de vida, adaptação, seleção natural e biodiversidade, refletir sobre impactos das ações humanas e revisar posições na discussão coletiva.	Jogo de UNO adaptado com categorias biológicas: crescimento, metabolismo, adaptação e biodiversidade.	Baralho do jogo “É vivo ou não é?”, regras impressas, ficha do bilhete de saída, quadro e projetor multimídia.
Atividade de auto-avaliação	Reflexão e fechamento	Analisar situações-problema, justificar classificações com base em critérios científicos, integrar conhecimentos construídos ao longo da sequência e refletir sobre o próprio processo de aprendizagem.	Avaliação organizada em quatro missões: classificação de casos, elaboração de parecer científico, análise de situações envolvendo biodiversidade e ações humanas, reflexão sobre a aprendizagem e autoavaliação, seguida de socialização das produções.	Instrumento de avaliação impresso, folhas para registro, lápis ou caneta, quadro e projetor multimídia.

Fonte: Elaborado pela autora com base no planejamento da SEA, proposta no Produto Educacional desta pesquisa (2026).

Descrição do Quadro 3.2: apresenta o planejamento didático da sequência de aulas intitulada “O que é vida?”, organizada em cinco colunas, denominadas “Aula”, “Tema”, “Objetivos de aprendizagem”, “Atividades e estratégias” e “Materiais”. O conteúdo sistematiza a sequência em cinco aulas e uma atividade de autoavaliação, contemplando a mobilização de conhecimentos prévios e da definição de vida, a análise de casos-problema, a realização de estações de aprendizagem, a criação de organismos fictícios adaptados a diferentes ambientes, a sistematização dos conceitos por meio de um jogo didático e a reflexão dos estudantes sobre o percurso desenvolvido ao longo da SEA.

Para explicitar a articulação entre planejamento e análise, elaborou-se uma matriz de alinhamento construtivo (Quadro 3.3), que relaciona as aulas da SEA aos princípios da Neurociência Educacional mobilizados no planejamento (Amaral; Guerra, 2022) e aos eixos estruturantes da Alfabetização Científica almejados para cada aula (Sasseron; Carvalho, 2008). Essa matriz orientou o planejamento da intervenção, enquanto os indicadores de AC propostos por (Sasseron; Carvalho, 2008) foram utilizados como referência analítica para examinar as produções e interações dos estudantes.

Quadro 3.3 – Matriz de Alinhamento Construtivo da SEA “O que é vida?”

Aulas da SEA	Princípios da NE mobilizados	Eixos de AC almejados
Aula 1: O que é vida?	Interação social, emoção e atenção: ancoragem em conhecimentos prévios para mobilizar curiosidade e engajamento inicial.	Compreensão básica de conceitos científicos e compreensão da natureza das ciências: diferenciação entre o vivo e o não vivo por meio da organização de critérios e da formulação de hipóteses.
Aula 2: Características dos seres vivos	Interação, atenção, motivação e tempo de elaboração: uso do inusitado para sustentar o foco atencional e demandar processamento mais elaborado.	Compreensão básica de conceitos científicos e compreensão da natureza das ciências: aplicação de critérios biológicos por meio da análise de casos-limite, do trabalho com dados e da justificativa de classificações.
Aula 3: Rotação por estações	Atenção, limitação multitarefa, aprendizagem e metacognição: fragmentação de estímulos para evitar sobrecarga da memória de trabalho durante a investigação.	Compreensão básica de conceitos científicos, compreensão da natureza das ciências e relações CTSA: análise das relações entre adaptação, seleção natural e biodiversidade, com elaboração de explicações, previsão de consequências evolutivas e reflexão sobre os impactos das alterações ambientais na biodiversidade.
Aula 4: Criação de organismos fictícios	Interação social, motivação, tempo de elaboração, metacognição e criatividade: mobilização criativa para consolidar redes neurais por meio da aplicação prática.	Compreensão básica de conceitos científicos, compreensão da natureza das ciências e relações CTSA: aplicação dos conceitos de adaptação, seleção natural e evolução na criação do organismo fictício, com justificativa biológica das escolhas e reflexão sobre impactos das ações humanas na biodiversidade.
Aula 5: Revisão e jogo didático	Interação social, emoção, tempo de elaboração e autorregulação: retomada espaçada e ambiente seguro para a avaliação consciente da própria trajetória.	Compreensão básica de conceitos científicos, compreensão da natureza das ciências e relações CTSA: retomada de critérios de vida, adaptação e biodiversidade por meio da classificação, da argumentação, da revisão de explicações e da reflexão sobre os impactos das ações humanas na biodiversidade.
Avaliação final e autoavaliação	Tempo de elaboração, autorregulação e criatividade: retomada dos critérios construídos ao longo da SEA para análise das próprias aprendizagens e reorganização das relações conceituais.	Compreensão básica de conceitos científicos, compreensão da natureza das ciências e relações CTSA: retomada de vida, adaptação e biodiversidade; uso de critérios para justificar respostas; reflexão sobre o percurso de aprendizagem e sobre os impactos das ações humanas na dinâmica da vida na Terra.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Descrição do Quadro 3.3: apresenta a matriz de alinhamento construtivo da Sequência de Ensino e Aprendizagem “O que é vida?”, organizada em três colunas, denominadas “Aulas da SEA”, “Princípios da NE Mobilizados” e “Indicadores de AC Alvo”. O conteúdo sistematiza a articulação entre as cinco aulas da sequência, os princípios da NE mobilizados no planejamento didático e os indicadores de AC previstos para cada etapa, evidenciando o alinhamento entre os objetivos de aprendizagem, as condições pedagógicas organizadas a partir da NE e os processos de AC pretendidos ao longo da intervenção.

3.3 Do redesign da SEA ao Produto Educacional

A implementação da SEA constituiu uma etapa da investigação e, ao mesmo tempo, forneceu subsídios para seu aperfeiçoamento. As análises dos registros audiovisuais, das produções dos estudantes, do diário de aula da professora-pesquisadora e das discussões desenvolvidas ao longo da pesquisa, somadas às contribuições do exame de qualificação e da banca de defesa, evidenciaram aspectos da proposta que poderiam ser reorganizados para ampliar sua utilização por professores da Educação Básica.

Esse processo culminou na elaboração do Produto Educacional “O que é vida? Uma Sequência de Ensino e Aprendizagem”, apresentado em volume próprio. A versão inicialmente implementada passou por um processo de redesign que preservou seus objetivos formativos, incorporando ajustes na organização das atividades, na explicitação das intencionalidades didáticas e na elaboração de materiais de apoio ao(a) professor(a).

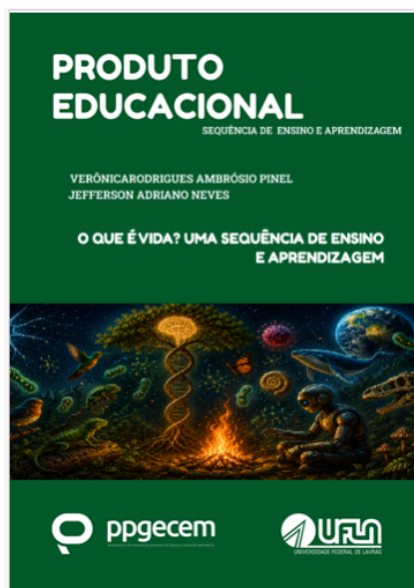
As orientações didáticas, os gabaritos comentados e as sugestões de intervenção docente foram construídos a partir das situações observadas durante a implementação da SEA, buscando apoiar a intervenção pedagógica e antecipar dificuldades recorrentes.

Além das cinco aulas, o produto reúne uma avaliação final organizada em missões investigativas, materiais reproduzíveis para os estudantes, instrumentos de autoavaliação e um suplemento destinado ao(a) professor(a). Cada aula apresenta objetivos de aprendizagem, foco conceitual, princípios da Neurociência Educacional, eixos da Alfabetização Científica almejados, estratégias de ensino, materiais, orientações didáticas, possibilidades de intervenção, sugestões de adaptação e leituras complementares.

Embora estruturado como sequência progressiva, o material permite tanto sua aplicação integral quanto a utilização independente de atividades específicas, conforme os objetivos do(a) professor(a), o tempo disponível e as características da turma, preservando os princípios pedagógicos que o fundamentam.

A Figura 3.3 apresenta a capa do Produto Educacional elaborado nesta pesquisa.

Figura 3.3 – Capa do Produto Educacional elaborado nesta pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Descrição da Figura 3.3: A figura apresenta a capa do Produto Educacional. Na parte superior, aparece a identificação “Produto Educacional – Sequência de Ensino e Aprendizagem”, seguida pelos nomes dos autores e pelo subtítulo “O que é vida? Uma Sequência de Ensino e Aprendizagem”. A composição visual utiliza fundo verde, elementos gráficos associados às Ciências da Natureza e organização em formato de capa institucional. Também constam o vínculo ao programa de pós-graduação e a logomarca da UFLA.

A estrutura do Produto Educacional foi organizada para articular os diferentes recursos que compõem a proposta. O Quadro 3.4 apresenta essa organização e a finalidade de cada componente.

Quadro 3.4 – Organização do Produto Educacional

Componente	Descrição
Apresentação	Contextualiza a proposta e sua organização.
Fundamentação da sequência	Explicita os referenciais que orientam o planejamento das atividades.
Aulas	Desenvolvem progressivamente os conceitos de vida, adaptação, seleção natural, evolução e biodiversidade.
Avaliação final	Retoma os conhecimentos construídos por meio de missões investigativas e autoavaliação.
Materiais reproduzíveis	Reúnem fichas de atividades, cartas do jogo e demais recursos utilizados nas aulas.
Gabaritos e orientações ao(à) professor(a)	Apresentam respostas esperadas, comentários didáticos, dificuldades frequentes e possibilidades de intervenção pedagógica.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Descrição do Quadro 3.4: O quadro apresenta a organização interna do Produto Educacional, distribuída em duas colunas, denominadas “Componente” e “Descrição”. Na primeira coluna, são listados os elementos que compõem o material, incluindo apresentação, fundamentação da sequência, aulas, avaliação final, materiais reproduzíveis e gabaritos com orientações ao(à) professor(a). Na segunda coluna, são descritas as finalidades atribuídas a cada componente.

O redesign sistematizou os conhecimentos produzidos durante a investigação em um material voltado a apoiar o planejamento, a implementação e a tomada de decisões pedagógicas de professores da Educação Básica. O Produto Educacional integra esta dissertação em volume

próprio e está disponível gratuitamente no Repositório Institucional da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Elaborado a partir das evidências produzidas durante a implementação da SEA, ele constitui um desdobramento da investigação. Nos capítulos seguintes, a análise concentra-se na experiência pedagógica desenvolvida em sala de aula, tomando como referência a versão originalmente aplicada da sequência.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos que organizaram o relato da experiência (RE) desde o planejamento da intervenção até o tratamento do material empírico produzido em sala de aula. O estudo foi desenvolvido em contexto escolar, a partir da implementação de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA), tomada como arranjo didático e investigativo para acompanhar uma experiência docente situada.

A experiência relatada ocorreu no contexto da atuação da professora-pesquisadora junto a uma turma do 3º ano do Ensino Médio. Desse modo, a pesquisa não se constituiu a partir de uma observação externa da escola, mas de uma posição implicada, na qual planejar, implementar a SEA, registrar, analisar e reorganizar a proposta integraram um mesmo processo formativo e investigativo.

A Neurociência Educacional (NE) foi mobilizada como referência para o planejamento da intervenção, orientando escolhas relativas à organização das atividades, das interações, do tempo, dos recursos e das condições de participação dos estudantes. A Alfabetização Científica (AC), por sua vez, subsidiou a análise das interações e produções discentes, especialmente na identificação de indicadores relacionados à seriação, à organização e à classificação de informações, ao levantamento de hipóteses, à formulação de justificativas, à elaboração de explicações e à realização de previsões.

Para tornar esse percurso passível de acompanhamento, foi construída uma matriz de mapeamento das aulas, relacionando objetivos de cada encontro, princípios da NE mobilizados no planejamento, indicadores de AC previstos, instrumentos de registro e acontecimentos observados durante a implementação. Esse procedimento permitiu acompanhar a experiência em sua dinâmica concreta, articulando o planejado, o vivido, o registrado e o posteriormente reelaborado.

A análise foi organizada em duas dimensões complementares. A primeira incidiu sobre o processo de implementação da SEA, considerando decisões de planejamento, ajustes realizados durante as aulas, dificuldades encontradas e reorganizações produzidas no percurso. A segunda concentrou-se na mobilização discursiva dos indicadores de AC nas interações dos estudantes, nos quais a interlocução conceitual se manteve em continuidade em episódios selecionados a partir do estudo da matriz de mapeamento.

Na sequência, apresentam-se o delineamento metodológico da pesquisa (4.1), o contexto de produção dos dados (4.2) e a constituição do *corpus* empírico (4.3). Em seguida, descrevem-se os procedimentos de análise de dados (4.4), organizados em duas dimensões complementares: a análise do processo de implementação da SEA, apoiada em diferentes fontes do corpus, e a análise da mobilização discursiva dos indicadores de AC nos episódios selecionados, complementada por produções escritas e registros gráficos dos estudantes quando pertinentes à interpretação dos dados.

4.1 Delineamento da pesquisa

A complexidade inerente à transição de princípios da NE para práticas de sala de aula exige um desenho metodológico capaz de abarcar tanto a formulação do material didático quanto a análise de sua aplicação empírica. Por essa razão, esta investigação, de natureza qualitativa e caráter analítico-interpretativo, articula a lógica da Pesquisa Baseada em Design (DBR) (Kneubil; Pietrocola, 2017) à sistematização narrativa e analítico-reflexiva do Relato de Experiência (RE) (Daltro; Faria, 2019; Mussi; Flores; Almeida, 2021).

Longe de configurar um hibridismo epistemológico, essas duas abordagens desempenham funções distintas e interdependentes. A Pesquisa Baseada em Design (DBR) orientou o processo de elaboração da intervenção educacional (Kneubil; Pietrocola, 2017). Sua estrutura iterativa, organizada em ciclos de design, implementação, avaliação e redesenho, fundamentou a construção da SEA (Kneubil; Pietrocola, 2017). Nesta dissertação, a DBR fundamenta a concepção da SEA "O que é Vida?", articulando os princípios da NE aos indicadores da AC para a construção da intervenção pedagógica (Kneubil; Pietrocola, 2017).

A SEA foi concebida no âmbito da disciplina "Processos e Sequências de Ensino e Aprendizagem", do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da UFLA. Nesse processo, foram definidos os princípios de design, os objetivos formativos, a organização das aulas e as tarefas do percurso didático, mobilizando contribuições da Pesquisa Baseada em Design (Design-Based Research – DBR) e da literatura sobre Sequências de Ensino e Aprendizagem como intervenções voltadas à apropriação de conhecimentos específicos e ao acompanhamento dos processos mobilizados pelos estudantes (DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, 2003; Méheut; Psillos, 2004; Kneubil; Pietrocola, 2017).

Contudo, a avaliação da fase de implementação desse ciclo de design demanda uma lente investigativa focada no fenômeno situado e na prática reflexiva. É nesse ponto que o RE foi assumido como forma de sistematização da vivência docente-investigativa, sendo mobilizado como instrumento metodológico de sistematização. Conforme Mussi, Flores e Almeida (2021), essa modalidade exige que a vivência seja descrita, situada, fundamentada e analisada, de modo que o texto ultrapasse a narrativa pessoal e se constitua como produção acadêmica sobre uma intervenção profissional.

A escolha justifica-se pela necessidade de compreender de que forma a SEA atuou na promoção da AC, transcendendo a vivência empírica pura. O RE promove o deslocamento metodológico da "experiência próxima" — a vivência cotidiana ainda não submetida à elaboração teórica — para a "experiência distante", na qual a ação é intencionalmente analisada e fundamentada teoricamente (Mussi; Flores; Almeida, 2021). Diferentemente de metodologias que buscam generalizações estritas e controle de variáveis, o RE valoriza o dinamismo e a complexidade do contexto real, assumindo caráter de síntese provisória aberta a reflexões (Daltro; Faria, 2019).

A dupla posição da pesquisadora, como docente e investigadora do próprio contexto, não é tratada nesta pesquisa como viés a ser isolado, mas assumida como condição constitutiva. Na perspectiva do RE, a autora é sujeito participante que, pela linguagem e pela memória, elabora o acontecimento (Daltro; Faria, 2019). Para tornar esse lugar analiticamente rigoroso e visível, recorreu-se ao cruzamento entre planos de aula, registros audiovisuais, produções dos estudantes e diário de aula¹ da professora-pesquisadora.

4.2 Contexto de produção dos dados

Os dados foram produzidos durante a implementação da SEA em uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada na Zona da Mata mineira. A escola situa-se na zona urbana do município e constitui, no contexto local, o principal espaço escolar de atendimento aos anos finais do Ensino Fundamental e ao Ensino Médio. A instituição integra a rede estadual de ensino e, no contexto local, atendia estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, provenientes de áreas urbanas e rurais. Esse cenário compôs as condições em que a experiência pedagógica foi planejada e realizada.

Participaram da pesquisa 23 estudantes, com idades entre 16 e 18 anos, sendo 12 estudantes do sexo masculino e 11 do sexo feminino. A escolha da turma vinculou-se ao fato de os estudantes estarem na etapa de conclusão da Educação Básica e já terem percorrido diferentes componentes curriculares da área de Ciências da Natureza. Essa condição permitiu propor uma SEA que retomasse conhecimentos anteriores e demandasse a mobilização de conceitos em situações que envolviam comparar, organizar informações, formular hipóteses, justificar posições, elaborar explicações e realizar previsões, sem pressupor homogeneidade nos repertórios conceituais ou nos modos de participação.

A turma era acompanhada pela professora-pesquisadora desde o 7º ano do Ensino Fundamental, o que configurou um vínculo pedagógico anterior à intervenção. Essa relação prévia compôs as condições concretas da experiência, pois permitiu integrar a proposta ao planejamento bimestral e conduzi-la no fluxo ordinário das aulas, sem deslocá-la da rotina escolar. Ao mesmo tempo, esse vínculo foi considerado na interpretação dos dados, uma vez que a familiaridade construída ao longo do percurso escolar integrou o contexto em que ocorreram as interações e as intervenções docentes.

A SEA foi desenvolvida no contexto regular das aulas de Biologia da turma, sem deslocamento para espaços externos à escola. Sua implementação compreendeu cinco aulas presenciais geminadas, com duração de cerca de 100 minutos cada, totalizando aproximadamente 10 horas-aula, além de um momento destinado à avaliação e à autoavaliação, com duração de 50 minutos.

¹ Os diários de aula são compreendidos como documentos nos quais professores registram impressões, acontecimentos e reflexões sobre o que ocorre em suas aulas, constituindo instrumentos de acompanhamento e análise da prática docente (Zabalza, 2004, p. 13).

As aulas ocorreram entre 12 de março e 9 de abril de 2025, no período matutino, das 7h50 às 9h30; a avaliação e a autoavaliação foram realizadas em 16 de abril de 2025.

As ações foram realizadas na sala de eventos da escola, espaço utilizado cotidianamente como sala de aula pela turma em razão da ausência de outras salas disponíveis. A sala localizava-se no pavimento subterrâneo do prédio, abaixo dos espaços destinados à secretaria e à sala dos professores. Tratava-se de um ambiente amplo, ventilado, com boa iluminação natural e três ventiladores de parede, recursos que auxiliavam a circulação do ar em dias quentes. O espaço também dispunha de banheiro, o que facilitou a higienização das mãos e de materiais após as práticas desenvolvidas na terceira aula. A amplitude da sala permitiu a organização das carteiras em grupos, a circulação da professora-pesquisadora entre os estudantes e a disposição dos materiais didáticos utilizados nos encontros.

A implementação da SEA ocorreu no âmbito do planejamento bimestral da turma e demandou ajustes para articular a proposta ao currículo prescrito pela rede estadual, sem dissociá-la da rotina pedagógica da escola. Esses ajustes incidiram, sobretudo, sobre a distribuição do tempo didático, de modo a viabilizar as atividades e manter sua relação com o percurso formativo da disciplina. Para sua inserção no primeiro bimestre letivo de 2025, foram mobilizadas habilidades da BNCC relacionadas aos temas trabalhados na SEA. Os demais conteúdos do planejamento da rede estadual foram abordados por meio de outras estratégias pedagógicas, como debates, tarefas orientadas, seminários e registros complementares. A síntese dessa reorganização e da inserção da SEA no cronograma da disciplina encontra-se nos Apêndices A e B.

A experiência teve como eixo a implementação da SEA em Biologia intitulada “O que é vida?”, planejada para acompanhar a mobilização de indicadores de AC pelos estudantes. O percurso articulou critérios de classificação de entidades vivas e não vivas, características dos seres vivos, definição de vida proposta pela NASA, adaptação, seleção natural, evolução, biodiversidade e interferências das ações humanas na conservação ambiental. As tarefas seguiram uma progressão didática: partiram da análise de critérios biológicos e de situações-limite, avançaram para simulações e para a elaboração de um organismo fictício, culminando com o jogo didático e a sistematização final dos conceitos trabalhados ao longo da SEA.

Os recursos utilizados foram selecionados conforme os objetivos de cada aula e as condições materiais disponíveis na escola. Foram empregados fichas de trabalho, imagens, cards ilustrativos, roteiros de análise, materiais para simulações práticas, objetos de manipulação, folhas para registro, materiais de desenho, questionário reflexivo e um baralho de UNO adaptado com categorias biológicas. A relação entre aulas, objetivos, estratégias e materiais encontra-se sistematizada no Quadro 3.2.

No contexto institucional, a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFLA sob CAAE nº 81378724.30000.5114 e parecer consubstanciado nº 7.044.652, em conformidade com as Resoluções CNS nº 466/2012 e nº 510/2016. A documentação referente à aprovação ética e aos termos utilizados na pesquisa encontra-se reunida nos Anexos A e B.

Antes da produção dos dados, foi obtida autorização institucional da escola. A participação dos estudantes foi condicionada à assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos responsáveis legais, quando menores de idade, e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido pelos próprios estudantes. Nos casos de estudantes maiores de idade, foi utilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Também foi solicitada autorização para uso de imagem e voz, considerando os registros audiovisuais realizados durante a intervenção.

Foram observados os princípios éticos relativos à participação dos sujeitos, incluindo: a) anonimização dos dados, com uso de códigos alfanuméricos para identificação dos estudantes, de A1 a A23, e da letra P para a professora-pesquisadora; b) sigilo e confidencialidade das informações; c) direito de desistência sem prejuízo aos participantes; d) tratamento dos dados em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (BRASIL, 2018b). Todos os registros foram armazenados conforme os protocolos institucionais da UFLA. Nas imagens eventualmente utilizadas no texto, os rostos dos estudantes foram ocultados por tarjas, de modo a impedir sua identificação visual. Os arquivos digitais permaneceram protegidos, com acesso restrito à professora-pesquisadora e ao orientador, pelo período previsto no protocolo aprovado pelo Comitê de Ética. Após cinco anos, os registros serão apagados, conforme os procedimentos institucionais da UFLA.

4.3 Constituição do *corpus* empírico

As cinco aulas foram registradas em áudio e quatro delas em vídeo. A câmera foi posicionada no canto superior esquerdo da sala de eventos, permitindo visualizar os grupos, a circulação da professora-pesquisadora e a dinâmica geral das tarefas, sem interferir diretamente no desenvolvimento da intervenção. Houve um contratempo que impediu o registro em vídeo da Aula 4; contudo, o registro sonoro permaneceu íntegro.

Para o registro dos áudios, foram utilizados gravadores posicionados sobre as mesas dos grupos, além de um dispositivo móvel mantido com a professora-pesquisadora, permitindo registrar interações descentralizadas, especialmente aquelas produzidas nas discussões entre pares e durante a realização das tarefas em grupo.

Além dos registros audiovisuais, integraram o *corpus* os planos de aula, o diário de aula e as produções escritas dos estudantes. Os planos de aula registraram a organização prevista para cada encontro, incluindo objetivos, conteúdos, estratégias, recursos didáticos e formas de condução das tarefas. O diário de aula funcionou como eixo de organização do percurso, registrando a cronologia dos encontros, as atividades-chave, o tempo de duração, os princípios da NE intencionalmente mobilizados, os ajustes realizados e os eventos de referência observados durante a implementação. As produções escritas compreenderam registros elaborados ao longo da SEA, como respostas às fichas de atividades, sínteses, justificativas e demais produções vinculadas às tarefas propostas.

Os materiais que compuseram o *corpus* foram, então, revisitados e submetidos a uma leitura exploratória, que subsidiou a elaboração da Matriz de Mapeamento das Aulas, apresentada no Quadro 4.2. Essa matriz reuniu informações referentes aos objetivos previstos, às atividades desenvolvidas, aos princípios da NE mobilizados, aos eventos observados durante a implementação e aos registros do diário de aula, permitindo acompanhar o percurso da SEA e orientar a delimitação dos episódios selecionados para análise.

Quadro 4.1 – Estrutura de organização dos dados da implementação da SEA na Matriz de Mapeamento das Aulas

1. Aula/Data	2. Objetivo(s) do plano	3. Atividades-chave realizadas	4. Princípio NE	5. Eventos críticos/observações	6. Referência no Diário de Aula
Aula 1 12/03/2025 Resgate de conhecimento prévio	Compreender o que caracteriza um ser vivo, analisando suas propriedades e diferenciando seres vivos de não vivos com base em critérios científicos e princípios biológicos.	Introdução do tema da SEA (0:00–4:45) = 4min45s. Tarefa 1 – conhecimentos prévios (4:46–23:20) = 18min34s. Instrução da Tarefa 2 (23:21–25:40) = 2min19s. Tarefa 2 – separação de seres vivos e não vivos (25:41–35:00) = 10min41s. Confrontação com o conceito de vida da NASA (35:01–42:03) = 7min02s. Instrução da Tarefa 3 (42:04–43:45) = 1min41s. Tarefa 3 – comparação entre a definição da NASA e observações dos alunos (43:46–57:29) = 13min43s. Sistematização final (57:30–1:11:30) = 14min. Tarefa 4 – reflexão final (1:11:31–1:20:13) = 8min42s.	A interação social favorece a aprendizagem: o diálogo coletivo e o compartilhamento de ideias entre pares, nas atividades de identificação de seres vivos e não vivos, estimulam a construção conjunta do conhecimento. A emoção orienta a aprendizagem: a problematização inicial desperta curiosidade e envolvimento afetivo dos alunos diante das imagens e exemplos contrastantes. A atenção é a porta de entrada para a aprendizagem: as estratégias de mediação, a divisão da aula em blocos curtos e os questionamentos favorecem o foco cognitivo e o engajamento inicial.	Dificuldade de conduzir debate depois da atividade 2, especialmente na reflexão sobre autossuficiência e parasitismo. Alunos tiveram dificuldade em assimilar o conceito de vida da NASA e em compreender que as espécies atuais evoluíram e evoluem ao longo do tempo. O aluno A1 participou dos debates e das atividades com muito interesse.	1. Dificuldade em conduzir o debate sobre autossuficiência e parasitismo “Tive dificuldade, neste momento, de articular os conceitos científicos com seus conhecimentos prévios, promovendo um debate mais provocativo. Estava muito ansiosa e trêmula; as palavras me faltavam.” 2. Dificuldade dos alunos em assimilar o conceito de vida da NASA e compreender a evolução das espécies “Na tarefa 3, após terem conhecido a definição científica da NASA para conceituar vida, teriam que confrontar suas respostas das tarefas anteriores com o conceito científico. Notei, neste momento, que os grupos começaram a questionar mais as respostas que haviam sido dadas anteriormente...”

Fonte: Dados da autora (2025).

Descrição do Quadro 4.1: apresenta a estrutura utilizada para organizar os dados produzidos durante a implementação da SEA na Matriz de Mapeamento das Aulas. As informações estão organizadas por aula e contemplam a data de realização, os objetivos previstos no plano de ensino, as atividades desenvolvidas com seus respectivos intervalos temporais, os princípios da NE mobilizados, os eventos críticos e observações registrados durante a implementação, bem como os respectivos registros no diário de aula.

Com base na Matriz de Mapeamento, procedeu-se ao refinamento do *corpus* por meio do cruzamento entre os registros audiovisuais, os planos de aula, o diário de aula e as produções dos estudantes. Esse procedimento permitiu identificar momentos relevantes para compreender a implementação da SEA, as ações da professora-pesquisadora e as interações estabelecidas pelos estudantes ao longo das atividades.

A partir desse processo, foram selecionados quinze episódios de interações verbais. A seleção considerou a alternância de falas, o confronto de posições, a explicitação de critérios e a construção de justificativas entre os participantes, bem como registros do diário de aula que contribuíam para contextualizar as interações, especialmente aqueles relacionados ao engajamento dos estudantes, à intensidade das discussões e às oportunidades de argumentação e elaboração coletiva de explicações.

Os episódios selecionados foram transcritos com identificação dos participantes — professora (P) e estudantes (A1, A2 etc.). Cada episódio correspondeu a um segmento da aula com relativa unidade temática e discursiva, centrado na resolução de um problema, na resposta a uma questão ou na exploração de um conceito. Essa organização permitiu analisar as interações considerando o contexto em que foram produzidas e sua relação com o desenvolvimento da SEA.

Quando as produções gráficas e escritas continham informações relevantes para a análise, foram apresentadas em figuras e, quando necessário, acompanhadas de transcrições organizadas em quadros, preservando o registro original e ampliando a legibilidade do material empírico. Nesse conjunto, incluíram-se produções escritas elaboradas ao longo da SEA e desenhos dos organismos fictícios produzidos na Aula 4, considerados registros complementares para acompanhar, em linguagem verbal e visual, processos de síntese, reorganização conceitual e retomada de aspectos discutidos durante a sequência.

4.4 Procedimentos de análise de dados

Para contemplar a complexidade da experiência pedagógica, a análise articulou diferentes registros produzidos ao longo da SEA, incluindo o planejamento das aulas, os registros audiovisuais, as produções escritas dos estudantes e o diário de aula da professora-pesquisadora. Essa articulação permitiu examinar a experiência em diferentes dimensões, sem restringir a análise à categorização isolada dos dados, considerando as ações docentes, as interações em sala de aula e a mobilização de indicadores de AC nas falas e produções dos estudantes (Daltro; Faria, 2019; Mussi; Flores; Almeida, 2021).

Nos resultados, a análise foi organizada em dois movimentos articulados. O primeiro acompanhou o planejamento e a implementação da SEA, considerando as escolhas pedagógicas, os princípios da NE mobilizados e as condições de participação produzidas nas aulas. O segundo examinou os indicadores de AC nas interações verbais dos estudantes. A análise discursiva concentrou-se nos episódios selecionados. As produções gráficas e escritas foram utilizadas como registros complementares que permitiram acompanhar modos de síntese, reorganização conceitual e retomada de aspectos discutidos ao longo da SEA.

4.4.1 Dimensão 1: Evidências do processo

Esta dimensão reuniu materiais que permitiram descrever como a SEA foi planejada, implementada e reelaborada em contexto escolar:

1. **Planos de Aula:** desenho e intenção das atividades.
2. **Gravações das Aulas:** registro empírico da implementação.
3. **Diário de aula da Professora-Pesquisadora:** acompanhamento de decisões, reflexões, ajustes e percepções no decorrer das aulas (Zabalza, 2004).
4. **Produções dos estudantes:** registros individuais e coletivos elaborados nas tarefas da SEA, utilizados para acompanhar modos de organização de informações, critérios mobilizados e formas de elaboração das explicações.

Para a escuta e análise desses documentos, recorreu-se à construção de uma Matriz de Análise, instrumento metodológico estruturado para sistematizar e cruzar os dados empíricos do processo pedagógico. Para tanto, utilizou-se de segmentos textuais do diário de aula. Esse movimento permitiu acompanhar como as tensões, os ajustes de rota, a gestão do tempo e as estratégias de intervenção docente foram materializadas na condução da SEA.

Nessa etapa, foram considerados três planos de registro: o processo planejado, documentado nos planos de aula; o processo realizado, registrado nas gravações e nas produções dos estudantes; e o processo reflexivo, documentado no diário de aula da professora-pesquisadora.

4.4.2 Dimensão 2: Mobilização discursiva dos indicadores de AC

Esta dimensão incidiu sobre as interações verbais, examinadas à luz dos indicadores de AC. Para a análise das transcrições, adotou-se o exame detalhado de episódios discursivos delimitados, considerando a sequência das falas, as intervenções dos participantes, os significados produzidos durante a interação e as relações estabelecidas entre os enunciados.

O tratamento inicial dos dados consistiu na delimitação e transcrição dos episódios, priorizando momentos orientados pela resolução conceitual. As interações foram segmentadas

em turnos de fala (T1, T2, ...), com participantes anonimizados (P; A1, A2, ...). Trechos estritamente logísticos foram suprimidos, preservando-se aqueles necessários à coesão do encaideamento discursivo. Cada turno foi codificado à luz dos indicadores de AC (Sasseron; Carvalho, 2008) e das categorias de práticas docentes (Sasseron, 2018), admitindo-se coocorrência de categorias.

Nessa etapa, foram considerados três planos de registro: o processo planejado, documentado nos planos de aula; o processo realizado, registrado nas gravações e nas produções dos estudantes; e o processo reflexivo, documentado no diário de aula da professora-pesquisadora. O procedimento foi operacionalizado em duas etapas, descritas no 4.2, como detalhamento do tratamento dos dados discursivos.

Quadro 4.2 – Organização dos procedimentos da segunda fase da análise

Etapa	Descrição
1. Delimitação e transcrição dos episódios	Transcrição das interações verbais, com marcação dos falantes, risos e gestos; organização dos episódios focados na construção do conhecimento.
2. Codificação dos indicadores de AC	Identificação dos indicadores de AC nos turnos de fala dos estudantes (Sasseron; Carvalho, 2008); classificação das intervenções da professora segundo as categorias analíticas de práticas didáticas e práticas pedagógicas propostas por Sasseron (2018).

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Descrição do Quadro 4.2: apresenta as etapas de operacionalização da segunda fase da análise dos dados, organizadas em duas colunas, denominadas “Etapa” e “Descrição”. O conteúdo reúne procedimentos de delimitação e transcrição dos episódios interacionais, codificação dos indicadores de AC e classificação das intervenções docentes.

Nos resultados, as duas dimensões foram tratadas de forma integrada, articulando o diário de aula, os planos de aula, as interações verbais e os registros escritos dos estudantes. A construção empírica do estudo consolidou-se na intersecção dessas duas dimensões. Ao redigir os resultados, a análise procedeu pelo cruzamento direto entre o que foi relatado no diário de aula da professora-pesquisadora e o que foi registrado no áudio/vídeo, bem como entre o planejamento previsto, as produções discentes e os episódios selecionados para exame microanalítico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em consonância com o delineamento metodológico, este capítulo apresenta e discute a implementação da Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) “O que é vida?”, organizada de forma integrada e cronológica. A análise articula o diário de aula da professora-pesquisadora, o planejamento didático, os princípios da Neurociência Educacional (NE) e os registros produzidos ao longo da experiência, examinando a mobilização dos indicadores de Alfabetização Científica (AC) nas interações discursivas, bem como nas produções escritas e gráficas utilizadas como registros complementares.

5.1 Aula 1 – Identificação de conhecimentos prévios

A primeira aula teve como objetivo levantar e discutir as ideias iniciais dos estudantes sobre o conceito de vida, incentivando a classificação de diferentes entidades, a explicitação dos critérios mobilizados e a comparação desses critérios com a definição de vida proposta pela NASA. A proposta foi organizada para que os grupos analisassem situações envolvendo organismos e entidades de fronteira, registrando suas classificações, justificativas, dúvidas e argumentos a partir dos conhecimentos previamente disponíveis. Pretendeu-se, com isso, criar condições para a mobilização inicial de indicadores de AC, especialmente seriação e classificação de informações, levantamento de hipóteses e formulação de justificativas.

A organização desse encontro esteve em consonância com os princípios da NE mobilizados no planejamento (Amaral; Guerra, 2022), especialmente Interação Social, Emoção, Atenção e Tempo para Elaboração. A aula foi estruturada de modo a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o que caracteriza um ser vivo, buscando despertar curiosidade e engajamento inicial diante das situações propostas.

A alternância entre momentos de escuta, discussão em grupo, registro escrito e socialização favoreceu a interação entre os estudantes e a construção coletiva de significados, ao mesmo tempo em que procurou sustentar a atenção ao longo da atividade. Além disso, os momentos de discussão e registro foram planejados para oferecer tempo para a elaboração das ideias e justificativas produzidas pelos grupos. O diário de aula situa essa escolha como parte da intencionalidade da professora-pesquisadora: *“preparei a aula com blocos curtos de conteúdo para que os alunos evitassem o cansaço e não perdessem o foco”* (Diário de aula, 2025).

O diário de aula registra que o início da aula foi atravessado por tensão associada à presença dos gravadores e câmeras: *“confesso que estava muito ansiosa [...]; no início, os alunos e eu ficamos [...] inibidos com a presença dos gravadores e câmeras, mas isso passou e, aos poucos, ficamos mais soltos”* (Diário de aula, 2025). O registro indica que a presença inicial dos instrumentos de registro audiovisual interferiu nas condições de participação, ainda que essa inibição tenha sido atenuada no decorrer da atividade. Outro aspecto apontado no diário de aula

refere-se à reação dos estudantes à aproximação da professora aos grupos. A anotação, “*ao me aproximar de grupos onde eu não havia sido solicitada, deixava os alunos inibidos; não farei isso mais*” (Diário de aula, 2025), evidencia uma reorganização da intervenção docente, que passou a privilegiar maior autonomia dos estudantes durante as discussões.

No planejamento, previa-se que a dinâmica de análise em grupos, acompanhada de registros escritos e posterior socialização, favorecesse a mobilização de indicadores iniciais de AC, como seriação, classificação de informações, levantamento de hipóteses e formulação de justificativas. Essa previsão se materializa nas produções do Grupo 2, apresentadas nas Figuras 5.1 e 5.2, nas quais os estudantes classificaram entidades como vírus, Inteligência Artificial (IA), robôs e corais, explicitando os critérios utilizados para sustentar suas decisões. As respostas indicam a presença de referências prévias ainda instáveis, frequentemente associadas a características como movimento, respiração, presença de órgãos ou aparência morfológica, elementos posteriormente tensionados durante a comparação com a definição de vida proposta pela NASA.

Figura 5.1 – Respostas do Grupo 2 – Aula 1

Tarefa 1: Conhecimentos prévios: a) Anote nomes de seres que te fazem ter certeza que são vivos e justifique brevemente o que te leva a essa certeza. 1. Mosca, Elor, formiga, balia, golfinho. 2. cachorro, gato, vaca, galinha, coelho. 3. Cavalo, marinho, peixe palhaço, Lula. 4. Coelho, ser humano, boi, passaros, graca plantas. Seres que respiram e que podem morrer	b) Anote um ser vivo que te faz questionar a definição de vida. Justifique. Bactérias microrganismos Vírus Fungos? Pois eles não são como os outros seres vivos citados no ponto A
c) Anote um ser não vivo que te faz questionar a definição de vida. Justifique. Inteligencia artificial Oceano Terra Computador Pois agem como seres vivos, mas não respiram podem morrer	

Fonte: Dados da autora, 2025

Descrição da Figura 5.1: apresenta uma ficha de atividade com registros manuscritos organizados em três seções identificadas pelas letras "a", "b" e "c". No campo superior esquerdo, há uma lista de animais e plantas; no campo superior direito, estão listados microrganismos. Na parte inferior, o texto manuscrito detalha exemplos de tecnologias e elementos naturais acompanhados de justificativas curtas. O documento registra as respostas grafadas a lápis sobre o papel impresso

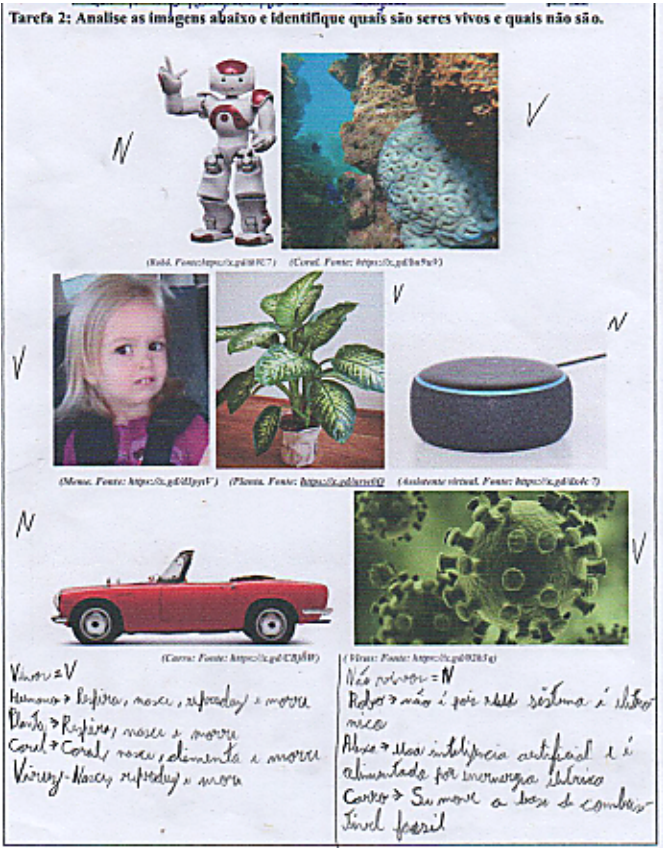
Quadro 5.1 – Transcrição da produção escrita do Grupo 2. Aula 1.

Tarefa 1: Conhecimentos prévios:	
a) Anote nomes de seres que te fazem ter certeza que são vivos e justifique brevemente o que te leva a essa certeza.	b) Anote um ser vivo que te faz questionar a definição de vida. Justifique.
1 — Mosca, flores, forminda [provavelmente “formiga”], baleia, golfinho. 3 — cachorro, gato, vaca, galinha, coelho. 3 — cavalo-marinho, peixe-palhaço, lula. 4 — cooclo [provavelmente “coco”], ser humano, boi, pássaro, graca [provavelmente “garça”], plantas. Seres que respiram e que podem morrer.	Bactérias. Micrstah. Vírus. Fungos; Pois eles não são como os outros seres vivos citados no ponto A.
c) Anote um ser não vivo que te faz questionar a definição de vida. Justifique.	
Inteligência artificial Oceano terra Computador. Pois agem como seres vivos, mas não respiram, podem morrer.	

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Descrição do Quadro 5.1: apresenta a transcrição das respostas manuscritas dos estudantes à Tarefa 1, organizada em três partes identificadas pelas letras “a”, “b” e “c”. O conteúdo reúne exemplos de seres considerados vivos, organismos que geraram dúvida e elementos não vivos, acompanhados de justificativas sobre características atribuídas a cada categoria.

Figura 5.2 – Respostas do Grupo 2 – Aula 1



Fonte: Dados da autora, 2025.

Descrição da Figura 5.2: apresenta uma ficha de atividade impressa contendo seis fotografias de diferentes entidades (robô, coral, menina, planta, assistente virtual e carro). Sobre o documento, observam-se registros manuscritos a lápis: os estudantes assinalaram as letras "V"(vivo) ou "N"(não vivo) ao lado de cada imagem e redigiram justificativas curtas em campos específicos, descrevendo funções biológicas ou características para fundamentar suas escolhas

Quadro 5.2 – Transcrição da Tarefa 2. Aula 1

Tarefa 2: Analise as imagens abaixo e identifique quais são seres vivos e quais não são.	
Classificações indicadas nas imagens da atividade Robô - N Coral - V Menina - V Planta - V Assistente virtual/Alexa - N Carro - N Vírus - V	
Anotações manuscritas Vivos = V Humanos -> Respira, nasce, reproduz e morre. Planta -> Respira, nasce e morre. Coral -> Coral nasce, alimenta e morre. Vírus -> Nasce, reproduz e morre.	Não vivos = N Robô -> não é, pois seu sistema é eletrônico. Alexa -> usa inteligência artificial e é alimentada por energia elétrica. Carros -> se movem à base de combustível fóssil.
Observação de transcrição: as fontes impressas abaixo das imagens aparecem pouco legíveis na fotografia.	

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Descrição do Quadro 5.2: apresenta a transcrição da produção escrita dos estudantes na Tarefa 2 da Aula 1, voltada à classificação de entidades como vivas ou não vivas. O conteúdo reúne as classificações atribuídas às imagens e as justificativas elaboradas pelos estudantes, com critérios relacionados à respiração, nascimento, reprodução, alimentação, morte, funcionamento eletrônico, inteligência artificial e uso de combustível.

A definição da NASA para vida foi apresentada como recurso teórico para confrontar os critérios intuitivos elaborados pelos grupos. O diário de aula evidencia, no entanto, um desafio na intervenção docente desse momento: *“tive dificuldade de articular os conceitos científicos com seus conhecimentos prévios [...]. Estava muito ansiosa e trêmula; as palavras me faltavam”*. Ainda assim, o registro indica que o obstáculo impulsionou a problematização, evidenciando uma lacuna epistemológica no raciocínio dos alunos: *“a ideia de evolução darwiniana parece não estar presente entre as características que utilizaram para classificar um ser vivo”* (Diário de aula, 2025).

A dinâmica foi influenciada pela estratégia de formação aleatória dos grupos, como registrado no diário de aula: *“separei a turma em grupos de quatro alunos, utilizando cartas de baralho para formar grupos aleatórios e evitar ‘panelinhas’”*. No contexto inicial da SEA, essa escolha funcionou como prática pedagógica de gerenciamento (Sasseron, 2018), pois interrompeu a reprodução imediata dos agrupamentos habituais e ampliou a circulação de falas entre estudantes que nem sempre interagiam nas aulas. O registro sobre o estudante A1, que *“se mostrou bastante interessado, debatendo com colegas, fazendo perguntas [...]”*, indica que a reorganização dos grupos criou condições para formas de participação menos previsíveis. Nessa

aula, a estratégia articulou-se ao Domínio Social da AC (Silva; Sasseron, 2021) não por garantir interação equitativa, mas por favorecer negociações coletivas entre diferentes pares.

5.2 Aula 2 – Características da vida e construção de critérios

A segunda aula teve como objetivo aprofundar a compreensão das características comuns aos seres vivos por meio da análise de casos-problema que exigiam a classificação de diferentes entidades com base em critérios biológicos, a justificativa das decisões tomadas e a revisão das respostas diante das discussões realizadas em sala. Para isso, os grupos foram convidados a examinar textos e imagens de organismos e entidades fictícias que colocavam em tensão classificações imediatas, demandando a explicitação dos critérios utilizados e a análise das evidências disponíveis. Pretendeu-se, com isso, favorecer a mobilização de indicadores de AC relacionados à classificação, ao raciocínio lógico, ao teste de hipóteses e à formulação de justificativas (Sasseron; Carvalho, 2008).

A organização da aula esteve em consonância com os princípios da NE mobilizados no planejamento, especialmente Interação Social, Atenção, Motivação e Tempo para Elaboração (Amaral; Guerra, 2022). O uso de entidades fictícias inseridas em uma missão espacial procurou introduzir um elemento inusitado capaz de despertar a curiosidade dos estudantes e sustentar seu envolvimento com a tarefa. As atividades foram organizadas de modo a favorecer a discussão em grupo, a comparação de interpretações e a revisão de respostas à medida que novas informações eram consideradas. Os momentos de análise, debate e registro buscaram assegurar tempo para que os estudantes explicitassem seus critérios, confrontassem argumentos e reformulassem suas posições quando necessário.

A aula teve início com a retomada das discussões realizadas no encontro anterior, concentrando-se nas características atribuídas aos seres vivos pelos próprios estudantes. Entretanto, a definição de vida proposta pela NASA não foi retomada explicitamente, aspecto que reapareceu sob a forma de dúvidas recorrentes durante a resolução das tarefas, indicando que parte dos critérios mobilizados ainda se encontrava em processo de estabilização. No diário de aula, a professora-pesquisadora registra essa percepção ao afirmar: *“Me ative às características dos seres vivos citadas pelos alunos, me esquecendo de recordar com eles o conceito da NASA [...] acredito que ter revisado o conceito de vida da NASA teria ajudado mais”* (Diário de aula, 2025). Situação semelhante ocorreu com o conceito de homeostase, introduzido sem tratamento prévio, ampliando as exigências conceituais da tarefa.

Na sequência, o enredo fictício da missão espacial foi retomado para situar a atividade investigativa. Nesse contexto, os estudantes deveriam analisar entidades alienígenas apresentadas por meio de textos e imagens, construídas em analogia a organismos e estruturas que tensionam os critérios de identificação da vida, como vírus, príons, tardígrados, bactérias termófilas e cristais de gelo. A proposta buscava instaurar um cenário de investigação no qual os estudantes

explicitassem critérios, formulassem justificativas e analisassem propriedades associadas à vida em condições extremas.

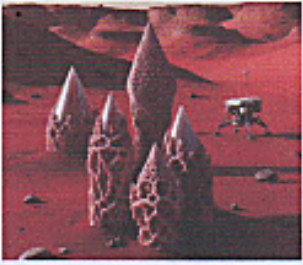
Diferentemente da primeira aula, em que a formação aleatória dos grupos foi utilizada para ampliar a circulação de falas entre diferentes pares, nesse encontro os estudantes puderam se organizar livremente, conforme suas afinidades. Essa alteração respondeu a outra finalidade didática: após a familiarização inicial com a proposta e com os instrumentos de registro, a organização livre favoreceu maior autonomia na condução das tarefas e preservou vínculos de colaboração já constituídos na turma. O diário de aula registra que, após a formação das “panelinhas”, alguns estudantes ficaram sem grupo e precisaram ser redistribuídos pela professora. Apesar disso, observou-se ampliação da participação ao longo da atividade:

A princípio, não sei se por saberem que estão sendo gravados em áudio e vídeo, eles estavam mais distantes e apáticos, mas não tive indisciplina ou conversa paralela que atrapalhasse a aula. Mas, aos poucos, à medida que a aula foi sendo conduzida e as tarefas aplicadas, eles foram se engajando, me chamando para tirar dúvidas e respondendo às questões com interesse (Diário de Aula, 2025).

As tarefas demandaram a análise de descrições morfológicas, fisiológicas e comportamentais das entidades apresentadas, exigindo que os estudantes aplicassem critérios biológicos para sustentar suas classificações. As discussões evidenciaram a mobilização de raciocínios distintos, com os grupos formulando hipóteses, confrontando interpretações e revisando decisões à medida que novas evidências eram consideradas. Nesse processo, observaram-se manifestações de indicadores de AC relacionados à classificação, ao raciocínio lógico, ao teste de hipóteses e à formulação de justificativas, conforme proposto por Sasseron e Carvalho (2008), como ilustram a Figura 5.3 e a transcrição do Quadro ?? a seguir.

Figura 5.3 – Texto analisado pelo grupo que analisou entidade análoga aos cristais de gelo

Ficha 5: Cryomorfos de Valles Marineris



Descrição: Durante uma expedição robótica ao desfiladeiro Valles Marineris, em Marte, foram descobertas estruturas intrigantes, batizada como **Cryomorfos**. Essas formações apresentam padrões geométricos bem definidos e uma organização complexa, distribuída em camadas abaixo da superfície marciana. Observações revelaram que os Cryomorfos podem crescer ao longo do tempo, expandindo-se quando expostos a determinadas condições ambientais.

Além do crescimento, essas estruturas parecem responder a mudanças no ambiente. Quando submetidas a variações de temperatura e pressão, sua forma e disposição se modificam, assumindo novos padrões organizacionais. Contudo, essa transformação ocorre de maneira previsível, dependendo exclusivamente das condições externas.

Outra característica curiosa dos Cryomorfos é sua capacidade de se fragmentar. Pequenos segmentos podem se separar da estrutura principal e, em ambientes propícios, desenvolver formas semelhantes às originais. No entanto, até o momento, não há evidências de que esse processo envolva qualquer tipo de transmissão de informação ou modificação ao longo das gerações.

A descoberta dos Cryomorfos levanta uma questão fascinante: seriam eles um fenômeno geológico raro ou um novo tipo de organização da matéria que desafia os conceitos tradicionais da vida? Para responder a essa pergunta, os cientistas analisam suas propriedades e os comparam com os critérios fundamentais que definem os seres vivos.

Tarefa dos Estudantes:

Tarefa 1- Leia atentamente a descrição do Cryomorfos de Valles Marineris e identifique características que indicam que ele pode ser um ser vivo.

Desenvolve, Evolui, Reproduz, se adapta

Fonte: Dados da autora (2025).

Descrição da Figura 5.3: apresenta uma ficha de atividade impressa dividida em três blocos principais. O primeiro contém uma ilustração de estruturas pontiagudas em um cenário desértico avermelhado. O segundo bloco traz o texto descritivo dos "Cryomorfos", apresentando parágrafos com diversos trechos destacados pelos estudantes em marca-texto azul e verde. O terceiro bloco, na parte inferior, contém o enunciado da "Tarefa 1" e uma resposta manuscrita a lápis que lista os critérios: "Desenvolve, Evolui, Reproduz, se adapta".

Quadro 5.3 – Transcrição do texto analisado pelo grupo que analisou entidade análoga aos cristais de gelo. Aula 2

Ficha 5: Cryomorfos de Valles Marineris

Descrição: Durante uma expedição robótica ao desfiladeiro Valles Marineris, em Marte, foram descobertas estruturas intrigantes, batizada como Cryomorfos. Essas formações apresentam padrões geométricos bem definidos e uma organização complexa, distribuída em camadas abaixo da superfície marciana. Observações revelaram que os Cryomorfos podem crescer ao longo do tempo, expandindo-se quando expostos a determinadas condições ambientais.

Além do crescimento, essas estruturas parecem responder a mudanças no ambiente. Quando submetidas a

variações de temperatura e pressão, sua forma e disposição se modificam, assumindo novos padrões organizacionais. Contudo, essa transformação ocorre de maneira previsível, dependendo exclusivamente das condições externas.

Outra característica curiosa dos Cryomorfos é sua capacidade de se fragmentar. Pequenos segmentos podem se separar da estrutura principal e, em ambientes propícios, desenvolver formas semelhantes às originais. No entanto, até o momento, não há evidências de que esse processo envolva qualquer tipo de transmissão de informação ou modificação ao longo das gerações.

A descoberta dos Cryomorfos levanta uma questão fascinante: seriam eles um fenômeno geológico raro ou um novo tipo de organização da matéria que desafia os conceitos tradicionais da vida? Para responder a essa pergunta, os cientistas analisam suas propriedades e os comparam com os critérios fundamentais que definem os seres vivos.

Tarefa dos Estudantes:

Tarefa 1 — Leia atentamente a descrição do **Cryomorfos de Valles Marineris** e identifique características que indicam que ela pode ser um ser vivo.

Resposta manuscrita: *Desenvolve, evolui, reproduz, se adapta.*

Nota: As marcações coloridas foram mantidas conforme o material produzido pelos estudantes.

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Descrição do Quadro 5.3: apresenta a transcrição da Ficha 5, referente aos Cryomorfos de Valles Marineris, utilizada na Aula 2. O conteúdo reúne a descrição da entidade hipotética, as marcações coloridas feitas pelos estudantes e a resposta manuscrita do grupo, com critérios relacionados a desenvolvimento, evolução, reprodução e adaptação.

Quadro 5.4 – Episódio 1 – A negociação de critérios e a fonte da evidência (Tempo de aula: 15:05)

Interação Discursiva	Indicador de AC
A7: Ele nasce?, assim, brota do meio nada?	Seriação de informações
A16: ele se reproduz.	Classificação de informações
A7: e se reproduz	Organização de informações
A2: desenvolve, evolui e se adapta.	Classificação de informações
A16: Como você sabe que ele evolui? Aqui não está falando nada disso.	Teste de hipóteses
A2: Quando submetidos a variações de temperatura e pressão, sua forma e disposição modifica-se, assumindo novos padrões e organização.	Explicação
A16: Ele se adapta, evolui não.	Classificação de informações
A2: Ah, mas tudo que nasce [inaudível], evolui você acha que o negócio surgiu como?	Justificativa
A7: Aqui ele tá com essa ponta de vidro estranha aqui esquizofrênica. Aqui ele não tem.	Organização de informações
A16: Eu acho que isso aqui não é a imagem real de lá, né, galera? Isso aqui com certeza deve ser a inteligência artificial que fez.	Levantamento de hipóteses
A2: É, mas supostamente descobriram isso.	Justificativa
A7: Vamos fingir que supostamente descobriram.	—

Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.4: apresenta excertos de interação discursiva e seus respectivos indicadores de AC. O conteúdo relaciona turnos de fala de estudantes, identificados como A7, A16 e A2, a categorias analíticas como seriação, classificação de informações, teste de hipóteses e justificativa.

Um evento relevante emergiu no grupo responsável pela análise da entidade análoga a cristais de gelo. Os estudantes classificaram a entidade inorgânica como ser vivo, mobilizando seriação e organização de informações na seleção inicial de propriedades para sustentar essa decisão. A atribuição do critério “*evolui*” foi tensionada por A16, que solicitou justificativa para essa característica, deslocando a discussão para o estatuto do que era tomado como evidência.

Em paralelo, o próprio A16 questionou a confiabilidade do suporte visual, levantando a possibilidade de a imagem ter sido produzida por Inteligência Artificial (IA). As contraposições e retomadas, sem interrupção da atividade, indicam a manutenção do foco da interação no problema em debate e a circulação de falas em uma condição interacional que permitiu a enunciação e a retomada de divergências, culminando na estabilização da interpretação apresentada no Quadro 5.5.

Quadro 5.5 – Episódio 2 – A estabilização da hipótese por acúmulo de critérios (tempo de aula: 52:10)

Interação discursiva	Indicador de AC
A2: A gente já acha que é vivo porque ele pode crescer, ele pode reproduzir e ele tem um metabolismo, já que ele se reproduz em ambientes propícios e ele também pode se adaptar a um ambiente com vários níveis de temperatura.	Justificativa; explicação

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.5: apresenta um episódio interacional em que os estudantes sintetizam sua posição sobre a entidade analisada e justificam sua classificação como ser vivo. O conteúdo reúne argumentos relacionados a crescimento, reprodução, metabolismo, resposta ao ambiente e adaptação, associados aos indicadores de AC de justificativa e explicação.

Em um segundo momento, notou-se a estabilização da hipótese por agregação de critérios (crescimento, reprodução, metabolismo, adaptação). A justificativa operou como síntese, sem explicitação de quais trechos sustentavam cada característica. O “*metabolismo*” foi inferido a partir de “*ambientes propícios*”, o que reduziu a explicitação de condições que poderiam tensionar a própria conclusão.

No recorte da AC, foi mobilizada classificação acompanhada de justificativa, porém com baixa explicitação de critérios de revisão (quais evidências do texto seriam insuficientes para sustentar a classificação de “*vida*”), como materializado nas respostas do grupo (Figura 5.4) e no tensionamento docente registrado no Quadro 5.7.

Figura 5.4 – Respostas do grupo que analisou entidade análoga aos cristais de gelo

Tarefa 2- Complete o quadro para comparar o Cryomorfo de Valles Marineris com os critérios essenciais de vida:

Características	Descrição	Critério Atendido? (Sim/Não)	Justificativa
Organização Estrutural	apresenta feições geométricas bem definidas	Sim	Ele provavelmente evoluiu para formar uma cascata de gelo.
Metabolismo		Sim	Ele se move e responde e se adapta ao ambiente.
Crescimento e Desenvolvimento	Crescimento ao longo do tempo e ambiente	Sim	Ele pode se modificar ao passar do tempo.
Reprodução	Capacidade de se reproduzir por um processo de fragmentação	Sim	Ele pode se reproduzir e se adaptar ao ambiente.
Resposta a Estímulos		Não	Não cita nada no texto.
Homeostase		Sim	Ele tem um funcionamento normal do corpo.
Adaptação	Quando submetidos a variações de temperatura, eles se adaptam.	Sim	Ele se adapta ao ambiente submetido.

Tarefa 3- Após completar o quadro, debata com seus colegas e responda:

1- A entidade analisada é um ser vivo?
Sim

2- Quais características se destacam como mais importantes para sua conclusão?
Reprodução, adaptação e evolução

3- O que diferencia a entidade analisada de outros organismos que conhecemos? Continuidade.

Fonte: Dados da autora, 2025

Descrição da Figura 5.4: apresenta uma ficha de atividade contendo uma tabela estruturada em quatro colunas com os cabeçalhos: "Características", "Descrição", "Critério Atendido? (Sim/Não)" e "Justificativa". O conteúdo exibe anotações manuscritas a lápis, nas quais os estudantes analisam sete propriedades biológicas (Organização Estrutural, Metabolismo, Crescimento, Reprodução, Resposta a Estímulos, Homeostase e Adaptação). Na parte inferior, observam-se três perguntas dissertativas com as conclusões do grupo sobre o status biológico da entidade analisada.

Quadro 5.6 – Transcrição do quadro comparativo dos Cryomorfos de Valles Marineris

Tarefa 2: Complete o quadro para comparar o Cryomorfos de Valles Marineris com os critérios essenciais de vida:			
Características	Descrição	Critério atendido (Sim/Não)	Justificativa
Organização estrutural	Apresentam padrões geométricos bem definidos.	SIM	Eles provavelmente evoluíram para possuir essas características.
Metabolismo		SIM	Pois ele cresce, se reproduz e se adapta ao ambiente.
Crescimento e desenvolvimento	Crescimento ao longo do tempo e ambiente.	Sim	Já que ele se modifica ao passar do tempo.
Reprodução	Capacidade de se fragmentar em pequenos segmentos.	Sim	Já que ele se reproduz e tem um sistema auto suficiente.
Resposta a estímulos		Não	Não cita nada no texto.
Homeostase		Sim	Ele tem um funcionamento normal do corpo.
Adaptação	Quando submetidos a variações de temperatura e pressão [sic].	Sim	Pois a vida se adapta aos ambientes submetidos.
Tarefa 3: Após completar o quadro, debata com seus colegas e responda:			
1 — A entidade analisada é um ser vivo?			
Sim.			
2 — Quais características se destacam como mais importantes para sua conclusão?			
Reprodução, adaptação e evolução.			
3 — O que diferencia a entidade analisada de outros organismos que conhecemos?			
Consciência [sic]			

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.6: apresenta a transcrição da Tarefa 2 e da Tarefa 3 da Ficha 5, referente aos Cryomorfos de Valles Marineris, utilizada na Aula 2. O conteúdo reúne a comparação da entidade hipotética com critérios associados à vida e as conclusões registradas pelos estudantes.

Quadro 5.7 – Episódio 3 – A manutenção dos critérios diante de um cenário hipotético (tempo de aula: 1:14:05)

Interação discursiva	Indicador de AC
P: Como eu mostrei na sistematização, a sua atividade foi inspirada em quê? A2: Em cristal de gelo.	— Organização de informações
P: Em cristal de gelo. Você considera um cristal de gelo um ser vivo? A2: Não, mas isso aqui foi uma inspiração, não é que a nossa entidade aqui foi um cristal de gelo, já que no texto não fala em nenhum momento disso.	— Justificativa
P: Se eu tivesse pegado então e colocado ali uma descrição do cristal de gelo e não falado que o cristal de gelo era gelo. Você consideraria ele um ser vivo? A2: Não. A7: Não.	— Classificação de informações
A2: Mas a gente debateu sobre o que estava escrito no texto. P: Aí pelo que estava no texto você considera ele... A2: vivo.	Justificativa — Classificação de informações

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.7: apresenta excertos de interação discursiva sobre o status biológico de um cristal de gelo em cenário hipotético. O conteúdo relaciona turnos de fala da professora e dos estudantes A2 e A7 aos indicadores de AC de organização de informações, classificação de informações e justificativa.

A intervenção docente introduziu uma situação-problema hipotética que funcionou como teste de hipótese, levando os estudantes a confrontar sua classificação inicial e a reavaliar os critérios utilizados. Ao retirar o rótulo “*gelo*”, indagou-se se a descrição, por si só, conduziria à mesma classificação. A resposta negativa (“*Não*”) indicou que o grupo não atribuía vida ao cristal; ainda assim, a conclusão sobre a entidade fictícia foi mantida ao separar “*inspiração*” de “*identidade*” (“*foi uma inspiração... no texto não fala... vivo*”). Ao propor essa situação hipotética, a professora-pesquisadora mobilizou práticas didáticas voltadas a analisar e expandir o objetivo (Sasseron, 2018). Por meio de perguntas que deslocavam a discussão para um novo contexto, a intervenção criou condições para que os estudantes examinassem a consistência dos critérios mobilizados, explicitassem os pressupostos que sustentavam suas classificações e confrontassem a adequação de suas justificativas diante das evidências disponíveis.

O critério de decisão permaneceu ancorado no texto (“*pelo que estava no texto... vivo*”), tornando explícito o mecanismo de sustentação da resposta: priorização do enunciado descritivo como autoridade de evidência e ausência, nesse trecho, de um procedimento de revisão que obrigasse a explicitar marcas textuais insuficientes para sustentar “vida”. A sequência de perguntas e respostas curtas, sem retração, sugere um espaço em que o erro pôde ser retomado publicamente, embora não se observe, nesse excerto, uma cadeia de provocações orientada à reclassificação.

Esse episódio evidenciou tanto o potencial da atividade para desencadear hipóteses quanto a necessidade de revisar a estrutura da tarefa no produto educacional. O material também situa a professora-pesquisadora como sujeito implicado na criação das condições do debate. A tentativa de preservar a autonomia dos estudantes, em alguns momentos, dificultou a continuidade de perguntas voltadas ao esclarecimento dos critérios de refutação. Por isso, o episódio apontou a necessidade de rever o desenho da tarefa, deslocando a discussão de uma lista de características para regras de decisão e de revisão: quais evidências sustentam cada propriedade e quais condições colocariam a classificação em suspensão.

A professora registrou o incômodo gerado por essa situação e os dilemas envolvidos na intervenção: *“Deveria intervir e corrigir o ‘erro’ de conceituação? Incomodada, voltei ao grupo e perguntei se a entidade que eles analisaram era um ser vivo ou não.”* Ao aprofundar o questionamento, relatou: *“Não consegui continuar provocando o grupo. Fiquei com medo de dar a resposta pronta, mas também fiquei com remorso depois de não ter feito as devidas orientações e provocações.”* (Diário de Aula, 2025)

Esse dilema ilustra uma tensão do ensino investigativo. Evitar a resposta pronta assegurou que o cérebro dos estudantes continuasse a “explorar o espaço de possibilidades” e a “reduzir erros” (Dehaene, 2022). O “remorso” relatado evidencia o esforço consciente de sustentar a autonomia discente em detrimento da mera correção conceitual imediata.

O diário de aula também aponta desafios relacionados à intervenção docente durante a condução das tarefas, especialmente quanto ao encadeamento das atividades e à manutenção de provocações mais consistentes: *“As tarefas 2 e 3 eram complementares e não necessitariam ser instruídas separadamente”* (Diário de Aula, 2025). O receio de interferir excessivamente levou, em alguns momentos, à contenção das intervenções, o que impactou o aprofundamento das discussões conceituais.

Apesar dessas dificuldades, registrou-se maior participação de alguns estudantes ao longo da aula. O aluno A1, por exemplo, assumiu uma presença mais ativa do que a observada em aulas de sua rotina escolar habitual, como indicado no diário de aula: *“Na primeira e nesta aula, me surpreendeu com sua participação e interesse: respondeu às tarefas, debateu com os colegas e me solicitou para tirar dúvidas.”* No plano empírico, essa atuação se expressou na resposta às tarefas, na interação com os colegas e na solicitação de esclarecimentos à professora, elementos que passaram a compor a dinâmica do grupo durante a atividade.

Diferenças também foram observadas na dinâmica de outros grupos. O grupo formado por A9, A18 e A10, que habitualmente se mantém pouco participativo, iniciou a aula demonstrando desinteresse. No entanto, o diário de aula registra uma mudança progressiva:

Parecia, no início, que não queriam estar ali, muito menos se interessar pela aula. Mas, à medida que as tarefas foram sendo lançadas e eles conseguiram finalizá-las e seguir para as próximas juntamente com os colegas, eles foram se interessando à medida que iam que conseguiam responder às atividades propostas com facilidade (Diário de Aula, 2025).

Esse movimento sugere que a percepção de competência e a possibilidade de acompanhar o ritmo da turma favoreceram o engajamento desses estudantes, aspecto que dialoga com a segurança emocional e a ativação do sistema de recompensa propostos pela NE.

Ao término das tarefas, a professora apresentou o que cada entidade era de fato, e esse gesto colocou lado a lado as hipóteses dos grupos e os critérios científicos trabalhados. Esse momento favoreceu questionamentos sobre os limites de identificar vida em contextos desconhecidos e reforçou o caráter investigativo da proposta. Ao final da aula, uma reflexão coletiva buscou integrar as aprendizagens construídas e sistematizar os principais pontos discutidos ao longo das atividades.

5.3 Aula 3 – Compreendendo a diversidade da vida em simulações práticas

A terceira aula teve como objetivo aprofundar a compreensão dos estudantes sobre adaptação, seleção natural e relações entre características dos organismos e condições ambientais, levando-os a analisar situações envolvendo adaptação e seleção natural, relacionando ambiente, sobrevivência e diversidade biológica. Essa etapa marcou uma mudança na dinâmica da SEA, ao priorizar atividades práticas organizadas em rotação por estações, nas quais os grupos circularam por tarefas envolvendo camuflagem, tipos de bicos de aves, isolamento térmico, adaptação de cactos ao clima árido e seleção do pescoço da girafa.

Pretendeu-se que os estudantes organizassem informações obtidas nas atividades, relacionassem condições ambientais e sobrevivência diferencial, elaborassem previsões sobre os resultados observados e construíssem explicações para os fenômenos analisados, deslocando a discussão de características isoladas para relações entre ambiente, variação, sobrevivência e reprodução.

A aula iniciou-se com uma breve retomada dos conteúdos trabalhados anteriormente. Para isso, a professora recorreu a perguntas objetivas, respondidas pelos estudantes com “verdadeiro” ou “falso”. Conforme registrado no diário de aula: *“Iniciei a aula fazendo uma breve revisão do conteúdo da aula anterior por meio de perguntas, nas quais os alunos me respondiam com ‘verdadeiro’ ou ‘falso’. Usei apenas três perguntas.”* (Diário de Aula, 2025).

A limitação do número de perguntas reduziu a duração desse momento inicial e permitiu a passagem mais rápida para as atividades práticas, que exigiam leitura, manipulação de materiais e tomada de decisão pelos grupos. Essa escolha dialoga com princípios da NE relacionados à atenção e à compreensão de que o cérebro não é multitarefa (Amaral; Guerra, 2022), uma vez que a retomada breve permitiu reativar conhecimentos prévios sem prolongar uma atividade preparatória que antecedia tarefas mais complexas de observação, análise e discussão. Nesse mesmo bloco, emergiu um debate sobre vírus, que não foi prolongado em razão do tempo disponível para a rotação. O diário de aula registra: *“Como minha intenção era fazer um*

momento rápido de recapitulação, pois as práticas que viriam a seguir tomariam muito tempo da aula, não fiz muitas provocações.” (Diário de Aula, 2025).

Com isso, a retomada permaneceu delimitada a um recorte breve, funcionando como preparação para a rotação por estações, sem antecipar ou prolongar discussões que seriam desenvolvidas nas tarefas práticas. Na sequência, a aula foi organizada em estações práticas voltadas à exploração de adaptações dos seres vivos em diferentes ambientes. Mais do que simular exemplos isolados, essas tarefas exigiram dos estudantes a descrição do que observavam, a comparação entre condições e a elaboração de explicações locais para os resultados obtidos, colocando em circulação operações associadas à AC.

A organização em estações articulou princípios da NE relacionados à aprendizagem ativa, à interação social, à gestão da atenção e à compreensão de que o cérebro não é multitarefa (Amaral; Guerra, 2022). A disposição dos grupos no salão de eventos durante a rotação por estações possibilitou a organização simultânea das tarefas e a circulação entre diferentes estações de trabalho. A Figura 5.5 apresenta um registro da estação de aprendizagem dedicada à simulação do isolamento térmico em animais de ambientes frios. Os demais registros visuais da Aula 3 foram reunidos no Apêndice C, como documentação das condições de execução da proposta e das respostas elaboradas pelos estudantes.

Figura 5.5 – Estação de aprendizagem: simulação do isolamento térmico em animais de ambientes frios



Fonte: Dados da autora (2025).

Descrição da Figura 5.5: apresenta estudante manipulando água gelada e cubos de gelo em um recipiente durante uma atividade da Aula 2 da SEA. Uma das mãos está envolta em uma luva plástica transparente preenchida com óleo de soja, enquanto a outra permanece submersa diretamente no recipiente. Sobre a mesa, observam-se um balde com água e gelo, fichas de atividade, um frasco de óleo de cozinha e papel-toalha.

As estações foram inicialmente planejadas com duração estimada de dez minutos para cada grupo. No decorrer da aula, porém, esse tempo mostrou-se insuficiente, sobretudo porque

a realização das tarefas exigia leitura e compreensão prévias dos textos explicativos, como registrado no diário de aula da professora-pesquisadora. Esse aspecto permite caracterizar a rotação por estações como uma tarefa composta, que articula manipulação, interpretação e coordenação de ações em intervalo reduzido. Ao longo da condução, observou-se um ajuste progressivo do ritmo, com maior fluidez à medida que os estudantes se familiarizavam com a dinâmica das estações.

Durante a rotação, a professora circulou entre os grupos oferecendo orientações pontuais e intervenções breves para sustentar a execução das tarefas. Em paralelo, foi registrado no diário de aula um ajuste de presença docente: aproximação para orientar e recuo posterior quando a presença era percebida como inibitória. Esse movimento pode ser compreendido como uma prática pedagógica relacionada à gestão da aula, voltada à criação de condições para a participação dos estudantes e para o engajamento com as atividades propostas (Sasseron, 2018). A proximidade favoreceu a compreensão dos procedimentos, enquanto o afastamento posterior abriu espaço para a tentativa, o erro e a negociação entre os integrantes do grupo, sem intervenção imediata da professora.

A participação do estudante A1 voltou a se destacar nessa aula. Embora o de aula registre que ele se manteve *“um pouco mais agitado e disperso”*, sua atuação foi marcada por associações frequentes entre o conteúdo estudado e situações do cotidiano. Um episódio específico ocorreu na estação do cacto, quando A1 solicitou ajuda para compreender a tarefa e antecipou o resultado da simulação. Diante disso, a professora o provocou a estabelecer relações entre a esponja utilizada na atividade e a adaptação dos cactos ao ambiente desértico: *“Aproveitei para pedir a ele que comparasse a esponja ao cacto e entendesse como ele conseguia sobreviver no deserto.”* (Diário de Aula, 2025).

Ao formular essa pergunta, a intervenção docente deslocou a resposta de uma antecipação do resultado para a explicitação de uma relação funcional entre o elemento do modelo e a característica adaptativa. Com isso, a ação docente reorientou a discussão para o problema proposto e exigiu que a resposta deixasse de operar apenas no plano do que acontecia na simulação para se organizar em torno do que, no modelo, correspondia à adaptação. Essa intervenção pode ser interpretada como uma prática didática voltada à avaliação das explicações produzidas pelos estudantes, ao direcionar a atenção para a coerência entre o modelo utilizado e a interpretação construída (Sasseron, 2018).

Diferentemente das aulas anteriores, a professora relata ter sido menos solicitada diretamente, o que lhe permitiu conduzir provocações mais frequentes, estimulando os estudantes a refletirem e a chegarem às próprias conclusões. Ao final da rotação, foi realizada uma sistematização coletiva, na qual as práticas desenvolvidas foram relacionadas aos diferentes ambientes, à sobrevivência diferencial e à diversidade biológica. Esse momento favoreceu a organização das informações produzidas ao longo das atividades e a construção de explicações para os fenômenos discutidos (Sasseron; Carvalho, 2008).

Nesse momento, a professora retomou exemplos das estações, incluindo provocações sobre impactos ambientais, como a escassez de recursos alimentares decorrente do desmatamento e suas consequências para as espécies envolvidas. Esse fechamento deslocou a discussão do desempenho da simulação para implicações ecológicas, aproximando a explicação biológica de situações socioambientais e mobilizando o conhecimento escolar como recurso para sustentar interpretações e orientar posicionamentos em diferentes contextos.

Na estação das girafas, o conceito de evolução foi explicitamente retomado e debatido a partir das explicações propostas pelos estudantes, seguido de fechamento docente. O diário de aula registra:

Provoquei a explicação sobre o que poderia ter acontecido para que as girafas tivessem ficado com pescoços longos. A1 disse que ela esticou o pescoço para pegar alimento. A8 argumentou que só as com pescoço grande conseguiam se alimentar melhor. Para que A1 e também os outros alunos entendessem, expliquei, encerrando, que a girafa macho de pescoço grande ficava mais atraente para as fêmeas por conseguir se alimentar melhor (Diário de Aula, 2025).

Observa-se uma disputa entre dois modos de explicação: um centrado no esforço do indivíduo (A1) e outro associado às diferenças de sobrevivência decorrentes do acesso ao alimento (A8). Esse confronto tornou visível a necessidade de explicitar o mecanismo em debate, isto é, o que passa a contar como causa e em quais condições uma característica se torna mais frequente em uma população, como pode ser observado na Figura 5.6.

O registro documenta a atividade realizada na estação sobre a seleção do pescoço da girafa e evidencia o suporte a partir do qual os estudantes precisaram relacionar variação, acesso ao alimento e permanência de traços na população. O fechamento docente introduziu um elemento adicional, a seleção sexual, e encerrou o debate no tempo disponível para a aula.

Figura 5.6 – Atividade realizada na estação seleção do pescoço da girafa

Tarefa 2: Responda:

- Quantas folhas cada "tamanho de pescoço" (pequeno, médio e alto) coletou?
 Grande - 14 folhas
 médio - 12 folhas
 pequeno - 6 folhas
- Qual tamanho de "pescoço" foi mais eficiente para coletar folhas? Por quê?
 O grande - porque conseguiu pegar uma quantidade maior de folhas.
- Como essa simulação representa a seleção natural que favoreceu o pescoço longo das girafas ao longo da evolução?
 As girafas com pescoço longo, elas tem acesso a uma quantidade mais abundante de folhas, que as de pescoços menores não tinham.
- Como as adaptações (coração poderoso, língua longa, manchas na pele, visão aguçada) contribuem para a sobrevivência da espécie?
 coração - bombeia mais sangue para o cérebro que está longe
 língua - sua língua permite alcançar as folhas do coração.
 manchas - ajudam na camuflagem na vegetação com mais facilidade
 visão - se proteger de predadores noturnos e detectar predadores durante o dia.
- Como a redução de áreas de savana e a escassez de árvores altas podem afetar as girafas e seu ecossistema?
 prejudicaria sua alimentação, fazendo com que, com o tempo, ela passe fome e morra.

Fonte: Dados da autora, 2025.

Descrição da Figura 5.6: apresenta uma folha de atividade impressa com o título "Tarefa 2: Responda:". O conteúdo está organizado em quatro blocos de perguntas numeradas, seguidas de respostas manuscritas. Os itens abordam: 1) o registro quantitativo de folhas coletadas; 2) a justificativa da eficiência adaptativa; 3) a descrição funcional de quatro adaptações (coração, língua, manchas e visão); e 4) a previsão sobre impactos ambientais na savana. O documento registra a utilização de termos biológicos para explicar a sobrevivência diferencial na espécie.

Quadro 5.8 – Transcrição das respostas à Tarefa 2 sobre a simulação do pescoço das girafas

Transcrição
Tarefa 2: Responda: 1. Quantas folhas cada “tamanho de pescoço” (pequeno, médio e alto) coletou? Grande – 14 folhas Médio – 12 folhas Pequeno – 6 folhas 2. Qual tamanho de “pescoço” foi mais eficiente para coletar folhas? Por quê? O grande – porque conseguiu pegar uma quantidade maior de folhas. 3. Como essa simulação representa a seleção natural que favoreceu o pescoço longo das girafas ao longo da evolução? As girafas com pescoço longo, elas têm acesso a uma quantidade mais abundante de folhas, que as de pescoços menores não tinham. 4. Como as adaptações (coração poderoso, língua longa, manchas na pele, visão aguçada) contribuem para a sobrevivência da espécie? coração – bombeia mais sangue para o cérebro que está longe do coração. língua – sua língua permite alcançar as folhas com maior facilidade. manchas – ajudam na camuflagem na vegetação. visão – se proteger de predadores noturnos e detectar predadores durante o dia. 5. Como a redução de áreas de savana e escassez de árvores altas podem afetar as girafas e seu ecossistema? prejudicaria sua alimentação, fazendo com que, com o tempo, ela passe fome e morra.

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Descrição do Quadro 5.8: apresenta a transcrição das respostas manuscritas dos estudantes à Tarefa 2 da Aula 3, preservando os registros referentes à coleta de folhas, às adaptações das girafas e aos efeitos de alterações ambientais.

Em seguida, foi aplicada uma tarefa final, na qual os estudantes responderam a questões sobre como explicavam o processo evolutivo. A aula foi encerrada com o anúncio de que, na etapa seguinte da sequência, utilizariam os conhecimentos mobilizados até então para criar um organismo fictício. O diário de aula indica que a atividade ultrapassou o tempo inicialmente previsto, em razão da duração das estações e da sistematização coletiva. A referida condensação do percurso conceitual pode ser observada na Figura 5.7, que apresenta a atividade final de reflexão, na qual os estudantes registraram relações entre adaptação, seleção natural e mudanças nas populações.

Figura 5.7 – Atividade de reflexão final realizada após o debate de sistematização da rotação por estações

Tarefa 3: Reflexão Final

a. O que acontece com um ecossistema se um organismo muito adaptado desaparecer? Exemplo: os sapos, que são altamente adaptados ao controle de insetos. Justifique.

Terá muito mais insetos, reduzindo o ambiente e causando um possível risco no futuro

b. A diversidade da vida é estática ou está sempre mudando? Justifique

Sempre mudando, já que a todo momento ocorre mutação genética por seres vivos sendo eles grandes ou pequenos

c. Quais ameaças à biodiversidade precisamos enfrentar nos dias de hoje? Justifique

O desmatamento e a poluição, já que os dois são os principais causadores de extinção na natureza

d. Se a evolução depende de tempo, como as espécies podem sobreviver a mudanças rápidas causadas pelo ser humano, como desmatamento ou aquecimento global? Justifique sua resposta.

Talvez mudando de seu ambiente natural para um mais favorável assim garantindo uma maior chance de sobrevivência

Fonte: Dados da autora (2025).

Descrição da Figura 5.7 : apresenta uma folha de atividade impressa intitulada "Tarefa 3: Reflexão Final". O conteúdo está organizado em quatro blocos identificados pelas letras "a", "b", "c" e "d", contendo questões sobre o desaparecimento de organismos adaptados, mudanças na biodiversidade, ameaças ambientais e sobrevivência a mudanças rápidas. Abaixo de cada item, observam-se respostas manuscritas, nas quais o estudante registra suas conclusões sobre mutações, desmatamento e migração.

Quadro 5.9 – Transcrição das respostas à Tarefa 3: Reflexão Final

Transcrição da resposta manuscrita
a. O que acontece com um ecossistema se um organismo muito adaptado desaparecer? Exemplo: os sapos, que são altamente adaptados ao controle de insetos. Justifique. Tera muito mais insetos, sobrecarregando o ambiente e causando um provável surto no futuro. b. A diversidade da vida é estática ou está sempre mudando? Justifique Sempre mudando, já que a todo momento ocorre mutações genéticas nos seres vivos sendo elas grandes ou pequenas. c. Quais ameaças à biodiversidade precisamos enfrentar nos dias de hoje? Justifique O desmatamento e a poluição, já que os dois são os principais causadores de extinção em massa. d. Se a evolução depende de tempo, como as espécies podem sobreviver a mudanças rápidas causadas pelo ser humano, como desmatamento ou aquecimento global? Justifique sua resposta. Talvez mudando de seu ambiente natural para um mais favorável assim garantindo uma maior chance de sobrevivência.

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Descrição do Quadro 5.9: apresenta a transcrição da Tarefa 3, denominada Reflexão Final. O conteúdo reúne respostas dos estudantes sobre adaptação, ecossistemas, diversidade da vida, ameaças à biodiversidade e sobrevivência das espécies diante de mudanças ambientais associadas à ação humana.

5.4 Aula 4 – Criação de organismo fictício

A quarta aula teve como objetivo mobilizar e integrar conhecimentos construídos nas aulas anteriores por meio da criação e apresentação de um organismo fictício adaptado a um ambiente específico. Pretendeu-se que os grupos articulassem características da vida, adaptação, seleção natural, evolução e biodiversidade ao justificar, em texto e desenho, as características corporais e comportamentais atribuídas ao organismo criado. A atividade buscou favorecer a elaboração de modelos explicativos, mobilizando levantamento e teste de hipóteses, justificativas, previsões e explicações ancoradas em relações entre organismo e ambiente.

A tarefa foi organizada a partir de cenários inspirados em processos de extinção em massa. Cada grupo recebeu a descrição de um “planeta” com restrições ambientais específicas e precisou propor um organismo compatível com essas condições. Com isso, o problema deixou de incidir apenas sobre a classificação de entidades, como nas aulas anteriores, e passou a exigir a construção de um modelo explicativo capaz de justificar como determinadas características corporais e comportamentais favoreceriam a sobrevivência do organismo no ambiente proposto.

A aula iniciou-se com a retomada dos conteúdos anteriores, concentrada nas características comuns aos seres vivos e nos conceitos de adaptação e seleção natural: “*Iniciei a aula com a recapitulação da aula anterior, retomando as características essenciais que definem um ser vivo, conceitos de adaptação, seleção natural e como esses processos puderam moldar a biodiversidade atual.*” (Diário de Aula, 2025). Em seguida, os grupos passaram a interpretar o roteiro do ambiente, definir restrições (temperatura, disponibilidade de recursos, luminosidade, presença

de vulcanismo, entre outras) e iniciar o planejamento do organismo, distribuindo decisões entre forma corporal, alimentação, defesa, termorregulação e reprodução. A tarefa exigia que essas decisões fossem justificadas a partir das condições ambientais apresentadas, demandando a formulação de hipóteses sobre sobrevivência, adaptação e permanência da espécie naquele contexto. A narrativa da missão intergaláctica foi mantida como enquadre para a tarefa; no plano analítico, esse recurso operou como contextualização que estabiliza o sentido da atividade e favorece o engajamento dos estudantes com o problema proposto.

Durante o tempo destinado à criação em grupo, registrou-se heterogeneidade nos ritmos de entrada na tarefa. A intervenção docente foi conduzida com aproximações pontuais e recuo posterior, evitando prolongar a presença junto a grupos que mostravam interrupções na troca de ideias quando a professora se mantinha próxima: *“Segui acompanhando de longe, pois como nas outras aulas, notei que minha presença às vezes os inibe na troca de ideias.”* (Diário de Aula, 2025). Essa escolha preservou, no plano interacional, espaço para tentativa e reformulação, sem antecipação de respostas prontas, favorecendo a segurança emocional necessária para a aprendizagem.

Os trechos transcritos a seguir foram tomados como unidades empíricas para acompanhar como os grupos passaram do impasse inicial ao delineamento de soluções, examinando a sequência de decisões registrada nas transcrições e nas produções finais, bem como as condições de intervenção que organizaram a entrada na tarefa, a continuidade da discussão e a exposição de hipóteses provisórias.

A leitura será organizada por contrastes entre agrupamentos: quando o problema permaneceu pouco parametrizado, observaram-se enunciados de bloqueio e adiamento; quando a tarefa foi fracionada por perguntas orientadoras ou ancorada em analogias, registraram-se levantamento de hipóteses, previsões, justificativas e explicações articuladas às condições ambientais propostas. Esse recorte permitirá descrever a emergência e a distribuição de indicadores de AC, sem tratar a produção como simples resposta “certa” ou “errada”, mas como prática situada de construção e negociação de critérios. O Quadro 5.10 documenta a dificuldade inicial de enquadramento do problema por um dos grupos.

Quadro 5.10 – Episódio 4 – Dificuldade de enquadramento do problema e interrupção do início da tarefa

Interação discursiva	Indicador de AC
A23: Você não viu ela explicando, não? Será que a gente vai ter que criar um ser vivo?	Seriação de informações
A3: É só criar um trem aí.	—
A23: É só criar um trem aí, então cria essa [...].	—
A18: A gente não tá conseguindo pensar no que pode ser esse peixe, sei lá. Não sabe como fazer.	Seriação de informações
A23: [...], eu tô com preguiça até de pensar.	—

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.10 : apresenta um quadro estruturado em duas colunas com os cabeçalhos: "Interação Discursiva" e "Indicador de AC". O conteúdo está organizado em linhas que vinculam os turnos de fala dos estudantes (A23, A3 e A18) às respectivas categorias analíticas, permitindo acompanhar a sequência do diálogo e a correlação entre o que é dito e o processo cognitivo identificado na análise microdiscursiva.

O trecho apresentado no Quadro 5.10 documenta a dificuldade de compreensão do enunciado e de iniciação da tarefa em um problema aberto (A23 no Turno 1)), acompanhada de tensão entre pares (A2 no Turno 2) e verbalização de evitação (A23 no Turno 5). No plano da AC, observam-se indícios de seriação de informações, uma vez que os estudantes procuram compreender o que estava sendo solicitado e delimitar o objeto da tarefa antes de propor soluções. Nesse momento, contudo, ainda não emergem levantamentos de hipóteses sobre características ou adaptações do organismo a ser criado. O grupo permanece no nível de “o que está sendo pedido” e “como começar”, sem ainda produzir critérios para selecionar atributos do organismo. No episódio, a ausência de parâmetros iniciais mais definidos, somada à necessidade de tomar várias decisões simultaneamente, apareceu associada a hesitações, pausas e dificuldade para iniciar, sustentar e organizar os passos da tarefa.

Para enfrentar esse impasse, a intervenção docente fracionou o problema em perguntas sucessivas sobre alimentação, termorregulação e defesa: “*Ele se alimenta de quê?*”, “*Como lida com a temperatura?*”, “*É predador ou presa?*” (Diário de Aula, 2025). Esse movimento redistribuiu as exigências da tarefa e permitiu que o grupo passasse a tratar o problema por componentes, em vez de enfrentá-lo como uma decisão única. A intervenção pode ser aproximada das práticas didáticas de proposição de problemas e de perguntas voltadas à obtenção de informações e explicações (Sasseron; Carvalho, 2008), uma vez que orientou a análise de aspectos específicos da situação sem antecipar soluções. Após a intervenção, surgiram hipóteses sobre o organismo e maior continuidade na discussão, em contraste com a paralisação registrada no início da atividade, como evidencia a transcrição do Quadro 5.11.

Quadro 5.11 – Episódio 5 – Reorganização da tarefa

Interação discursiva	Indicador de AC
A10: Vamos fazer um peixe aí que vive na água [fria].	Levantamento de hipóteses
A23: Fala que ele tem uma cor escura para camuflar, tipo para as presas não sentirem ele chegar.	Explicação; justificativa
A18: Ele tem uma luz na ponta da cabeça.	Classificação de informações
A10: Tem peixe que tem tipo uma lanterna.	Justificativa
A23: Coloca escamas grossas.	Levantamento de hipóteses

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

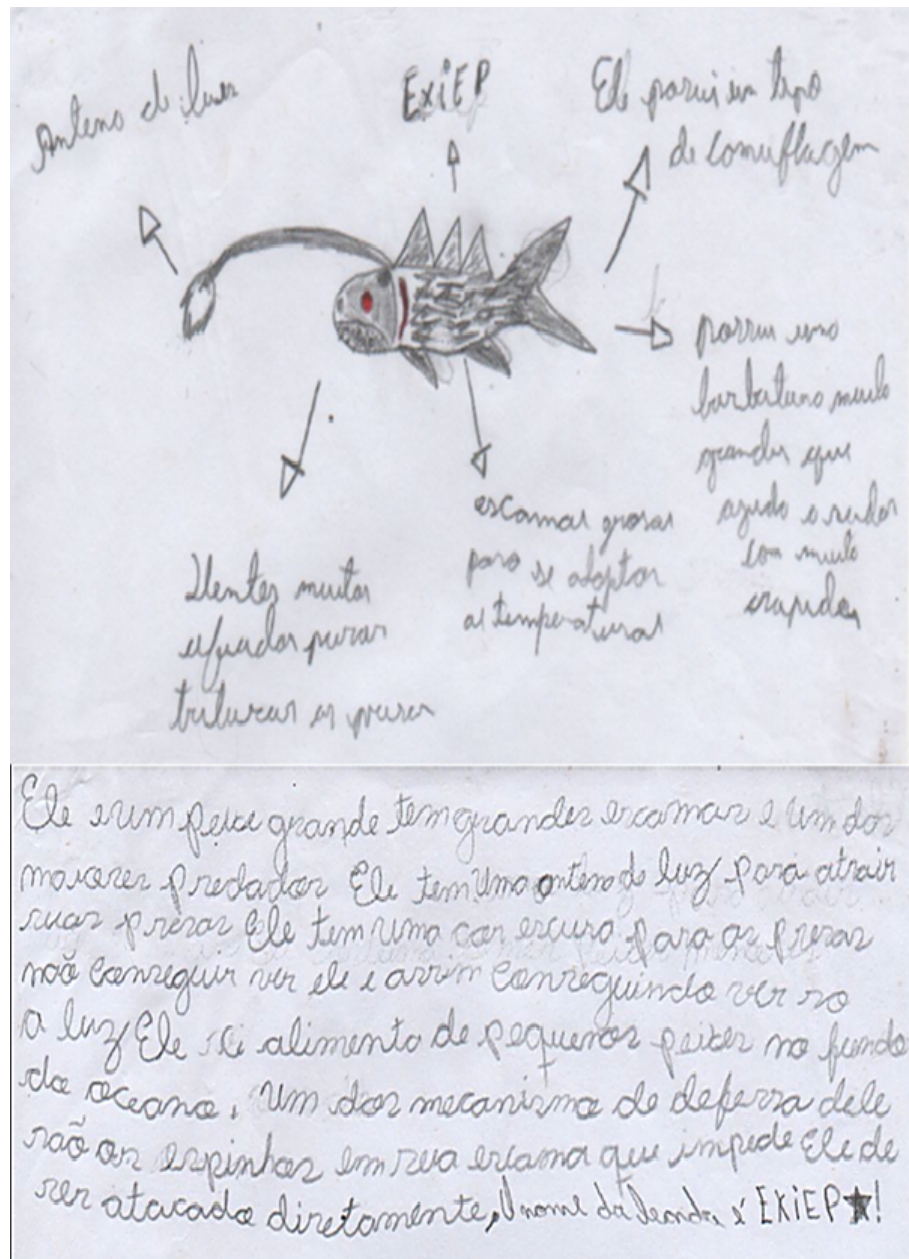
Descrição do Quadro 5.11: apresenta excertos de interação discursiva e seus respectivos indicadores de AC. O conteúdo relaciona turnos de fala dos estudantes A10, A23 e A18 às categorias analíticas associadas à construção de explicações e justificativas sobre atributos biológicos, como escamas grossas e cor escura.

Após a intervenção, registrou-se a emergência de hipóteses sobre a entidade criada, inicialmente caracterizada como um peixe adaptado à água fria, bem como a proposição de atributos corporais acompanhados de justificativas funcionais, como a coloração escura associada à camuflagem. Também foram sugeridas outras características, como a presença de uma estrutura luminosa e de escamas grossas, posteriormente incorporadas à elaboração coletiva.

A discussão do grupo evidencia a mobilização de levantamentos de hipóteses, justificativas e explicações que articulam características corporais e condições ambientais. O deslocamento do “*não sei como fazer*” para a formulação sucessiva de propostas indica que o problema passou a ser tratado por componentes, como habitat, defesa e obtenção de alimento, tornando sua elaboração mais operável para o grupo.

A produção final do Grupo 2 permite acompanhar como as ideias discutidas durante a atividade foram incorporadas à caracterização do organismo fictício. A Figura 5.8 apresenta o registro elaborado pelos estudantes após a reorganização da tarefa, evidenciando a articulação entre características corporais, condições ambientais e funções atribuídas ao ser criado.

Figura 5.8 – Organismo fictício elaborado pelo Grupo 2 após a reorganização da tarefa



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição da Figura 5.8: apresenta a produção escrita e gráfica do grupo 2 dividida em duas partes horizontais. A metade superior contém o desenho a lápis de um peixe fictício visto de perfil, com seis setas indicativas (callouts) apontando para estruturas específicas: antena frontal com luz, dentes afiados, escamas grossas, barbatanas amplas e corpo com padrões de camuflagem. A metade inferior apresenta um parágrafo manuscrito a lápis no qual os estudantes descrevem o habitat oceânico, a dieta baseada em peixes pequenos e os mecanismos de defesa (espinhos) do organismo 'EXIEP'.

Quadro 5.12 – Transcrição da descrição e representação gráfica do Grupo 2

Elemento	Transcrição
Anotações do desenho	Nome do organismo: “EXIEP”. Antena de luz. Dentes muito afiados para triturar as presas. Escamas grossas para se adaptar às temperaturas. Ele possui um tipo de camuflagem. Possui uma barbatana muito grande que ajuda a nadar com muita rapidez. Ele possui um tipo de camuflagem.
Características	Ele é um peixe grande, tem grandes escamas e é um dos maiores predadores. Ele tem uma antena de luz para atrair suas presas. Ele tem uma cor escura para que as presas não consigam vê-lo e, assim, consigam ver apenas a luz. Ele se alimenta de pequenos peixes no fundo do oceano. Um dos mecanismos de defesa dele são os espinhos em suas escamas, que impedem que ele seja atacado diretamente. O nome da lenda é EXIEP!

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.12: apresenta a transcrição da descrição escrita e das anotações que acompanham a representação gráfica do organismo fictício elaborado pelo Grupo 2, apresentada na Figura 5.8. O conteúdo reúne características atribuídas ao organismo e justificativas relacionadas a estruturas corporais, alimentação, defesa e adaptação ao ambiente oceânico.

A paralisia inicial do grupo pode ser interpretada como indício de dificuldade diante da complexidade da tarefa. O fracionamento do problema dialogou com o princípio de que “o cérebro não é multitarefa” (Amaral; Guerra, 2022), ao redistribuir a exigência em perguntas sucessivas sobre alimentação, defesa e adaptação ao ambiente. Ao mesmo tempo, aproximou-se da prática didática de “perseguir o objetivo” (Sasseron, 2018), pois manteve o grupo orientado para a construção do organismo fictício sem antecipar respostas.

Na produção final, observa-se que as hipóteses discutidas foram incorporadas à caracterização do organismo, descrito por atributos relacionados à alimentação, camuflagem, locomoção e defesa, como a antena de luz, a coloração escura, a barbatana ampla e os espinhos nas escamas. Esses registros indicam classificação de informações, justificativa e explicação (Sasseron; Carvalho, 2008), pois as estruturas foram organizadas e associadas a funções de sobrevivência no ambiente.

Em contraste, alguns grupos estabeleceram com mais rapidez associações entre a tarefa proposta e referências de conhecimento prévio. No Grupo 5, responsável pelo Planeta Arcanum, essa articulação apareceu quando os estudantes relacionaram o cenário fictício ao evento de extinção dos dinossauros, como pode ser observado no diálogo do Quadro 5.13.

Quadro 5.13 – Episódio 6 – Extrapolação e uso de analogia

Interação discursiva	Indicador de AC
A16: Esse é o cometa que matou os dinossauros.	Organização de informações
A2: Como será o corpo do organismo? Eu acho que aí tem que ter pelo para resistir ao inverno global.	Levantamento de hipóteses; justificativa
A4: Ele teria o corpo cheio de pelinhos (...) pode comer inseto no lugar de fruta.	Explicação
A16: É mais fácil vocês fazerem tamanduá (...) tamanduá tem tudo isso que vocês falaram.	Justificativa

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

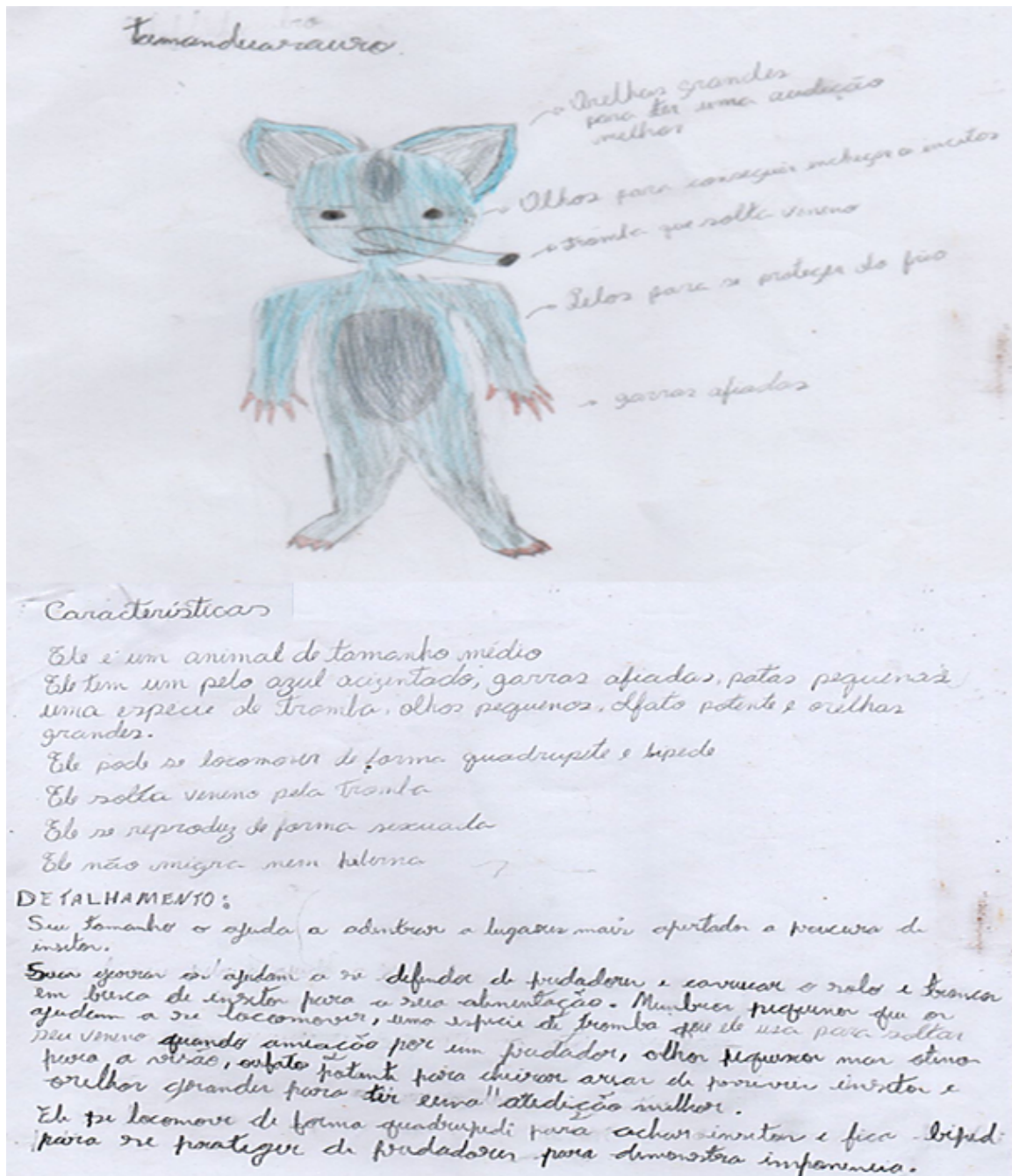
Descrição do Quadro 5.13: apresenta excertos de interação discursiva e seus respectivos indicadores de AC. O conteúdo relaciona turnos de fala dos estudantes A16, A2 e A4 às categorias analíticas mobilizadas durante a discussão sobre a criação de um organismo adaptado a um cenário de inverno global associado à extinção dos dinossauros.

No recorte analisado, a identificação do cenário como um “cometa” orientou uma sequência de inferências por analogia: o inverno global foi relacionado à necessidade de isolamento térmico, e a escassez de frutos, à alteração da dieta. Para materializar essas relações, o grupo recorreu ao tamanduá como referência zoológica familiar, a partir da qual sustentou escolhas para o organismo, como a presença de pelos e uma dieta baseada em insetos. Observam-se indicadores de levantamento de hipóteses, justificativa e explicação, à medida que condições ambientais são relacionadas a características atribuídas ao organismo.

O recurso a um referente conhecido (“tamanduá”) ofereceu um ponto de apoio para a elaboração da proposta, permitindo que a discussão se concentrasse nos ajustes entre o organismo e as restrições do cenário. Essa materialização pode ser observada na Figura 5.9 a seguir, que ilustra a produção do grupo que, ao associar o cenário a um evento de resfriamento global, mobilizou analogias entre ambiente, dieta e morfologia, recorrendo ao tamanduá como referência para sustentar características atribuídas ao organismo. Essa referência permaneceu na produção final, tanto na denominação do organismo quanto na justificativa de atributos relacionados à alimentação, locomoção e sobrevivência.

A formulação análoga corrobora a importância do conhecimento prévio na atribuição de significado. Em termos neurocognitivos, o grupo utilizou o modelo do tamanduá para projetar possibilidades de adaptação ao cenário proposto e restringir o espaço de busca para a elaboração do organismo, adaptando uma estrutura funcional conhecida às condições apresentadas (Dehaene, 2022).

Figura 5.9 – Organismo fictício elaborado pelo Grupo 5 e descrição de suas características



Fonte: Dados da autora (2025).

Descrição da Figura 5.9: apresenta a produção gráfica e escrita do organismo fictício “Tamanduassau”. A imagem reúne o desenho de uma criatura bípede, com setas indicando estruturas associadas à audição, visão, defesa e proteção térmica, além de textos manuscritos sobre características corporais, locomoção e alimentação baseada em insetos.

Quadro 5.14 – Transcrição da descrição e representação gráfica do Grupo 5

Elemento	Transcrição
Anotações do desenho	Nome do organismo: “Tamanduassauro”. Orelhas grandes para ter uma audição melhor. Olhos para conseguir enxergar os insetos. Tromba que solta veneno. Pelos para se proteger do frio. Garras afiadas.
Características	Ele é um animal de tamanho médio. Ele tem um pelo azul acinzentado, garras afiadas, patas pequenas e uma espécie de tromba, olhos pequenos, olfato potente e orelhas grandes. Ele pode se locomover de forma quadrúpede e bípede. Ele solta veneno pela tromba. Ele se reproduz de forma sexuada. Ele não migra nem hiberna.
Detalhamento	Seu tamanho o ajuda a adentrar a lugares mais apertados à procura de insetos. Suas garras o ajudam a se defender de predadores e cavar o solo e troncos em busca de insetos para a sua alimentação. Membros pequenos que os ajudam a se locomover, uma espécie de tromba que ele usa para soltar seu veneno quando ameaçado por um predador, olhos pequenos, mas ótimos para visão, olfato potente para cheirar áreas de possíveis insetos e orelhas grandes para ter uma audição melhor. Ele se locomove de forma quadrúpede para achar insetos e fica bípede para se proteger de predadores e para demonstrar imponência.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.14: apresenta a transcrição das anotações e da descrição elaboradas pelo Grupo 5 para o organismo fictício representado na Figura 5.9. O conteúdo reúne anotações associadas ao desenho, características gerais do organismo e detalhamento das adaptações relacionadas à audição, visão, alimentação, defesa, locomoção e sobrevivência.

A análise da imagem e dos detalhamentos escritos na atividade evidencia a permanência das relações construídas durante a discussão na produção final do grupo. As hipóteses formuladas sobre proteção térmica, obtenção de alimento e adaptação ao ambiente foram incorporadas à descrição do organismo, que passou a apresentar pelos associados ao frio, estruturas relacionadas à busca por insetos e características inspiradas no tamanduá. A manutenção dessa referência pode ser observada inclusive na denominação atribuída ao organismo (“Tamanduassauro”), indicando a incorporação da analogia ao processo de elaboração da proposta. Também se observam indicadores de classificação de informações, justificativa e explicação, conforme Sasseron e Carvalho (2008).

A classificação de informações aparece na organização das características do organismo em atributos morfológicos, comportamentais e reprodutivos. As justificativas emergem quando diferentes estruturas recebem funções específicas, como pelos para proteção térmica, garras para obtenção de alimento e defesa, tromba para proteção contra predadores e orelhas ampliadas para melhorar a audição. A explicação se evidencia na articulação dessas características às condições de sobrevivência do organismo, estabelecendo relações entre forma, função e ambiente na construção da proposta.

Outro momento estruturante ocorreu no Grupo 3, que projetou um organismo capaz de se alimentar de lava. Embora a proposição extrapole os limites da biologia conhecida, o diálogo mostra uma tentativa de articular sobrevivência, ambiente extremo e obtenção de energia, por meio de relações causais entre as condições do meio e as características atribuídas ao organismo, como detalhado na transcrição do Quadro 5.15.

Quadro 5.15 – Episódio 7 – A lógica biológica em cenários extremos

Interação discursiva	Indicador de AC
A20: “A temperatura dele é muito fria. Aí fica hibernando pra guardar calor [...] Só que aí, como o planeta aumentou a temperatura, aí conseguiu sobreviver. [...] como ele precisa de transformar energia em calor, precisa de transformar calor em energia, então ele come lava. Porque eles são resistentes, aí eles comem lava pra ficar andando.”	Explicação; Justificativa

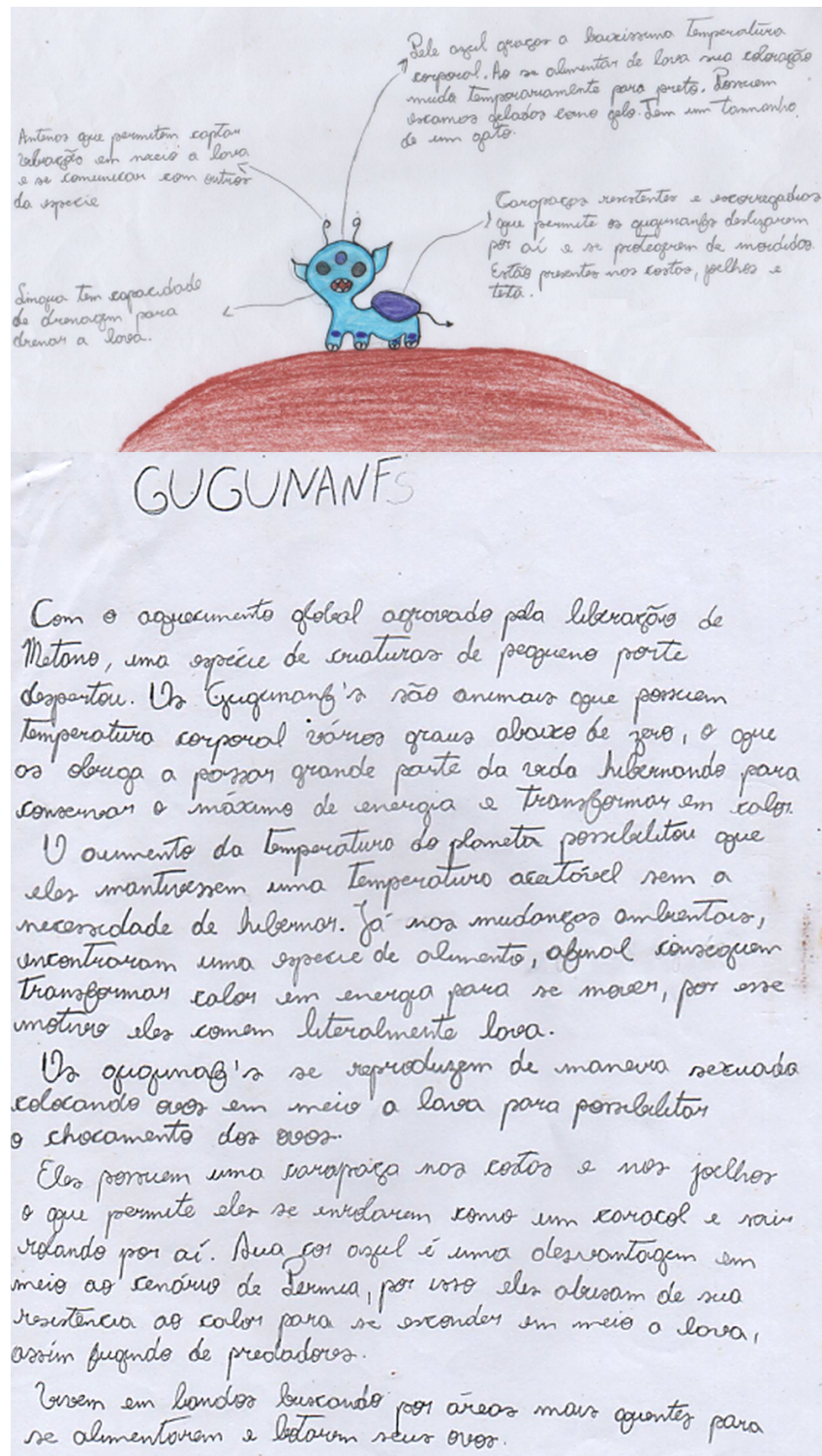
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.15: apresenta a transcrição de um episódio em que um estudante relaciona condições ambientais, disponibilidade de recursos e estratégias de sobrevivência na proposição de características para o organismo fictício. O conteúdo reúne argumentos sobre clima, alimentação, adaptação, pelos, hibernação e busca por fontes de energia, associados aos indicadores de AC de explicação e previsão.

Apesar da inviabilidade termodinâmica da dieta proposta, o estudante estrutura um raciocínio de causa e efeito evolutivo: condição térmica → estratégia de hibernação → mudança ambiental → permanência no ambiente → proposta de obtenção de energia. Embora a solução “comer lava” ultrapasse limites do que se descreve para organismos conhecidos, o enunciado explicita um raciocínio de adaptação a mudanças no ambiente por encadeamento de condições e efeitos.

O valor analítico do trecho está na presença de explicação, justificativa e previsão estruturadas em forma de cadeia causal. A formulação pública de uma hipótese incomum sugere uma condição de participação em que hipóteses provisórias puderam circular durante a tarefa. Essa construção conceitual está registrada na Figura 5.10, que apresenta a produção do grupo.

Figura 5.10 – Organismo fictício elaborado pelo Grupo 3 e descrição de suas características



Fonte: Dados da autora (2025).

Descrição da Figura 5.10: apresenta a produção gráfica e escrita do organismo fictício “GUGUNANF”. A imagem reúne o desenho colorido da criatura, com indicações de estruturas como antenas, língua e carapaças, além de textos manuscritos sobre suas características, hibernação, alimentação baseada em lava e estratégias de sobrevivência em ambiente vulcânico.

Quadro 5.16 – Transcrição da descrição e representação gráfica do Grupo 3

Elemento	Transcrição
Anotações do desenho	Nome do organismo: “GUGUNANF”. Antenas que permitem captar vibrações em meio à lava e se comunicar com outros da espécie. Língua com capacidade de drenagem para drenar a lava. Carapaças resistentes e escorregadias que permitem ao Gugunanf deslizar e se proteger de mordidas. Estão presentes nas costas, joelhos e testa. Pele azul grossa e baixíssima temperatura corporal. Ao se alimentar de lava, sua coloração torna-se temporariamente preta. Possui escamas geladas como gelo. Tem o tamanho de um gato.
Detalhamento	Com o aquecimento global agravado pela liberação de metano, uma espécie de criaturas de pequeno porte despertou. Os Gugunanf são animais que possuem temperatura corporal vários graus abaixo de zero, o que os obriga a passar grande parte da vida hibernando para conservar o máximo de energia e transformar em calor. O aumento da temperatura do planeta possibilitou que mantivessem uma temperatura aceitável sem a necessidade de hibernar. Já nas mudanças ambientais, encontraram uma espécie de alimento, afinal conseguem transformar calor em energia para se mover. Por esse motivo, eles comem literalmente lava. Os Gugunanf se reproduzem de maneira sexuada, colocando ovos em meio à lava para possibilitar o chocamento dos ovos. Eles possuem carapaças nas costas e nos joelhos, o que permite que se enrolem como um caracol e saiam rolando por aí. Sua cor azul é uma desvantagem em meio ao cenário de Permian, por isso, eles abusam de sua resistência ao calor para se esconder em meio à lava, assim fugindo de predadores. Vivem em bandos, buscando áreas mais quentes para se alimentarem e botarem seus ovos.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.16: apresenta a transcrição da descrição escrita e das anotações presentes na representação gráfica do organismo fictício elaborado pelo Grupo 3, apresentada na Figura 5.10. O conteúdo reúne características atribuídas ao GUGUNANF e explicações relacionadas a estruturas corporais, alimentação, reprodução e sobrevivência em um cenário de aquecimento global e ambiente vulcânico.

A produção final do Grupo 3 manteve e ampliou as relações formuladas no episódio discursivo. As características do GUGUNANF foram organizadas em atributos morfológicos, fisiológicos e comportamentais, articulando temperatura corporal, hibernação, alimentação, reprodução e estratégias de sobrevivência. Observam-se indicadores de classificação de informações, justificativa, explicação e previsão (Sasseron; Carvalho, 2008) pois as estruturas e comportamentos recebem funções específicas e são relacionados às condições ambientais do cenário, como o aquecimento do planeta, a permanência em áreas quentes e a obtenção de energia.

Durante o desenvolvimento, a intervenção docente concentrou-se em solicitar que as características fossem justificadas no texto e no desenho, com menor número de chamados diretos à professora em comparação com as aulas anteriores: *“Fui pouco requisitada e percebi que conseguiram construir sozinhos o que lhes foi pedido. Segui acompanhando de longe, pois como nas outras aulas, notei que minha presença às vezes os inibe na troca de ideias.”* (Diário

de Aula, 2025). Essa escolha pode ser compreendida como uma prática pedagógica relacionada à gestão da aula (Sasseron, 2018), ao preservar condições para a interação entre pares e para a construção coletiva das propostas apresentadas pelos grupos.

Na etapa de apresentação, cada grupo expôs o organismo e os critérios utilizados. Em seguida, foi explicitada a correspondência entre os planetas fictícios e eventos de extinção em massa; o diário de aula descreveu reações de interesse: *“Quando revelei que cada ambiente correspondia a um processo real de extinção em massa ocorrido aqui em nosso planeta Terra, notei que os alunos ficaram surpresos [...]”* (Diário de Aula, 2025), diante dessa conexão entre o cenário imaginado e a história da Terra. A reação registrada sugere que a contextualização da tarefa em eventos reais favoreceu a atribuição de significado aos conceitos mobilizados durante a atividade, aspecto associado à motivação e à elaboração de novas relações (Amaral; Guerra, 2022).

No fechamento, foi tematizada a possibilidade de uma sexta extinção em massa associada a ações humanas, deslocando a tarefa do plano interno da simulação para implicações socioambientais. A ampliação do contexto inicialmente proposto pode ser aproximada da prática didática de “solicitar aplicação de ideias em novo contexto” (Sasseron, 2018) ao relacionar os conceitos trabalhados durante a atividade a uma problemática contemporânea. Esse movimento aproximou a aula de uma questão socialmente relevante, em consonância com a compreensão de AC como prática que articula conhecimentos científicos, participação social e análise de problemas públicos fundamentados em critérios compartilháveis (Silva; Sasseron, 2021). As demais produções gráficas e textuais elaboradas pelos grupos foram reunidas no Apêndice D como documentação complementar da diversidade de soluções construídas ao longo da atividade.

5.5 Aula 5 – Jogo “É vivo ou não é?”

A quinta aula foi conduzida como fechamento da SEA, com o objetivo de retomar e sistematizar os conhecimentos trabalhados ao longo do percurso. Para isso, foi utilizado o jogo didático adaptado *É vivo ou não é?*, inspirado na dinâmica do jogo de UNO, como recurso interativo voltado à discussão oral e à explicitação de justificativas. A atividade foi planejada para que os estudantes mobilizassem critérios biológicos na análise das cartas, classificando entidades como seres vivos, não vivos ou casos de fronteira, justificando suas respostas, relacionando conceitos discutidos ao longo da SEA, revisando posicionamentos diante das discussões coletivas e deslocando a tarefa da identificação imediata para a negociação coletiva de critérios.

Ao longo do jogo, os estudantes retomaram discussões das aulas anteriores sobre características dos seres vivos, conceito de vida, vírus, IA, adaptação, seleção natural, evolução, biodiversidade e ações humanas sobre o meio ambiente. Pretendeu-se, com isso, criar condições para a mobilização de indicadores de AC relacionados à organização de informações, ao raciocínio lógico, à formulação de justificativas e à construção de explicações, favorecendo

a sistematização dos conhecimentos mobilizados ao longo da SEA, em consonância com os indicadores de AC propostos por Sasseron e Carvalho (2008).

A dinâmica do jogo também buscou mobilizar princípios relacionados à interação social, à emoção, ao tempo de elaboração e à autorregulação, ao exigir que os estudantes avaliassem suas próprias respostas, confrontassem argumentos e revisassem posicionamentos durante a discussão coletiva (Amaral; Guerra, 2022).

Para contextualizar a análise apresentada nesta seção, o Quadro 5.17 sintetiza a organização da Aula 5 em quatro blocos temporais e interacionais. Por ter concentrado análises mais detalhadas e diferentes episódios interacionais, a Aula 5 recebeu, além da numeração dos episódios, a indicação dos turnos de fala nas transcrições. Essa demarcação permitiu situar com maior precisão a participação dos estudantes e da professora nos excertos examinados, bem como acompanhar a sequência cronológica das interações ao longo da aula.

Quadro 5.17 – Divisão da Aula 5 em blocos

Momento da aula	Intervalo de tempo	Objetivo do momento	O que a professora faz	O que os estudantes fazem
Bloco 1 Retomada e síntese das aulas anteriores	0:00 – 11:50	Retomar conceitos das aulas anteriores, situar o objetivo da aula e estabelecer as regras do jogo.	Retoma características dos seres vivos, o conceito da NASA e processos evolutivos; explica a finalidade do jogo; apresenta as regras e orienta o funcionamento do jogo.	Escutam, respondem pontualmente e resgatam conhecimentos estudados nas aulas anteriores da SEA.
Bloco 2 Jogo e debates	11:51 – 1:05:51	Aplicar conceitos de vida e evolução em situação lúdica, argumentando e questionando argumentos.	Media pontualmente, intervém quando necessário para manter o foco conceitual e provoca argumentações.	Jogam, classificam cartas, justificam jogadas, debatem vida/não vida, vírus, bactérias e IA; levantam hipóteses e questionam informações.
Bloco 3 Sistematização final	1:05:52 – 1:12:05	Consolidar os conceitos trabalhados no jogo.	Interrompe o jogo, retoma critérios científicos de vida e articula as falas dos alunos aos conceitos.	Participam da discussão, reformulam ideias e apresentam definições mais elaboradas.
Bloco 4 Tarefa final	1:12:06 – 1:26:10	Orientar a produção escrita de síntese; integrar e registrar os conceitos da sequência; encerrar a SEA e avaliar a experiência.	Explica como deve ser o texto coletivo de fechamento; acompanha à distância; observa participação concentrada em poucos estudantes; agradece e realiza o encerramento da atividade.	Escutam a orientação; um ou dois alunos escrevem por grupo, os demais participam pouco; encerram a atividade.

Fonte: Dados da autora (2025).

Descrição do Quadro 5.17: apresenta a divisão da Aula 5 em blocos, indicando os intervalos de tempo, os objetivos de cada momento, as ações desenvolvidas pela professora e as formas de participação dos estudantes. Essa organização permite visualizar a dinâmica da aula e contextualiza os episódios analisados nesta seção.

Entre os quinze episódios selecionados no mapeamento da SEA, oito pertencem à Aula 5 e distribuem-se entre os Blocos 1, 2 e 3. No Bloco 4, destinado à produção escrita final, não houve episódio selecionado para análise das interações verbais. Entretanto, uma produção escrita elaborada nesse momento foi utilizada como registro complementar, por representar uma síntese, em linguagem escrita, de conceitos mobilizados ao longo da SEA. O Quadro 5.18 apresenta a distribuição dos episódios da Aula 5.

Quadro 5.18 – Distribuição dos episódios da Aula 5.

Bloco	Número de Episódios
1 – Revisão e problematização dos conceitos de vida, evolução e biodiversidade.	4 (E8 a E11)
2 – Argumentação e negociação de significados durante o jogo de UNO Adaptado.	3 (E12 a E14)
3 – Sistematização coletiva e consolidação dos conceitos.	1 (E15)
Total	8

Fonte: Elaborada pela autora (2026).

Descrição do Quadro 5.18: apresenta a distribuição dos oito episódios interacionais selecionados, dos blocos da Aula 5 da SEA. Observa-se a concentração dos episódios nos momentos de revisão e problematização dos conceitos, bem como nas situações de argumentação e negociação de significados ocorridas durante o jogo didático.

Após a implementação da SEA, o material produzido ao longo da experiência foi organizado, transcrito e analisado pela professora-pesquisadora, em diálogo com seu orientador. Esse processo subsidiou a avaliação da intervenção e o redesign da proposta, posteriormente materializado no Produto Educacional.

5.5.1 Bloco 1: Demarcação conceitual

O Bloco 1 estabelece a linha de base conceitual da aula e prepara a entrada no jogo. Nesse trecho, o controle da circulação das falas permanece majoritariamente com a professora, que delimita o problema (“o que é vida?”), reorienta o foco por perguntas encadeadas e ajusta termos quando necessário, configurando um padrão de desenvolvimento do objetivo conceitual compatível com as práticas didáticas descritas por Sasseron (2018). Esse movimento inicial de reativação de repertório pode ser observado no Quadro 5.19.

Nos Episódios 8 a 11 a discussão alterna retomada e aplicação de critérios a casos (bactéria, vírus e inteligência artificial). Predominam movimentos de organização de informações, com ocorrências pontuais de levantamento de hipóteses, classificação, justificativa e previsão, à medida que os estudantes recuperam repertório e testam critérios em público (Sasseron; Carvalho, 2008). No recorte da NE, o fracionamento do problema e a regulação do ritmo sustentam atenção e tornam os critérios utilizáveis na interação (Amaral; Guerra, 2022), em consonância com a orientação por perguntas como suporte à elaboração conceitual (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2005; Bransford; Brown; Cocking, 2000).

reitera o objetivo conceitual do momento e mantém o problema em circulação, aproximando-se da prática didática de “perseguir o objetivo” (Sasseron, 2018).

As perguntas sucessivas da professora — [T9] (“*Tem que ter metabolismo?*”), [T16] (“*Tem que respirar?*”) e [T18] (“*Ter um coração?*”) — colocam as propostas dos estudantes sob exame e exigem que funcionem como critérios, e não apenas como respostas soltas. A hipótese [T12–A18] (“*tem que morrer*”) é tensionada por [T13–P] (“*Para morrer basta vivo, né?*”), o que aponta a fragilidade lógica do critério sem encerrar a discussão por imposição de autoridade. O que se observa é a transformação de enunciados individuais em objetos de discussão coletiva: as falas passam a circular, ser retomadas e confrontadas.

O episódio funciona como um momento de reativação do repertório e de teste inicial de critérios. A predominância de organização de informações, com entradas pontuais de levantamento de hipóteses, sugere uma etapa de “*recolocação do problema*” antes de avançar para justificativas mais elaboradas. Nesse recorte, a AC aparece como prática de sala em que ideias são postas em circulação pública, voltam ao debate e podem ser revistas à medida que entram em confronto com perguntas e contraexemplos (Sasseron; Carvalho, 2008).

Na sequência da retomada, conforme documentado no diário de aula, registrou-se que A17 não considerou as bactérias como seres vivos, sustentando sua posição inicial por uma justificativa de ordem puramente afetiva. Esse embate e a consequente análise do status biológico das bactérias são detalhados no Quadro 5.20:

Quadro 5.20 – Episódio 9 – O status biológico das bactérias

Interação Discursiva	Indicador de AC
[T20] P: Bactéria tem coração? [T21] A17: Eu não considero bactéria um ser vivo. [T22] P: Por que não? [T23] A17: Porque hoje em dia na sociedade você pode considerar o que que quiser [riso] ... aí eu não considero, eu não gosto de bactéria. [T24] ALL: [risadas] [T25] A17: Eu tenho preconceito, eu sou anti bactéria. [T26] P: Mas pelo fato de você não gostar de bactéria, você desconsidera ela como ser vivo? [T27] A17: Sim, sim. [T28] P: Mas você gostando ou não, ela pode te infectar. [T29] A17: É ela pode me infectar. É por causa disso que eu não gosto, porque ela nunca vai falar, isso, isso! [T30] P: Ela nunca vai falar? [T31] A17: É, é. [T32] P: Então é por isso? Vamos lá. Vamos ver se esses preconceitos te ajudam a resolver as questões do jogo. Um sistema químico então autossuficiente capaz de ter uma evolução darwiniana, quer dizer, capaz de se adaptar, né? E ser selecionado naturalmente é um pressuposto da NASA para poder ser considerado vivo. [T35] A17: Aí ela me quebra, olha o que ela me pergunta! [T36] P: Ela vive sozinha? [T37] A17: Vive. [T38] P: Ela é capaz de se adaptar? [T39] A17: Não, não. [T40] P: Não? [T41] A17: O A8 tá falando não. [T42] A8: A pergunta foi pra você. [T44] P: Ela consegue sobreviver num organismo? [T45] ALL: Sim. [T46] P: Ela é capaz de ser selecionada? [T47] A18: Como assim selecionada? [T48] P: Hã? [T49] A18: Como assim selecionada? [T50] P: Passar por uma diferença ambiental e resistir a ele e continuar sobrevivendo. [T51] A18: Consegue. [T52] ALL: Consegue.	Organização de informações
[T53] P: Consegue? Então ela é autossuficiente. Ela consegue se adaptar. E ela consegue passar por fatores seletivos ... Ela é um ser vivo? [T54] A17: Ela é um ser vivo. Ela ganhou no argumento dela, aí [olha para o colega e dá um soco na mesa].	Classificação de informações Justificativa
[T55] P: Mesmo você não gostando dela, ela tá ganhando, hein? Vamos lá.	—

Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.20: apresenta a transcrição de um episódio em que os estudantes analisam o status biológico das bactérias durante o jogo didático da Aula 5. O conteúdo reúne interações sobre organização celular, reprodução, adaptação, metabolismo e sobrevivência, associadas aos indicadores de AC de organização de informações, classificação de informações e justificativa.

No Episódio 9 (Quadro 5.20), a discussão desloca do plano genérico sobre “o que é vida” para a análise de um caso específico. O episódio começa com uma recusa do estudante A17 em reconhecer bactérias como seres vivos ([T21]) e termina com a aceitação dessa classificação ([T54]). O deslocamento ocorre porque a conversa sai do plano da preferência pessoal e passa a ser conduzida por critérios explicitados na aula.

No início, A17 sustenta a posição sem apresentar critério biológico. Em [T23] e [T25], a justificativa é assumidamente afetiva (“não gosto”, “*tenho preconceito*”). A professora recoloca a fala em debate provocando [T22] “*Por que não?*” e ao testar a consistência do argumento em [T26] (“*pelo fato de você não gostar...?*”). Essas perguntas não fecham a discussão por autoridade; elas reposicionam a ideia como uma proposição passível de exame pelo grupo. A inflexão ocorre quando a professora reinscreve a questão em um parâmetro comum, retomando a definição atribuída à NASA ([T32]). A partir daí, o julgamento é organizado como uma sequência de perguntas encadeadas: [T36], [T38], [T44], [T46]. Esse encadeamento fraciona a decisão (“*é vivo ou não é?*”) em etapas menores, e cada etapa exige que o grupo recupere informações para responder.

Nesse trecho, a organização de informações articula-se à intervenção docente, que cria condições para que a definição atribuída à NASA seja mobilizada como critério na tarefa. A inflexão do episódio aparece em [T54], quando A17 afirma: “*Ela é um ser vivo*”. Nessa fala, ocorre classificação de informações, pela atribuição de status biológico à bactéria, acompanhada de uma justificativa sobre a mudança de posição: “*Ela ganhou no argumento dela*”. A frase indica que a validação deixou de se apoiar na preferência pessoal e passou a se sustentar no argumento produzido na interação.

Sob a perspectiva da NE, esse deslocamento pode ser interpretado como um indício de revisão do modelo inicialmente mobilizado pelo estudante. Ao confrontar sua interpretação com critérios e argumentos apresentados durante a discussão, o enunciado de A17 sugere o reconhecimento de que sua explicação inicial já não era suficiente para responder ao problema em análise. Esse deslocamento aproxima-se do mecanismo descrito por Dehaene (2022), no qual a aprendizagem é compreendida como um processo de atualização de modelos internos diante de discrepâncias entre as expectativas do sujeito e as informações com as quais ele se depara. O episódio registra, portanto, uma mudança na forma de sustentar a resposta: de uma preferência individual ([T23], [T25]) para um critério discutido publicamente e aplicado ao caso ([T32–T53], [T54]).

No plano das condições de aprendizagem, o que se nota é um arranjo que mantém o foco por meio de perguntas curtas e sucessivas, com retomada de termos e reformulação quando aparece dúvida ([T47–T50]). O gesto corporal em [T54] (soco na mesa) pode ser lido como marca de envolvimento afetivo na disputa do argumento, indicando que a situação de debate mobilizou participação e tensão, o que ajuda a explicar por que A17 revisa o posicionamento ao final.

O episódio mostra um deslocamento conceitual: a bactéria começa sendo negada como ser vivo por rejeição pessoal ([T21–T25]) e termina sendo reconhecida como ser vivo após a aplicação de critérios explicitados e discutidos ([T32–T54]). A estrutura da intervenção docente (retomada de parâmetros, perguntas encadeadas e reformulação de termos) cria condições para a

mobilização de indicadores de AC relacionados à organização de informações e à classificação com base em critérios compartilháveis.

Em seguida, no Episódio 10, a definição da NASA foi aplicada a um novo caso de fronteira: os vírus, conforme ilustra o Quadro 5.21.

Quadro 5.21 – Episódio 10 – O status biológico dos vírus

Interações discursivas	Indicadores de AC
[T56] P: Essa definição da NASA, um ser vivo que é autossuficiente, capaz de evolução da darwiniana, é uma definição que ela inclui os vírus? [T57] A17: Sim. [T58] P: Sim? [T59] A17: Sim. [T60] P: Por quê? [T61] A17: Porque, como a senhora disse, a bactéria... [T62] P: // Vírus, agora. [T63] A17: Ah, o vírus... fala aí A18, cê que entende mais. [T64] A18: O que é que é um vírus? [T65] P: E agora? Boa pergunta. O que é um vírus? [T66] A17: Que é um vírus? [T67] A18: Que coisa! Eu não vou saber responder isso. [T68] P: Ele é autossuficiente? [T69] A18: É, também.	Organização de informações
[T70] P: É? [T71] A17: Não, eu acho que não.	Levantamento de hipóteses
[T72] P: Possui célula? [T73] A18: Possui. [T74] P: Vírus possui célula? [T75] A18: Cêla? [T76] P: célula, menor unidade de um ser vivo capaz de manter suas funções vitais. [T77] A18: Não, não possui célula não.	Organização de informações
[T78] P: Não possui célula. Então, um ser vivo ... aqui o vírus não se encaixa nesse primeiro quesito aqui da definição da Nasa. Ele não é autossuficiente. Ele precisa de uma célula hospedeira. [T79] A18: Então pra ser um ser vivo tem que ter célula? [T80] ALL: [murmúrios e risadas]	Levantamento de hipóteses
[T81] A17: que é que tem que ter um ser vivo para ser considerado vivo? O que é que ele tem que ser ou fazer? [T82] P: Tecnicamente tem que ter uma organização celular, segundo a definição da NASA. Vírus encaixa nesse quesito? [T83] A18: Não.	Organização de informações

Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.21: apresenta a transcrição de um episódio em que os estudantes analisam o status biológico dos vírus a partir dos critérios discutidos ao longo da SEA. O conteúdo reúne interações sobre definição operacional de vida, organização celular, reprodução e autonomia metabólica, associadas aos indicadores de AC de organização de informações, levantamento de hipóteses e justificativa.

No Episódio 10 (Quadro 5.21), a definição atribuída à NASA é aplicada ao vírus, tratado como caso de fronteira. A conversa começa com respostas afirmativas de A17 sem critério explícito ([T57], [T59]) e é reorientada pela professora com a pergunta “*Por quê?*” ([T60]) e com a correção de foco (“Vírus, agora”, [T62]). Esse encadeamento desloca a participação de uma adesão rápida para a exigência de justificativa. A dificuldade em caracterizar o objeto aparece quando A18 pergunta “*O que é que é um vírus?*” ([T64]) e afirma que não saberia

responder ([T67]). Em resposta, a professora reorganiza a tarefa por critérios, com perguntas curtas que recortam propriedades para análise.

O núcleo do episódio se concentra no uso do termo “*célula*” como critério. A18 responde inicialmente “*Possui*” ([T73]), mas, ao ouvir a pergunta retomada (“*Vírus possui célula?*”, [T74]) e hesitar (“*Cela?*”, [T75]), sinaliza-se que o termo não estava estabilizado na conversa. A definição apresentada pela professora ([T76]) delimita o sentido operacional do termo e permite a autocorreção de A18 (“*Não, não possui célula não*”, [T77]). Nesse movimento, predomina organização de informações, pois a resposta é revista para se alinhar ao critério em uso no momento (Sasseron; Carvalho, 2008).

Em seguida, a professora sintetiza a consequência do critério: o vírus “*não é autossuficiente*” e “*precisa de uma célula hospedeira*” ([T78]). A pergunta de A18 ([T79]) recoloca a discussão no plano das condições para classificar “*ser vivo*”, buscando explicitar uma regra. A professora responde com “*organização celular*” como exigência técnica no recorte adotado ([T82]) e A18 conclui que o vírus não se encaixa nesse quesito ([T83]). Assim, a classificação não é sustentada por preferência, mas por critérios discutidos publicamente e aplicados ao caso.

No plano das condições de aprendizagem, observa-se uma intervenção docente que mantém o foco da discussão por meio de correções de objeto ([T62]), perguntas encadeadas por critérios ([T68], [T72]) e definição de termos diante de hesitações ([T75–T77]). Esse arranjo reduz ambiguidades da tarefa e sustenta a participação no debate, sem pressupor que a simples exposição do critério garanta sua apropriação pelos estudantes.

Para concluir este bloco de demarcações, a discussão avançou para a análise da Inteligência Artificial (IA), entidade que não pertence ao domínio biológico, mas que atua como excelente caso-limite, conforme transcrito no Quadro 5.22.

Quadro 5.22 – Episódio 11 – A Inteligência Artificial como caso-limite da definição de vida

Interações discursivas	Indicadores de AC
[T84] P: Apesar de que pode se adaptar... apesar de que passa por fatores seletivos... mas ele agarra na característica de ser autossuficiente. E uma inteligência artificial é autossuficiente? [T86] ALL: sim, tecnicamente sim, não, sim, não, não. [T87] A20: É, é autossuficiente.	Organização de informações
[T88] P: É autossuficiente? [T89] A20: É. [T90] P: Ela passa por fatores seletivos? [T91] A20: Mais ou menos, né? Na criação dela eles foram criando ela direitinho. Só que ela não pode ser considerada ser vivo porque ela não tem o ciclo vital, né? Ela não morre. Ela não reproduz.	Classificação de informações; justificativa
[T92] P: Ela possui célula? [T93] A20: Não. [T94] P: Ela tem metabolismo próprio? [T95] A20: Não. [T96] P: Ela respira? [T97] A20: Não. [T98] P: Ela metaboliza substâncias? [T99] A20: Não.	Organização de informações
[T100] P: Então, inteligência artificial pode ser considerado ser vivo? [T101] ALL: não. não. jamais.	Raciocínio lógico
[T102] P: Jamais? [T103] A17: Ainda não.	Previsão

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.22: apresenta a transcrição de um episódio em que os estudantes discutem o status biológico da Inteligência Artificial durante o jogo didático da Aula 5. O conteúdo reúne interações sobre organização, crescimento, reprodução e funções associadas aos seres vivos, relacionadas aos indicadores de AC de organização de informações, classificação de informações, justificativa, raciocínio lógico e previsão.

No Episódio 11 (Quadro 5.22) começa com respostas divergentes do grupo ([T86]) e é reorganizado pela professora por meio de provocações que retomam, uma a uma, características associadas ao que vinha sendo tratado como “ser vivo”. A oscilação inicial em [T86] (“*sim... não...*”) é seguida pela tomada de posição de A20: “*É autossuficiente*” ([T87]) e a confirmação em [T89]. Em seguida, A20 formula uma conclusão e apresenta razões: “*não pode ser considerada ser vivo*” porque “*não tem ciclo vital*”, “*não morre*” e “*não reproduz*” ([T91]). Nesse turno, aparecem a classificação de informações (decidir o status da IA) e justificativa (apresentar critérios que sustentam a decisão).

Depois disso, a professora conduz um exame por checagem de critérios biológicos: [T92]), [T94], [T96] e [T98]. A20 responde “não” em sequência [T93], [T95], [T97], [T99]. Esse encadeamento reduz a disputa inicial e organiza a decisão como resultado de um conjunto de critérios sucessivos. O trecho evidencia a organização de informações, pois as respostas vão sendo alinhadas aos critérios acionados a cada pergunta. No plano das práticas docentes, trata-se de uma condução que mantém o problema sob foco e reapresenta as ideias como passíveis de exame no coletivo numa ação intencional de perseguir o objetivo.

O fechamento do episódio retoma o conjunto de negações como base para a conclusão: “*Então, inteligência artificial pode ser considerada ser vivo?*” ([T100]). A resposta coletiva é negativa e enfática (“não... jamais”, [T101]). A professora tensiona o absolutismo da formulação com “*Jamais?*” ([T102]) e A17 responde “*Ainda não*” ([T103]). Essa fala introduz uma previsão, pois desloca o “*jamais*” para uma formulação temporal: não se nega a conclusão no presente, mas se aponta que ela depende de condições futuras que não estão dadas no recorte atual. Com isso, a decisão deixa de aparecer como sentença final e passa a ser tratada como posição situada nos critérios em uso naquela interação.

5.5.2 Bloco 2 – O jogo e a negociação coletiva de critérios

Depois da discussão inicial, foram apresentadas as regras do jogo e os estudantes foram organizados em grupos. A familiaridade com o mecanismo do UNO reduziu dúvidas sobre a dinâmica e permitiu que a atividade seguisse com autonomia, ainda que com variações entre grupos quanto ao tempo dedicado às perguntas das cartas. Quanto ao clima da sala, o diário de aula registra um aumento do volume de fala e intervenções pontuais para manter o foco nas perguntas.

A transição para o Bloco 2 demarca uma reconfiguração do controle discursivo da aula, pois o jogo assume o papel de regulador das interações. Ao condicionar a progressão na atividade à defesa pública de afirmações, as regras do jogo levam os estudantes a recuperar repertório e a testar critérios diante dos pares, favorecendo a ocorrência de indicadores como justificativa, explicação, raciocínio lógico e previsão (Sasseron; Carvalho, 2008).

Sob a ótica da NE, essa arquitetura pedagógica situa a interação social e o confronto de ideias como condições para a elaboração conceitual (Amaral; Guerra, 2022). A dinâmica do jogo estabelece um contexto marcado pelo envolvimento emocional e pela recompensa imediata, aspectos que podem favorecer a atenção e a permanência dos estudantes na tarefa. Nesse cenário, caracterizado por uma intervenção docente menos diretiva, a perseguição do objetivo conceitual (Sasseron, 2018) torna-se mais perceptível nos momentos em que a discussão se distancia do foco, como ocorreu no debate sobre a evolução das baleias, transcrito no Quadro 5.23.

Quadro 5.23 – Episódio 12 – Baleias evoluíram de mamífero terrestres?

Interações discursivas	Indicadores de AC
[T247] A11: As baleias evoluíram a partir dos mamíferos terrestres com patas, mas perderam os membros posteriores ao se adaptarem a vida aquática. [T248] A13: Tem que explicar á lá. [T249] A20: Explique como isso é vantagem evolutiva e volte o jogo. [T250] A13: é mesmo ó num tem. [T251] A11: que ela era terrestre, aí ela evoluiu e virou aquática? Eu acho que isso é uma coisa boba porque... Mas ela não evoluiu não, gente. Isso é mentira. [T252] A20: agora cê compra três. Você tá errada. Tá errado. compra três. [T253] A11: Eu falei que não uai. Se eu tivesse falado que sim. [T254] A20: Mas evoluiu, ela evoluiu. [T255] A14: por que? [T256] A11: Não evoluiu não. [T257] A14: Ele tá fazendo a mesma coisa do cachorro comigo. [T258] A14: O cachorro nunca evoluiu. [T259] A20: Evoluiu, compra três aí. [T260] A11: Não evoluiu. [T261] A20: compra três aí. [T262] A11: vou perguntar a Professora. (P) vem aqui [riso] [T263] A14: Eu quero saber dos animais também evoluem [riso] [T264] A11: Volta para cá esse negócio aqui. [T265] A20: Não, ela não acertou ué. Então compra três e volta, continua normal. ô P. [T266] A14: Eu quero saber se os animais evoluíram. [T267] A20: evoluíram gente. [T268] A11: Por quê?	Organização de informações
[T269] A20: Galinha é dinossauro	Justificativa
[T270] A11: Ah, não, mas aqui tá falando (inaudível). [T271] A20: ahamm. Já respondeu, já. Já respondeu. [T272] A15: tá falando se mudou alguma coisa, igual do... [T273] A11: Eu sei lá o que é vantagem evolutiva, o que é isso? [T274] A20: Não, isso aí errou, já. Você respondeu errado, já. compra três aí.	Organização de informações
[T275] A11: [riso] eu não vou comprar, vou saí do jogo. [T276] A20: Não, compra três. [T277] A11: Não vou comprar [riso] [T278] A14: ô P, vem cá [riso] [T279] A15: resolver uma briga, uma discussão aqui ó [riso]. [T280] P: as discussões são as melhores. [T281] A14: isso é verdade ou não? (mostrando a carta)	—

continua

Quadro 5.23 – Episódio 12 – Baleias evoluíram de mamífero terrestre? (conclusão)

Interações discursivas	Indicadores de AC
[T282] P: as baleias evoluíram a partir de mamíferos terrestres com patas, mas perderam membros posteriores ao se adaptarem à vida aquática. Baleia é mamífero? [T283] A20: é. [T284] A14: é. [T285] P: é um mamífero? [T286] A11: mas ela evoluiu de terrestre? [T287] P: os mamíferos são animais prioritariamente terrestres [T288] A20: Aí errou já, compra as três, compra três. [T289] ALL: [murmúrios] [T290] A11: mas eu saí do jogo. [T291] A15: tia, a última carta que ela jogou aqui. Ela compra? porque ela errou? [T292] P: Ela errou compra três. [T293] A15: aí viu? [T294] A14: E os animais? Como cachorro, gato, também evoluem? Ou sempre foi a mesma coisa? [T295] A20: Não, eles evoluíram [T296] A15: ela tá querendo saber se eles evoluíram?	Organização de informações
[T297] A14: Tipo assim, evoluíram, mudou. Eles eram um trem e virou outro?	Explicação
[T298] A15: Eu acho que sim.	Levantamento de hipóteses
[T299] A14: Ou se eles sempre foram assim sem modificar? Sempre foi.	
[T300] P: tudo que a gente estuda, né? é que a vida ela vem sempre se modificando.	—
[T301] A15: agente não adianta combater com A20, tudo A20 sabe [riso].	
[T302] A20: Uai, as baleias evoluíram de ancestrais com patas, mas perderam elas ao se adaptarem ao ambiente aquático.	Explicação
[T303] A14: então cachorro e gato não era igual é era diferente? mas estranho. então como é que era?	Organização de informações
[T304] A15: Ó, você do mesmo jeito vc não muda? emboleira... quando você nasceu você mudou uai	Explicação
[T305] A14: Pra mim era porque Deus criou ela assim.	

Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.23: apresenta a transcrição do episódio em que os estudantes discutem a possibilidade de evolução de baleias a partir de mamíferos terrestres. O conteúdo reúne interações sobre adaptação, hereditariedade, seleção natural e mudanças ambientais, associadas aos indicadores de AC de levantamento de hipóteses, organização de informações, justificativa, explicação e previsão.

No Episódio 12, apresentado no Quadro 5.23, a carta do jogo deslocou a conversa para um problema de evolução, “baleias evoluíram de mamíferos terrestres?” e colocou em circulação a exigência de defesa pública das respostas [T248], [T249]. O indicador mais frequente foi organização de informações, observável na retomada sucessiva de ideias sobre ancestralidade, adaptação e mudança biológica, mobilizadas e confrontadas pelos estudantes ao longo da interação. A disputa entre pares sustentou a permanência do tema em debate, mesmo quando as razões ainda não apareciam de forma desenvolvida.

A regra do jogo — “tem que explicar” [T248] e “explique como isso é vantagem evolutiva” [T249] — funcionou como filtro: não bastou declarar concordância ou recusa; tornou-se necessário vincular a afirmação a critérios. O impasse tornou-se visível quando A11 alternou enunciados sobre adaptação e, em seguida, negou a própria proposição (“*não evoluiu... isso é*

mentira”, [T251]), enquanto A20 insistiu na afirmação (“*evoluiu*”, [T254], [T259], [T267]) e exigiu a penalidade prevista pela dinâmica [T252], [T259], [T261]. Nesse trecho, a interação operou mais por negação e afirmação do que por explicitação de mecanismos.

Quando o repertório do grupo não sustentou o critério exigido, apareceram justificativas por associação (“*Galinha é dinossauro*”, [T269]) e, ao mesmo tempo, a marca explícita de não domínio do conceito destacado pela carta: “*Eu sei lá o que é vantagem evolutiva*” [T273]. Esse ponto indicou um limite de uso do conceito na tarefa naquele momento, mantendo a disputa em torno da punição do jogo, e não da explicação biológica.

A intervenção docente ocorreu após a solicitação do grupo [T278]–[T282]. A professora leu a carta e reorganizou a decisão por perguntas de categorização (“*Baleia é mamífero?*”, [T282]) e por uma premissa colocada na fala (“*os mamíferos são animais prioritariamente terrestres*”, [T287]). Essa entrada pontual reorientou o debate para critérios compartilháveis e permitiu retomar a regra do jogo (“*errou, compra três*”, [T292]). Após essa reorganização, a conversa se ampliou para outros animais (“*cachorro, gato*”, [T294]); em seguida, apareceu uma explicação mais próxima do enunciado da carta [T302] e tentativas de explicar mudanças ao longo do tempo por analogias do cotidiano [T304], mobilizando o indicador de explicação (Sasseron; Carvalho, 2008).

No fechamento do episódio, a fala “*Pra mim era porque Deus criou ela assim*” [T305] tornou pública uma matriz explicativa não biológica que já circulava no grupo. Sua enunciação manteve o desacordo visível e delimitou o trabalho necessário para negociar critérios de validação no interior da aula. Essa dinâmica de confronto de posições entre pares repetiu-se no debate sobre a ancestralidade das cobras, registrado no Quadro 5.24.

Quadro 5.24 – Episódio 13 – Cobras e ancestralidade

Interações discursivas	Indicadores de AC
[T399] A14: Eu vou jogar isso daqui porque eu tô muito em dúvida e talvez até assim eu aprenda. As cobras evoluíram a partir de ancestrais com membros.	Levantamento de hipóteses
[T400] A20: Sim, elas evoluíram. Mas perderam as patas ao se adaptarem ao ambiente rasteiro.	Explicação
[T401] A21: É falso, cobra não tem pata.	Organização de informações
[T402] A14: Eu acho que é falso.	Levantamento de hipóteses
[T403] A20: Verdade.	Justificativa
[T404] A14: Elas perderam as patas?	Organização de informações
[T405] A20: é, é.	Teste de hipóteses
[T406] A14: Elas tinha perna?	Organização de informações
[T407] A20: É, era igual a lagartixa.	Teste de hipóteses
[T408] A21: Ah, é?	Explicação
[T409] A14: É?	Teste de hipóteses
[T410] A20: É, pesquisa aí. Falando sério aí.	Organização de informações
[T411] A15: To boba, eu pesquiso mesmo.	
[T412] A15: Não sabia não, aí para mim eu elas já nasciam sem.	
[T413] A14: Eu ia falar que era verdade, né, mas (inaudível)	
[T414] A15: Eu também.	Levantamento de hipóteses
[T415] A21: Não, eu também.	
[T416] A20: Até a Bíblia fala.	Justificativa
[T417] A21: Se a cobra já é rápida, sem as pernas, imagina com as perna.	Levantamento de hipóteses
[T418] A15: Por isso que a (A21) tem...	—
[T419] A14: Ela não evoluiu ainda [riso].	
[T420] A20: Compra três.	
[T421] A21: não compro mais.	
[T422] A15: Ai, senhor [riso].	

Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.24: apresenta a transcrição de um episódio em que os estudantes discutem a ancestralidade das cobras e as relações entre mudanças ambientais e transformações morfológicas. O conteúdo reúne interações sobre adaptação, sobrevivência, evolução e ausência de patas nas cobras atuais, associadas aos indicadores de AC de organização de informações, levantamento de hipóteses, explicação e raciocínio lógico.

No Episódio 13 (Quadro 5.24), a carta do jogo desloca a discussão para a ancestralidade das cobras e recoloca a evolução como explicação para a perda de membros. O episódio se organiza, sobretudo, por levantamento de hipóteses, pois os estudantes enunciam dúvidas e posições provisórias sobre a proposição da carta ([T399], [T402], [T413]–[T415]). Em seguida, essas posições passam a ser submetidas a teste de hipóteses por meio de perguntas de verificação (“*Elas perderam as patas?*”, [T404]; “*Elas tinha perna?*”, [T406]; “*Ah, é?*”, [T408]; “*É?*”, [T409]).

professora abre a demanda (“*defina vida*”, [T982]) e o grupo reage com cobranças entre pares ([T984], [T989]), o que mantém a definição como fala pública, vinculada à dinâmica do jogo.

A resposta inicial de A17 assume um sentido cotidiano de “vida” ([T985]–[T987]). Em [T987], o próprio estudante explicita a ambiguidade do termo (“*vida que a Sra quer ou vida de ser vivo?*”), e a professora delimita o referente (“*vida de ser vivo*”, [T988]). Esse ajuste torna a tarefa operável e, em seguida, a pergunta [T990] (“*o que tem que ser ou fazer...*”) reposiciona a definição como critério. Esse encadeamento é compatível com práticas docentes de manter o foco no objetivo conceitual sem antecipar a resposta (Sasseron, 2018).

A17 então formula um critério e o reorganiza com base em um contraexemplo já trabalhado: “*tem que respirar... eu achei que tinha que ter coração, mas... a bactéria não tem coração*” ([T991]). Esse turno articula a organização de informações (delimitar o que conta como critério) e a justificativa (apoiar a revisão do critério em uma referência mobilizada no percurso) (Sasseron; Carvalho, 2008).

O episódio também registra limites de participação. A19 pergunta pela diferença entre “vivo” e “não vivo” ([T992]), mas recua e atribui o recuo à vergonha ([T994], [T996]). Esse trecho sugere que a produção pública de definições e justificativas depende não só do repertório em jogo, mas também de condições afetivo-sociais de fala em grupo, em diálogo com a ênfase da NE na dimensão emocional como moduladora do engajamento (Amaral; Guerra, 2022).

5.5.3 Bloco 3: Sistematização final

Antes do término das partidas, o jogo foi interrompido para uma sistematização coletiva. O Bloco 3 marca o retorno a uma intervenção docente mais direta, após a dinâmica do jogo. Nesse trecho, as ideias que circularam no Bloco 2 foram retomadas, comparadas e reorganizadas para produzir um fechamento coletivo, com maior explicitação dos critérios usados pelos estudantes para sustentar ou suspender classificações. A síntese retoma conceitos trabalhados ao longo da SEA, como características dos seres vivos, adaptação, seleção natural, evolução e biodiversidade, culminando no debate sistematizado no Quadro 5.26.

Quadro 5.26 – Episódio 15 – Sistematização Final

Interações discursivas	Indicadores de AC
[T997] P: ... O que é vida? Com o jogo agora, a gente viu alguns limites e onde estão os seus limites? O que que define vida depois desse jogo? A gente viu que a vida tem critérios e exceções. Quais critérios definem o ser vivo? [T998] A2: A autossuficiência [T999] P: Mais o quê? Qual característica define o ser vivo? [T1000] A16: Possui célula. [T1001] P: Possui célula. [T1003] A16: Ter homeostase. [T1004] P: Ter homeostase [T1005] A4: Reprodução.	Classificação de informações
[T1006] P: Reprodução. Mais uma característica de ser vivo? [T1007] A20: Característica de ser vivo?	Organização de informações
[T1008] P: Aham. [T1009] A20: Células. [T1010] P: Possui células. [T1011] A11: É, tem que ter um metabolismo. [T1012] P: Tem que ter metabolismo. Uma característica de ser vivo? [T1013] A9: Éh, homeostase. [T1014] P: Homeostase? [T1015] A10: É, morrer. [T1016] P: Morrer. [T1017] A3: Viver. [T1018] P: O que é viver? Uai! E a primeira coisa, é: para ele viver, tem que nascer. Então ele já é um ser vivo? Ah. Nasce. Ah, mas por exemplo uma pedra se eu partir ela em duas ela vai nascer? [T1020] A3: Ter células. [T1021] P: Ter células. Mais o quê? [T1022] A17: Respirar. [T1023] P: Respirar. [T1024] A8: Reproduzir. [T1025] P: Reproduzir? [T1026] A18: Hum, vocês quebraram eu agora. Ah, tô. [T1027] A19: Sei de nada não professora. [T1028] A18: Comer [T1029] P: Alimentar. E uma exceção? Que que a gente estudou aqui que foge a exceção da definição de vida? [T1030] A8: O vírus.	Classificação de informações

continua

Quadro 5.26 – Episódio 15 – Sistematização Final (continuação)

Interações discursivas	Indicadores de AC
[T1031] P: O vírus [T1032] A9: O que? Como é que é a pergunta? Uma exceção de ser vivo. Bactérias.	Levantamento de hipóteses
[T1034] P: Bactéria é uma exceção? [T1035] A17: Não. Ela é um ser vivo.	Justificativa
[T1036] P: É um ser vivo. E uma exceção? [T1037] A17: Cara, nesse jogo aqui, tinha um fogo, né?	Organização de informações
[T1038] P: O fogo. Uma exceção que a gente estudou? [T1039] A2: O vírus?	Classificação de informações
[T1040] P: O vírus [T1041] A2: Uma exceção das características?	Organização de informações
[T1042] P: Que intriga a gente com relação a se a gente define ou não como ser vivo? [T1043] A5: Acho que foram só os Vírus mesmo, [T1044] A16: o fogo também. [T1045] A2: // os cristais [T1046] P: Os vírus, o fogo, os cristais. E aqui nesse grupo, quais foram as exceções que vocês viram? [T1047] A20: Os cristais, os vírus e o fogo.	Classificação de informações
[T1048] A11: Acho que só. [T1049] P: Só, só? Vamos lá. O fogo, ele cresce, responde a estímulo, mas ele é ser vivo? [T1050] All: Não. Não.	Organização de informações
[T1051] P: A inteligência artificial, ela aprende e se adapta, podemos falar que ela é É, vida digital? [T1052] A2: Por enquanto não.	Previsão
[T1053] P: Por enquanto não, isso aí. O vírus, eles possuem material genético, eles evoluem, mas precisam de hospedeiros. Eles estão no limite da vida? [T1054] A2: não. [T1055] A8: não. [T1056] A20: Sim. [T1057] P: Sim. Não. E aí? Eles estão no limite da vida? [T1058] A9: Pergunta o A20, ele que sabe a resposta. [T1059] P: São seres vivos ou não são seres vivos? [T1060] A9: Sim e não. [T1061] P: Sim e não. [T1062] A9: Não são. [T1063] P: Segundo a NASA, vírus é ser vivo? [T1064] A17: Não.	Organização de informações
[T1065] P: Os cristais, eles crescem, mas não evoluem, nem respondem a estímulos. Eles são apenas estruturas simples ou seriam seres vivos? [T1066] All: estruturas	Classificação de informações

continua

Quadro 5.26 – Episódio 15 – Sistematização Final (conclusão)

Interações discursivas	Indicadores de AC
[T1067] P: Os robôs em Marte, se por um acaso a gente descobrisse disse que em Marte existe um robô que se replica e usa recursos do meio-ambiente, eles poderiam ser considerados seres vivos? [T1068] All: não. [T1069] A2: Depende	Organização de informações
[T1070] P: Que que é a vida segundo a NASA? que procura vida extraterrestre: Um ser vivo é uma entidade autossuficiente capaz de manter evolução darwiniana. Se a gente encontrasse um robô em Marte que usasse recursos do ambiente, mantivesse então um sistema autossuficiente, né? Eles poderiam ser considerados seres vivos? [T1071] A9: Não. [T1072] P: Falta nele o quê? [T1073] A9: Vida. [T1074] P: Que tipo de característica para considerar ele como vivo? [T1075] A9: Hã? Respiração.	Classificação de informações
[T1076] P: E agora, o que que você pensa sobre a vida? Vocês em conjunto vão escrever um texto respondendo. Antes dessa sequência de aula, como que vocês definiam a vida? O que que mudou após esse estudo? Dois, a definição da NASA se aplica a vírus, fogo, a cristais ou a inteligência artificial? Por quê? Qual o exemplo mais te desafiou? Use pelo menos uma característica dos seres vivos para justificar. E, por fim, como entender as características da vida, ajuda a preservar a biodiversidade. Use um exemplo que a gente estudou nas aulas. Eu vou dar uma folhinha para vocês e vocês vão construir o texto com juntos aí resolvendo a essas questões. Desse modo, vocês podem fazer essas questões nas folhas 10 minutos para fazer.	—

Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.26: apresenta a transcrição do episódio de sistematização final da Aula 5, no qual a professora conduz uma síntese coletiva sobre critérios utilizados para definir a vida. O conteúdo transcreve um diálogo extenso entre a professora e diversos estudantes (A2, A16, A4, A20, A11, A9, A10, A3, A17, A18 e A19), no qual organizam uma lista final de atributos biológicos e debatem exceções (fogo, cristais, robôs e vírus). As linhas vinculam os turnos de fala às respectivas categorias analíticas da AC, permitindo acompanhar como a definição operacional de vida da NASA é aplicada para validar ou refutar o status biológico das entidades discutidas.

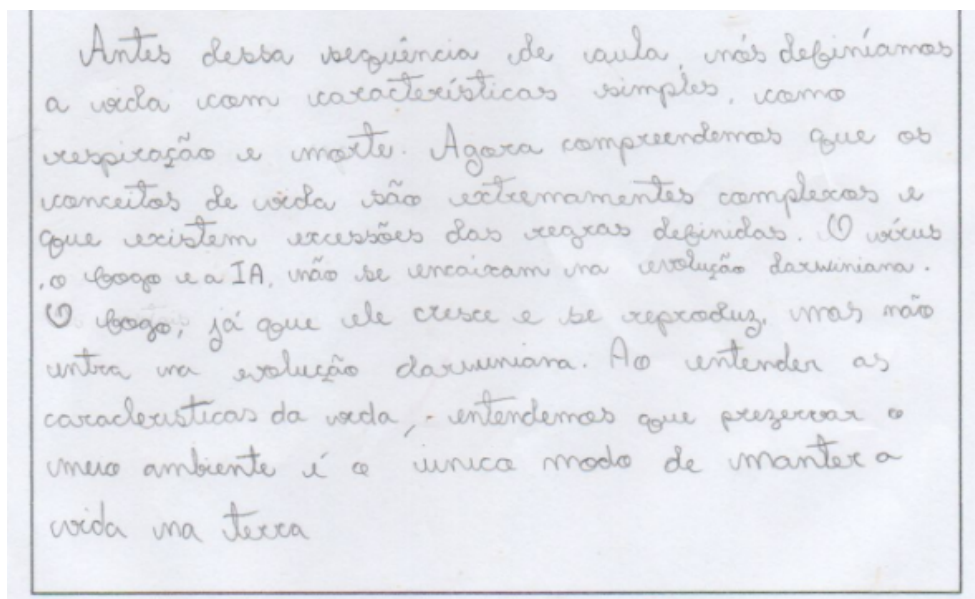
No Bloco 3 da aula, apresentado no Quadro 5.26, observa-se o deslocamento da dinâmica argumentativa entre pares para uma sistematização final conduzida pela professora. Nessa etapa, o indicador de AC mais recorrente é a classificação de informações, pois os estudantes listam critérios para definir “*ser vivo*” e posicionam casos discutidos na SEA — vírus, fogo, cristais, inteligência artificial e robôs — em relação a esses critérios ([T998–T1005], [T1030], [T1047], [T1050], [T1066], [T1068]) (Sasseron; Carvalho, 2008). Também aparecem, com menor frequência, organização de informações, levantamento de hipóteses, justificativa e previsão (por exemplo, [T1007], [T1060], [T1069], [T1035], [T1052]), indicando que alguns casos permanecem como fronteira conceitual no fechamento.

A condução docente organiza-se por perguntas sucessivas (‘*quais critérios...?*’, [T997]; ‘*mais o quê?*’, [T999], [T1021]) e por retomadas que estabilizam a lista de características. Quando surgem respostas pouco discriminantes (‘*morrer*’, [T1015]; ‘*viver*’, [T1017]), a professora tensiona com contraexemplos ([T1018]), recolocando a necessidade de critérios aplicáveis ao problema. Esse padrão aproxima-se de práticas didáticas voltadas a perseguir e expandir o objetivo conceitual durante a interação (Sasseron, 2018).

Ao reintroduzir casos-limite após a listagem — fogo, IA, vírus, cristais e robôs —, a sistematização exige reaplicação de critérios e comparação entre situações, favorecendo a reorganização do repertório em novos contextos, como discutido por NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2005). Nesse movimento, algumas respostas aparecem em forma condicionada (*‘por enquanto não’*, [T1052]; *‘depende’*, [T1069]; *‘sim e não’*, [T1060]), sugerindo que o fechamento não elimina a disputa de critérios, mas explicita seus limites e alcances no recorte adotado (Sasseron; Carvalho, 2011).

Como fechamento da SEA, foi proposta uma atividade escrita em grupo para sintetizar o percurso desenvolvido ao longo das aulas. O diário de aula registra que a escrita ficou concentrada em um ou dois estudantes por grupo, com participação desigual. Esse aspecto evidencia uma tensão entre o desempenho observado nos debates orais e a passagem para o registro escrito de justificativas e explicações. Do ponto de vista do desenho da tarefa, a ausência de papéis definidos pode ter favorecido essa concentração de autoria. Ainda assim, a Figura 5.11 ilustra a atividade de reflexão final, na qual o Grupo 2 registrou parte da síntese conceitual construída ao longo da aula e da SEA, posteriormente transcrita no Quadro 5.27.

Figura 5.11 – Atividade de reflexão final da aula 5.



Fonte: Dados da autora (2025).

Descrição da Figura 5.11: apresenta a produção escrita elaborada por um estudante ao final da SEA, durante a atividade de síntese dos conhecimentos trabalhados nas aulas. O texto registra critérios utilizados para definir a vida, situações-limite como vírus e Inteligência Artificial e relações entre características dos seres vivos e preservação ambiental.

Quadro 5.27 – Transcrição da reflexão final produzida por um estudante

Transcrição

Antes dessa sequência de aulas nós definíamos a vida com características simples, como respiração e morte. Agora compreendemos que os conceitos de vida são extremamente complexos e que existem excessões [sic] das regras definidas. O vírus, o fogo e a IA não se encaixam na evolução darwiniana. O fogo, já que ele cresce e se reproduz, mas não entra na evolução darwiniana. Ao entender as características da vida, entendemos que preservar o nosso ambiente é o único modo de manter a vida na Terra.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Quadro 5.27: apresenta a transcrição da reflexão final produzida por um estudante e reproduzida na Figura 5.11. O conteúdo reúne registros sobre definição de vida, critérios de classificação, situações-limite, como fogo e Inteligência Artificial, e relações entre características dos seres vivos e preservação ambiental.

Na sistematização final, a aula sintetizou o percurso conceitual da SEA, deslocando noções iniciais, como respiração e morte, para critérios científicos de análise da vida e de seus casos-limite. A produção evidencia indicadores de organização e classificação de informações, ao comparar a compreensão inicial sobre a definição de vida com os conhecimentos elaborados durante o decorrer das aulas analisadas. Também se observam justificativa e explicação quando os estudantes utilizam critérios discutidos ao longo das aulas para analisar vírus, fogo e IA. Ao relacionarem essa compreensão à preservação do ambiente, mobilizam ainda previsão e extrapolam os conhecimentos construídos para uma questão socioambiental, aproximando-se da perspectiva de AC como prática voltada à compreensão e à participação em situações socialmente relevantes (Silva; Sasseron, 2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na introdução desta dissertação, situei como objetivo analisar os indicadores de Alfabetização Científica (AC) mobilizados por estudantes do Ensino Médio em uma experiência pedagógica com uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) em Biologia, planejada e implementada com base em princípios da Neurociência Educacional (NE), discutindo os limites e as possibilidades dessa articulação no contexto investigado. Ao longo do percurso, delimito esse objetivo no recorte desta pesquisa e o articulei à pergunta que orientou a investigação: *Quais indicadores de Alfabetização Científica são mobilizados por estudantes do Ensino Médio em uma SEA de Biologia planejada com base em princípios da Neurociência Educacional e orientada pela perspectiva da AC?*

No percurso analisado, a SEA constituiu uma intervenção pedagógica entre princípios da NE e indicadores de AC. A NE orientou escolhas relativas à retomada de conhecimentos, à progressão das tarefas, ao trabalho entre pares, ao tempo de elaboração e ao acompanhamento das discussões; a AC permitiu interpretar os modos como os estudantes organizaram informações, formularam hipóteses, justificaram posições, elaboraram explicações e fizeram previsões.

Nos episódios analisados, a organização da SEA esteve associada à mobilização de indicadores de AC e a mudanças na forma como os estudantes passaram a operar com os conceitos biológicos. Nas retomadas iniciais, predominaram critérios cotidianos, justificativas frágeis e dificuldades diante de casos-limite; nas discussões entre pares, especialmente durante o jogo, ampliaram-se a formulação de hipóteses, a explicitação de razões e a revisão de posições; e, após a sistematização final, as produções escritas sintetizaram esse percurso ao relacionar definição de vida, casos-limite e implicações socioambientais.

Embora esse movimento não tenha ocorrido de forma linear nem uniforme, a análise indica que, no contexto investigado, a AC se constituiu como um processo em elaboração. A SEA fundamentada em princípios da NE favoreceu condições para que nomear critérios, avaliar enunciados, justificar posições e reconhecer limites conceituais se tornassem tarefas compartilhadas entre os estudantes.

Nessa dinâmica, a dimensão emocional não ficou à margem do conteúdo: ela modulou quem fala, como fala, o que se arrisca dizer e as reações corporais nos momentos de maior tensão discursiva. Ao deslocar o erro e a incompletude da falha individual para a revisão pública de critérios, a intervenção docente tornou possível sustentar a dúvida, a discordância e a reformulação como parte do trabalho, condição que permitiu que a emergência dos indicadores de AC se tornasse objeto de análise. Os momentos de descontração, curiosidade e envolvimento observados ao longo da SEA sugerem que a experiência escolar pode ser organizada para além de lógicas centradas exclusivamente no controle, na correção e na avaliação, ampliando as possibilidades de participação dos estudantes nas discussões propostas.

Quanto ao alcance do estudo, a análise permitiu interpretar que determinadas escolhas de planejamento e intervenção docente participaram da criação de condições para a mobilização de

indicadores de AC pelos estudantes. Entre essas escolhas destacam-se a retomada de conhecimentos prévios, a progressão das tarefas, o trabalho entre pares, as situações-problema, o jogo didático e a sistematização coletiva.

Ao longo desse percurso, os estudantes mobilizaram diferentes indicadores de AC ao organizar e classificar informações, levantar hipóteses, formular justificativas, elaborar explicações e realizar previsões sobre os critérios biológicos trabalhados na SEA. Ao mesmo tempo, os resultados dizem respeito a uma turma específica, a um contexto institucional delimitado e a dois recortes analíticos particulares: de um lado, o acompanhamento do processo de implementação da SEA; de outro, a análise de interações verbais ao longo dos encontros. Desdobramentos posteriores poderão ampliar esse escopo para outros temas, níveis de ensino e modalidades de intervenção docente, examinando com maior detalhe os modos pelos quais ações docentes incidem na circulação de critérios e nos processos de revisão conceitual em sala de aula.

Escrever estas considerações finais implica reconhecer o contexto em que essa experiência foi construída. Como professora-pesquisadora na educação pública mineira, acompanho as restrições de tempo, o acúmulo de demandas e a pressão pelo cumprimento de currículos rigidamente definidos. Traduzir referenciais teóricos em práticas cotidianas não é um gesto neutro: envolve escolhas, renúncias e a sensação recorrente de deslocamento diante de uma lógica que tende a reduzir o trabalho docente a entregas rápidas e burocráticas.

Nesse cenário, aprendi que não controlo as condições estruturais, mas posso agir com mais consciência sobre as pequenas decisões que efetivamente me cabem. Reformular perguntas, sustentar o tempo de elaboração, retomar critérios, solicitar justificativas, tensionar argumentos, promover o compartilhamento de ideias e criar situações em que os estudantes elaborem soluções próprias; todos esses são gestos discretos que reorganizam o espaço discursivo da sala de aula e alteram o tipo de participação que se torna possível.

A experiência também reforçou em mim a importância de criar situações em que aprender possa estar associado a emoções positivas. Em uma instituição que, por vezes, ainda é percebida pelos estudantes como um espaço de cobrança, controle e punição, momentos que estimulem curiosidade, envolvimento, surpresa e descontração não constituem elementos periféricos da aprendizagem. Esses momentos integram condições que favorecem a participação, a circulação da palavra e a revisão de ideias durante as discussões.

Ao final, duas falas de estudantes sintetizam o percurso vivido. A primeira: *“Eu vou jogar isso daqui porque eu tô muito em dúvida e talvez até assim eu aprenda”*. Nela, a dúvida aparece como motor de trabalho, e não como falta a ser ocultada. Ela também reposiciona minha atuação: não se trata de ocupar o lugar de quem encerra questões, mas de construir condições para que perguntas sejam formuladas, testadas e retrabalhadas em público. Essa constatação recoloca a docência como uma prática que ensina a perguntar melhor, em condições concretas, com limites reais e com escolhas assumidas.

A segunda fala ilustra o ápice desse processo: *“Eu gostei, porque eu aprendi sem você ensinar”*. Tomo esse relato não como a anulação da figura professoral, mas como a consolidação de um deslocamento epistemológico e metodológico. A frase sugere que o ensino pode se organizar não pela centralização da voz docente, mas pela orquestração de experiências investigativas, em que a adesão dos estudantes se constitui mais por convencimento do que por acatamento. Nessas experiências, os estudantes se reconhecem como participantes da construção de seu próprio aprendizado, fortalecendo sua capacidade de participar, argumentar e tomar posição diante de questões que atravessam a vida coletiva.

Esta pesquisa sinaliza que princípios da NE podem subsidiar decisões didáticas orientadas à mobilização de indicadores de AC. Ao articularem planejamento, condução das interações e sistematização conceitual, tais decisões configuram práticas pedagógicas que favorecem a participação dos estudantes, a circulação de argumentos e a elaboração conceitual no ensino de Biologia.

7 DECLARAÇÃO SOBRE O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

Em atenção à ética em pesquisa e à transparência acadêmica, esta dissertação explicita o uso delimitado de ferramentas de Inteligência Artificial Generativa (IA) ao longo da escrita, da organização do manuscrito e de apoios técnicos ao trabalho. Foram utilizadas, entre outras, ChatGPT, Gemini, Pinpoint, Gamma, NotebookLM, Consensus e DeepSeek. A formulação do problema, a definição dos objetivos, a construção do percurso teórico-metodológico, a produção e a análise dos dados, assim como as decisões argumentativas e redacionais do texto, são de responsabilidade da autora.

A IA foi utilizada como recurso auxiliar, sempre sob comando explícito, acompanhamento, revisão e validação final da autora. Seu uso ocorreu em tarefas como correção ortográfica e gramatical, revisão de coesão, fluidez e concisão, reorganização pontual de frases e parágrafos, padronização terminológica, tradução preliminar de excertos acadêmicos, apoio técnico na formatação e no ajuste de códigos em LaTeX, elaboração de descrições para materiais visuais e apoio na geração de imagens, esquemas e composições gráficas voltadas à apresentação do trabalho e de seus produtos derivados.

Também foi utilizada como apoio exploratório na busca de referencial teórico, sobretudo na sugestão de descritores, palavras-chave, autores e obras possivelmente pertinentes ao objeto investigado. A seleção bibliográfica, contudo, não foi delegada à ferramenta. As referências incorporadas ao trabalho foram localizadas, lidas e validadas pela autora em suas fontes originais.

As sugestões produzidas pela IA não foram incorporadas de modo automático. Cada proposição foi examinada à luz do referencial adotado, do corpus da pesquisa e das escolhas conceituais que orientam esta dissertação. Em razão disso, a ferramenta operou como apoio técnico à escrita e à organização do trabalho, sem substituir a autoria, a interpretação dos dados ou a responsabilidade da autora pela versão final do texto.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. L. N.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: olhando para o futuro da aprendizagem**. Brasília: SESI - Departamento Nacional, 2022. 290 p. ISBN 978-65-89559-04-6.
- BARTOSZECK, A. B. Neurociência na educação. **Revista Neurociências Aplicadas**, Curitiba, v. 1, p. 1–10, jul 2015. Disponível em: https://neuroconecte.com/wp-content/uploads/2023/03/Neurociencias_na_Educacao.pdf.
- BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L.; COCKING, R. R. (Ed.). **How people learn: brain, mind, experience, and school**. Expanded. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Brasília, DF: [s.n.], 2018. Diário Oficial da União, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm.
- BROCKINGTON, G. **Neurociência e educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico**. Tese (Tese de Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2011.
- BROCKINGTON, G. Neurociência e ensino de física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, n. supl. 1, p. e20200430, 2021.
- CARVALHO, A. M. P. d.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CODEA, A. **Neurodidática: fundamentos e princípios**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2019.
- COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- DALTRO, M. R.; FARIA, A. A. d. Relato de experiência: uma narrativa científica na pós-modernidade. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 19, n. 1, p. 223–237, 2019.
- DEHAENE, S. **É assim que aprendemos: por que o cérebro funciona melhor do que qualquer máquina (ainda...)**. São Paulo: Contexto, 2022.
- DEKKER, S. *et al.* Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. **Frontiers in psychology**, v. 3, p. 33784, 2012.
- DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE. Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. **Educational researcher**, v. 32, n. 1, p. 5–8, 2003.
- DUSCHL, R. 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.
- FERRARI, M. What can neuroscience bring to education? **Educational Philosophy and Theory**, v. 43, n. 1, 2011.

FRANCO, M. A. d. R. S. Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 97, n. 247, p. 534–551, sep/dec 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 36. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOUVEIA, T. C. M. P.; PARRA, C. R. Neurociência e didática. **Psicologia o portal dos psicólogos**, 2016.

GRAFFUNDER, K. G.; CAMILLO, C. M.; SEPEL, L. M. N. Fundamentos teóricos das alfabetizações científica, midiática e informacional no ensino de ciências. **Vivências**, v. 21, n. 43, p. 7–24, 2025.

HOWARD-JONES, P. A. Neuroscience and education: myths and messages. **Nature reviews neuroscience**, v. 15, n. 12, p. 817–824, 2014.

IZQUIERDO, I. **Memória**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 1–16, 2017.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences. aims and tools for science education. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515–535, 2004.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P. História e compreensões da alfabetização científica e tecnológica. In: **Alfabetização científica e tecnológica na Educação em Ciências: Fundamentos e Práticas**. [S.l.: s.n.], 2021. v. 1, p. 19–47.

MORA, F. **Neuroeducación**. Madrid: Alianza Editorial, 2013.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283–306, 2002.

MUSSI, R. F. d. F.; FLORES, F. F.; ALMEIDA, C. B. d. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. **Revista Práxis Educacional**, v. 17, n. 48, p. 60–77, 2021.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **How students learn: science in the classroom**. Washington, DC: The National Academies Press, 2005.

PINEL, V. R. A. **O que é vida? Uma Sequência de Ensino e Aprendizagem**. Lavras, MG: PPGECEM/UFLA, 2026. (Coleção Práticas Pedagógicas e Formação Docente). Produto Educacional.

RAMOS, A. S. d. F. Dados recentes da neurociência fundamentam o método "brain-based learning". **Revista Psicopedagogia**, v. 31, n. 96, p. 263–274, 2014.

ROBERTS, D. A. Competing visions of scientific literacy: The influence of a science curriculum policy image. In: LINDER, C. *et al.* (Ed.). **Exploring the landscape of scientific literacy**. New York: Routledge, 2011.

SASSERON, L. H. **Práticas em aula de ciências: o estabelecimento de interações discursivas no ensino por investigação**. Tese (Tese de Livre-Docência) — Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. 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.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SILVA, M. B. E.; 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>.

VALLADARES, L. Scientific literacy and social transformation. **Science & Education**, v. 30, p. 557–587, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>.

ZABALZA, M. A. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ANEXOS

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS-COEP

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Prezado(a) Senhor(a), o(a) estudante sob sua responsabilidade legal, está sendo convidado(a) a participar da pesquisa de forma totalmente voluntária da Universidade Federal de Lavras. Antes de concordar, é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Será garantida, durante todas as fases da pesquisa: sigilo; privacidade; e acesso aos resultados.

I - Título do trabalho experimental: CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA PARA PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Pesquisadores responsáveis: Verônica Rodrigues Ambrósio Pinel e Jefferson Adriano Neves

Cargo/Função: Professora-Pesquisadora e Professor Doutor Orientador, respectivamente.

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Lavras –Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Telefone para contato: (33) 98857-3183

Local da coleta de dados: Escola Estadual Orosimbo Gomes de Moraes

II - OBJETIVOS

Investigar os indicadores de alfabetização científica que emergem de práticas pedagógicas construídas com base nos conhecimentos de neurociência educacional.

III – JUSTIFICATIVA

A alfabetização científica é essencial em uma sociedade dominada pela ciência e tecnologia, capacitando os indivíduos a compreender e avaliar informações complexas e a desenvolver um raciocínio crítico para solucionar desafios contemporâneos. Contudo, muitos estudantes possuem uma compreensão limitada dos conceitos científicos, evidenciando uma lacuna entre o avanço do conhecimento científico e as abordagens educacionais tradicionais, que muitas vezes focam na memorização de fatos. Inovações pedagógicas que incorporam conhecimentos da neurociência educacional têm o potencial de transformar o ensino de ciências em uma experiência mais dinâmica e eficaz. Esta pesquisa busca investigar como a integração de conhecimentos neurocientíficos em práticas pedagógicas pode melhorar a alfabetização científica dos alunos, promovendo uma compreensão profunda dos conceitos científicos, estimulando o pensamento crítico, facilitando a compreensão do método científico e melhorando a comunicação científica. Ao desenvolver e avaliar uma sequência de ensino e aprendizagem (SEA) baseada nesses princípios, esperamos oferecer novas alternativas pedagógicas que possam ser efetivamente aplicadas em sala de aula, contribuindo para o avanço teórico na área e para a melhoria das práticas pedagógicas na educação básica.

IV - PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

Sua participação nesta pesquisa consistirá em autorizar que sua produção na forma escrita e discursiva e interações com os colegas sejam gravadas e/ou áudio-gravada e analisados à luz dos objetivos mencionados para a pesquisa, bem como que trechos dessa produção sejam reproduzidos, se necessário para exemplificação dos resultados encontrados, na Dissertação de Mestrado no âmbito da qual se desenvolve a pesquisa e em outros materiais de divulgação de seus resultados (artigos, participação em eventos etc.), sem identificação de sua autoria.

V - RISCOS ESPERADOS

Os riscos esperados nesta pesquisa são mínimos, mas é importante destacá-los para garantir a transparência e a compreensão total dos participantes. Devido ao procedimento de coleta de dados, que inclui gravações em áudio e vídeo, pode haver a possibilidade de desconforto ou constrangimento para alguns participantes. No entanto, serão adotadas todas as medidas possíveis para minimizar esses sentimentos, sempre respeitando a privacidade e o conforto dos alunos. O sigilo será garantido, assegurando o anonimato dos participantes em todas as fases da pesquisa. A avaliação geral do risco da pesquisa é considerada mínima, e qualquer desconforto será tratado com sensibilidade e respeito.

Campus Universitário da UFLA, Caixa Postal 3037
37200-000 Lavras-MG – Brasil
E-mail coep@nintec.ufla.br

Fone 35 3829 5182
CNPJ: 22.078.679/0001-74
Sítio: http://www.prp.ufla.br/site/?page_id=440



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS-COEP

VI – BENEFÍCIOS

Participar desta pesquisa proporcionará aos alunos oportunidades significativas de aprendizado e desenvolvimento, como a participação em uma sequência de ensino baseada na resolução de problemas, fomentando interações discursivas e o desenvolvimento de práticas epistêmicas e científicas, essenciais para a formação de cidadãos críticos e informados. A abordagem de integrar literatura ao ensino de biologia visa tornar o aprendizado mais envolvente e relevante, estimulando o interesse pelos temas científicos e ambientais, e aumentando a compreensão dos conceitos de maneira profunda e significativa. Além disso, desenvolverá habilidades de leitura crítica e reflexão, fundamentais para o pensamento científico e a tomada de decisões sustentáveis. A pesquisa, relevante para a área de educação, pode impactar futuras situações de ensino na Educação Básica, Superior e na Formação de Professores, promovendo práticas pedagógicas mais eficazes e integradoras.

VII – CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA

A qualquer momento você poderá desistir de participar da pesquisa e retirar seu consentimento na participação da pesquisa e seus dados não serão incluídos na análise.

b. Tanto que a sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador, com o professor ou com a instituição

VIII - CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu _____, responsável pelo menor _____, certifico que, tendo lido as informações acima e suficientemente esclarecido (a) de todos os itens, estou plenamente de acordo com a realização do experimento. Assim, eu autorizo a execução do trabalho de pesquisa exposto acima.

São José do Mantimento, _____ de _____ de 2024.

Nome (legível) / RG

Assinatura

ATENÇÃO! Por sua participação, você: não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira; será ressarcido de despesas que eventualmente ocorrerem; será indenizado em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa; e terá o direito de desistir a qualquer momento, retirando o consentimento sem nenhuma penalidade e sem perder quaisquer benefícios. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da UFLA. Endereço – Campus Universitário da UFLA, Pró-reitoria de pesquisa, COEP, caixa postal 3037. Telefone: 3829-5182.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada com o pesquisador responsável e a outra será fornecida a você.

No caso de qualquer emergência entrar em contato com o pesquisador responsável no Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática. Telefones de contato: (35) 992062413 | (35) 3829-1380;

Campus Universitário da UFLA, Caixa Postal 3037
37200-000 Lavras-MG – Brasil
E-mail coep@nintec.ufla.br

Fone 35 3829 5182
CNPJ: 22.078.679/0001-74
Site: http://www.prp.ufla.br/site/?page_id=440

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Anexo A: apresenta um documento oficial em papel timbrado da Universidade Federal de Lavras (UFLA), com o cabeçalho da Pró-Reitoria de Pesquisa e do Comitê de Ética em Pesquisa (COEP). O texto é intitulado "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE" e está estruturado em oito seções numeradas. O documento identifica o título do projeto sobre contribuições da Neurociência e Alfabetização Científica, nomina os pesquisadores responsáveis e especifica o local da coleta. O conteúdo detalha os objetivos, a justificativa da pesquisa, os procedimentos (incluindo gravações audiovisuais), os riscos mínimos e os benefícios educacionais. Na segunda página, observam-se campos para preenchimento dos dados do responsável legal e do menor, seguidos de campo de assinatura, data, localidade e ano. O termo assegura o sigilo, o anonimato e o direito de desistência voluntária sem penalidades.

ANEXO B – REQUERIMENTO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA NA ESCOLA

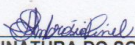
REQUERIMENTO

Solicito ao diretor da Escola Estadual Orosimbo Gomes de Moraes/São José do Mantimento, autorização para utilizar as dependências da escola para coleta de dados com seres humanos.

Os dados serão utilizados no projeto **Contribuições da Neurociência para Práticas Pedagógicas e a Promoção da Alfabetização Científica**, da professora pesquisadora VERÔNICA RODRIGUES AMBRÓSIO PINEL, para conclusão da dissertação, do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática, pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

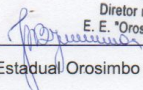
Os voluntários serão estudantes do 3º Ano do Ensino Médio e serão abordados em sala de aula em horários a combinar. Sua participação será voluntária mediante assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os voluntários poderão optar por não participar ou desistir em qualquer momento sem qualquer prejuízo.

São José do Mantimento, 02 de junho de 2024.


 ASSINATURA DO SOLICITANTE
 (Responsável pela pesquisa)

A direção autoriza a utilização das dependências da Escola Estadual Orosimbo Gomes de Moraes para coleta de dados do projeto de pesquisa supracitado.

Jair Machado Baéssa Júnior
 MASP 832480-8
 Diretor nomeado MG 02/01/23
 E. E. "Orosimbo Gomes de Moraes"

Assinatura: 

Diretor da Escola Estadual Orosimbo Gomes de Moraes

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Anexo B: Apresenta um documento oficial de natureza administrativa, impresso em folha de papel branca, intitulado centralizadamente como “REQUERIMENTO”. O texto, datado de 02 de junho de 2024, consiste em uma solicitação formal endereçada ao diretor da escola para a utilização das dependências da instituição na coleta de dados da pesquisa com seres humanos. O conteúdo identifica o título do projeto de mestrado, nomina a professora-pesquisadora e especifica o vínculo com o Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O documento detalha que os voluntários são estudantes do 3º ano do Ensino Médio e ressalta os compromissos éticos, como a assinatura do TCLE e o direito de desistência. No centro da página, observa-se local para a assinatura da solicitante e, na parte inferior, dentro de um quadro delimitado, consta local para a assinatura do deferimento oficial da direção.

ANEXO C – TERMO DE USO DE IMAGEM E VOZ



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS-COEP

TERMO DE CESSÃO DE DIREITO DE USO DE IMAGEM E VOZ

Eu _____, nacionalidade _____, estado civil _____, portador(a) da Cédula de identidade RG nº _____, inscrito no CPF/MF sob nº _____, residente à Av/Rua _____, nº _____, município de _____, responsável pelo/pela menor _____,

RG _____, pelo presente instrumento AUTORIZO a UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, localizado no Trevo Rotatório Professor Edmir Sá Santos, s/n, CEP 37203-202, Lavras/MG, a UTILIZAR E DISPOR DA IMAGEM E/OU VOZ DO MENOR ACIMA IDENTIFICADO, para fins educativos, institucionais e técnicos, em obras sem fins lucrativos e de caráter público.

Declaro estar ciente que esta autorização não transfere à UFLA qualquer ônus ou responsabilidades civis ou criminais decorrentes do conteúdo do material disponibilizado em sítio eletrônico da instituição ou em outras mídias, na íntegra ou em partes.

O presente Termo é firmado em caráter irrevogável, irretratável e por prazo indeterminado, tendo sido outorgado livre, espontânea e gratuitamente, com base na Lei nº 9.610/98, não incorrendo a autorizada em qualquer custo ou ônus, seja a que título for.

Por serem estas informações a expressão da verdade, na melhor forma do Direito e de minha livre e espontânea vontade, subscrevo o presente Termo.

_____, / /
(Local e Data)

Assinatura

Campus Universitário
Caixa Postal 3037
37200-000 Lavras-MG – Brasil

Sítio: http://www.prp.ufla.br/site/?page_id=440
E-mail: coep@nintec.ufla.br
Fone: 35 3829 5182
CNPJ: 22.078.679/0001-74

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Anexo C: apresenta um formulário oficial em papel timbrado da Universidade Federal de Lavras (UFLA), com o cabeçalho da Pró-Reitoria de Pesquisa e do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COEP). O documento é intitulado “TERMO DE CESSÃO DE DIREITO DE USO DE IMAGEM E VOZ” e contém campos em branco para a identificação completa do responsável legal e do estudante menor de idade. O texto declara a autorização para que a universidade utilize a imagem e a voz do participante para fins educativos, institucionais e técnicos em obras sem fins lucrativos. O termo especifica que a cessão é gratuita, baseada na Lei nº 9.610/98, e possui caráter irrevogável e por prazo indeterminado. Na base da folha, observam-se campos para local, data e assinatura, além do rodapé com endereço, e-mail e telefone do programa do curso.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ADEQUAÇÃO DO PLANEJAMENTO BIMESTRAL PARA INSERÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SEA)

 GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS Secretaria de Estado de Educação 		
3º ANO DO ENSINO MÉDIO – BIOLOGIA – 1º BIMESTRE		
Competência Específica 02 - Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.		
EIXO	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES BNCC
Vida, Terra e Cosmos	• Saúde Única. • Sistema Imunológico. • Vírus. • Doenças Infectoparasitárias.	EM13CNT207X - Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar, sabendo identificar informações inverídicas (fake news). EM13CNT310X - Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida no âmbito social, familiar, cultural e econômico. EM13CNT313MG - Analisar as características físico-químicas dos grupos de microrganismos existentes, bem como discutir a importância desses seres para o meio ambiente, indústria e saúde. Identificar aqueles que são causadores de doenças, discutindo métodos de detecção e prevenção e tratamento para as mesmas.
Observação: O planejamento do bimestre está sendo adaptado para integrar, de forma complementar, aulas dedicadas à coleta de dados da pesquisa de mestrado da professora regente, intitulada "Contribuições da Neurociência para as Práticas Pedagógicas e a Promoção da Alfabetização Científica". Essas aulas, planejadas com habilidades específicas e pertinentes ao tema que foi delimitado para a sequência de Ensino e aprendizagem (SEA) planejada para a pesquisa, serão desenvolvidas de modo a enriquecer o currículo da SEE-MG, sem prejuízo ao conteúdo programático previsto. Segue planejamento da SEA planejado para a coleta de dados abaixo:		
Competência Específica 02 - Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.		
EIXO	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES BNCC
Vida e Evolução	• Conceito de vida • Características dos seres vivos • Evolução dos seres vivos • Biodiversidade	(EM13CNT202X) : Examinar manifestações da vida em seus diversos níveis de organização, considerando condições ambientais favoráveis e fatores limitantes (EM13CNT203X) : Avaliar intervenções nos ecossistemas e seus impactos nos seres vivos, utilizando representações e simulações, com ou sem tecnologias digitais (EM13CNT208) : Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana e valorizar a diversidade étnica e cultural
AVALIAÇÃO O processo avaliativo é contínuo, ou seja, procura-se identificar individualmente as dificuldades conceituais e procedimentais, sendo, portanto, um elemento de construção e não de punição ao estudante. A nota de avaliação levará em conta a participação durante as aulas; os trabalhos feitos em grupo ou individualmente; as lições de casa; a organização do caderno; e as avaliações que serão feitas individualmente.		

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Apêndice A: apresenta um documento curricular intitulado “3º ANO DO ENSINO MÉDIO – BIOLOGIA – 1º BIMESTRE”, estruturado em um quadro de três colunas com os cabeçalhos “EIXO”, “OBJETOS DE CONHECIMENTO” e “HABILIDADES BNCC”. O planejamento está dividido em dois blocos principais: o primeiro abrange o eixo “Vida, Terra e Cosmos”, listando conteúdos como Saúde Única, Vírus e Doenças; o segundo foca no eixo “Vida e Evolução”, contemplando os temas centrais da pesquisa, como Conceito de Vida, Evolução e Biodiversidade. Entre os dois blocos, destaca-se um texto informativo em cor contrastante que explicita a adaptação do planejamento para a inserção das aulas da pesquisa de mestrado. Na parte inferior, o documento descreve a metodologia do processo avaliativo como contínuo e processual.

APÊNDICE B – CRONOGRAMA SEMANAL DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO BIMESTRE

Cronograma 2025 1º Bimestre – BIOLOGIA - 3º Ano		
Semana de atividade	Conteúdo a ser ministrado	Conteúdo a ser ministrado
10/02 a 14/02	Acolhida da turma, apresentação da dinâmica do componente curricular, combinados e atividade interativa de retomada de conteúdos de 2024	Competência geral nº 9; Competência específica nº 2
17/02 a 22/02	Saúde Única: conexão entre saúde humana, animal e ambiental; atividades de discussão	EM13CNT207X; EM13CNT310X
24/02 a 28/02	Sistema imunológico: estrutura, função e debate sobre mitos relacionados à imunidade	EM13CNT207X; EM13CNT310X
06/03 a 07/03	SEA – Aula 1: problematização inicial sobre vivo e não vivo	EM13CNT202X
10/03 a 14/03	SEA – Aula 2: características dos seres vivos	EM13CNT202X
17/03 a 21/03	SEA – Aula 3: compreensão da diversidade da vida	EM13CNT203X
24/03 a 28/03	SEA – Aula 4: criação de organismo fictício adaptado ao ambiente	EM13CNT203X; EM13CNT208
31/03 a 04/04	SEA – Aula 5: sistematização dos conceitos de vida, características dos seres vivos, evolução e biodiversidade por meio do jogo UNO adaptado	EM13CNT202X; EM13CNT203X; EM13CNT208
07/04 a 11/04	Vírus: trabalho em grupo sobre vírus e viroses	EM13CNT313MG; EM13CNT207X; EM13CNT310X
14/04 a 17/04	Doenças infecto-parasitárias: trabalho em grupo sobre parasitas humanos e parasitoses	EM13CNT313MG; EM13CNT207X; EM13CNT310X
22/04 a 25/04	Intervenção pedagógica, retomada de habilidades em elaboração no bimestre, recuperação paralela, avaliação e autoavaliação	Habilidades trabalhadas no bimestre

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição do Apêndice B: apresenta um quadro estruturado em três colunas, intitulado “Cronograma 2025 1º Bimestre – BIOLOGIA – 3º Ano”. As colunas identificam a “Semana de atividade”, o “Conteúdo a ser ministrado” e as respectivas habilidades da BNCC e competências mobilizadas. O planejamento abrange o período de 10 de fevereiro a 25 de abril de 2025, detalhando a integração da SEA ao fluxo curricular. As cinco aulas da sequência – Aula 1: Problematização inicial; Aula 2: Características dos seres vivos; Aula 3: Compreensão da diversidade; Aula 4: Criação de organismo fictício; e Aula 5: Sistematização via jogo UNO – aparecem destacadas cronologicamente entre as semanas de 06 de março e 04 de abril, vinculadas às habilidades EM13CNT202X, EM13CNT203X e EM13CNT208.

APÊNDICE C – REGISTROS VISUAIS DAS ESTAÇÕES DA AULA 3

Este apêndice reúne registros visuais das estações exploradas na Aula 3, dedicadas à discussão de camuflagem, isolamento térmico, adaptação de bicos de aves, estratégias de sobrevivência em ambientes áridos e seleção natural associada ao comprimento do pescoço em girafas, bem como atividades realizadas pelos estudantes em cada uma dessas estações.

Figura C.1 – Estação de aprendizagem: camuflagem em diferentes ambientes



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição da Figura C.1: apresenta um registro fotográfico em plano superior, com vista de cima, de uma mesa de trabalho durante a Aula 3. Duas mãos de estudantes aparecem apontando para dois cartazes impressos dispostos lado a lado. O cartaz à esquerda retrata um habitat de solo arenoso em tons de marrom claro, sobre o qual foram colocados pequenos recortes de papel representando animais como lagartos, tucanos e tatus, alguns dos quais se destacam visualmente, enquanto outros se aproximam da cor do fundo. O cartaz à direita exibe um habitat de folhagem verde densa, contendo recortes de animais, como anfíbios e répteis, em tons de verde e marrom, para simular a camuflagem na vegetação. A fotografia documenta a atividade prática de observação e comparação da sobrevivência diferencial em diferentes ambientes.

Figura C.2 – Atividade realizada na estação de camuflagem

1. Qual imagem de animal foi mais eficiente para se camuflar no ambiente escolhido? Por quê?

areia - a lagartixa, porque ela se camufla com mais eficiência no seu ambiente

folha - bicho folha, porque o seu corpo se assemelha com as folhas das plantas

2. Como as adaptações dos camaleões influenciam sua interação com outros organismos, como presas (insetos) e predadores?

Ele se camufla com base no ambiente que ele se encontra, tanto para se proteger, tanto para se alimentar de suas presas

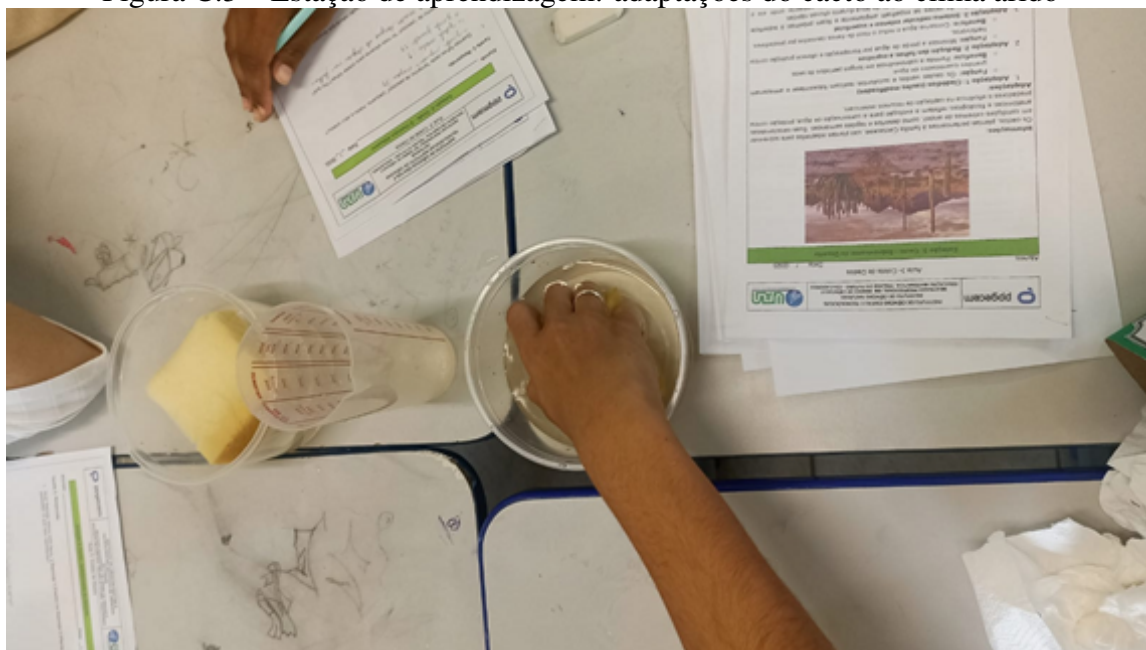
3. Como a destruição de habitats naturais, como florestas tropicais, pode afetar os camaleões e seu ecossistema?

prejudicaria sua capacidade de camuflagem, o que possibilitaria os seus predadores o encontrarem, fazendo com ele entrasse extinção.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição da Figura C.2: apresenta uma folha de atividade impressa, contendo três questões dissertativas com respostas manuscritas a lápis por um estudante. O conteúdo documenta as conclusões da estação de camuflagem da Aula 3. Na primeira resposta, o estudante identifica a lagartixa, no ambiente de areia, e o bicho-folha, no ambiente de folhagem, como os mais eficientes por se assemelharem aos fundos. Na segunda, explica que a camuflagem dos camaleões serve tanto para proteção contra predadores quanto para a captura de presas. Na terceira resposta, o registro indica que a destruição de habitats prejudicaria a camuflagem, facilitando a localização pelos predadores e podendo levar a espécie à extinção.

Figura C.3 – Estação de aprendizagem: adaptações do cacto ao clima árido



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição da Figura C.3: apresenta um registro fotográfico em plano superior, com vista de cima, de uma mesa de trabalho durante a Aula 3 da SEA. Observam-se mãos de estudantes realizando um experimento prático: uma das mãos manipula uma esponja amarela dentro de um recipiente plástico transparente com água. Ao lado, há um copo medidor graduado utilizado para quantificar o volume de água absorvido e retido. Sobre a mesa, estão distribuídas folhas de atividade com o título “Estação 4 – Cacto do Deserto”, que incluem textos informativos e uma pequena fotografia de cactos em seu habitat natural. A imagem documenta a utilização de modelos físicos para simular a capacidade de armazenamento de água como adaptação morfológica e fisiológica ao clima árido.

Figura C.4 – Atividade realizada na estação de adaptações ao frio

1. Quanto tempo cada mão (com óleo e sem óleo) conseguiu permanecer na água gelada?
 1ª mão com óleo 5:00 m
 2ª mão sem óleo 1:49 m

2. A simulação realizada ajudou a proteger a mão do frio? Explique.
 Sim, porque a camada de óleo protege a mão
 ficou por mais

3. Por que essa adaptação é essencial para a sobrevivência da foca-leopardo no ambiente antártico? Justifique.
 Sim, pois mantém a temperatura do corpo estável, permitindo
 ficar por longo período na água gelada

4. O que pode acontecer com a espécie se houver uma redução significativa no gelo marinho ou na disponibilidade de suas presas?
 Levar a extinção

5. Como essa adaptação contribui para a biodiversidade da espécie e do ecossistema?
 Contribui para a sobrevivência da
 espécie no gelo

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição da Figura C.4: apresenta uma folha de atividade impressa com o título “Atividade realizada na estação de adaptações ao frio”, contendo cinco questões respondidas manualmente a lápis por um estudante. Na primeira resposta, constam os dados quantitativos do experimento sensorial: a mão protegida com óleo permaneceu na água gelada por 5 minutos, enquanto a mão sem proteção suportou apenas 1 minuto e 49 segundos. As respostas seguintes justificam que a camada de óleo, simulando a gordura, protege contra o frio e mantém a temperatura estável, sendo relacionada à sobrevivência da foca-leopardo em ambientes antárticos. O registro termina com uma previsão sobre o impacto ambiental, indicando que a redução do gelo ou das presas poderia levar a espécie à extinção.

Figura C.5 – Estação de aprendizagem: adaptação dos tipos de bicos de aves à disponibilidade de alimento



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição da Figura C.5: apresenta um registro fotográfico em plano superior, com vista de cima, de uma mesa de trabalho durante a Aula 3 da SÉA. No centro, observa-se uma bandeja plástica branca preenchida com uma mistura de sementes e grãos de diferentes tamanhos, como milho, girassol e alpiste. Diversos estudantes aparecem ao redor da bandeja manipulando ferramentas manuais, como pinças de precisão, pegadores de gelo e pinças maiores, que simulam diferentes morfologias de bicos de aves. Sobre a mesa, estão distribuídos copos plásticos vermelhos utilizados para a coleta das sementes, fichas de instrução com ilustrações de aves e uma placa de identificação escrita “Estação Vermelho”. A fotografia documenta o experimento prático de seleção natural e adaptação trófica.

Figura C.6 – Atividade realizada na estação de adaptações dos bicos das aves

1. Qual ferramenta (bico simulado) foi mais eficiente para cada tipo de alimento? Por quê?

1. Os alimentos maiores e médios 5. Os alimentos pequenos
2. Os alimentos médios 6. Os alimentos médios e duros
3. Os alimentos médios e pequenos 7. O alimento líquido
4. Os alimentos médios

2. Como essa eficiência se relaciona com a adaptação das aves na natureza? Dê exemplos de aves reais que possuem bicos semelhantes às ferramentas utilizadas.

*Determinando a região que cada ave sobrevive melhor.
O tucano e a galinha*

3. Como essa adaptação contribui para a biodiversidade da espécie e do ecossistema? Justifique.

Mostrando quais aves vivem melhor em cada ambiente, por causa da disponibilidade de alimentos

4. O que poderia acontecer com essas aves, com adaptações tão específicas, se o tipo de alimento que elas consomem se tornar escasso ou desaparecer?

Elas podem morrer ou migrar para outra região para conseguir se alimentar.

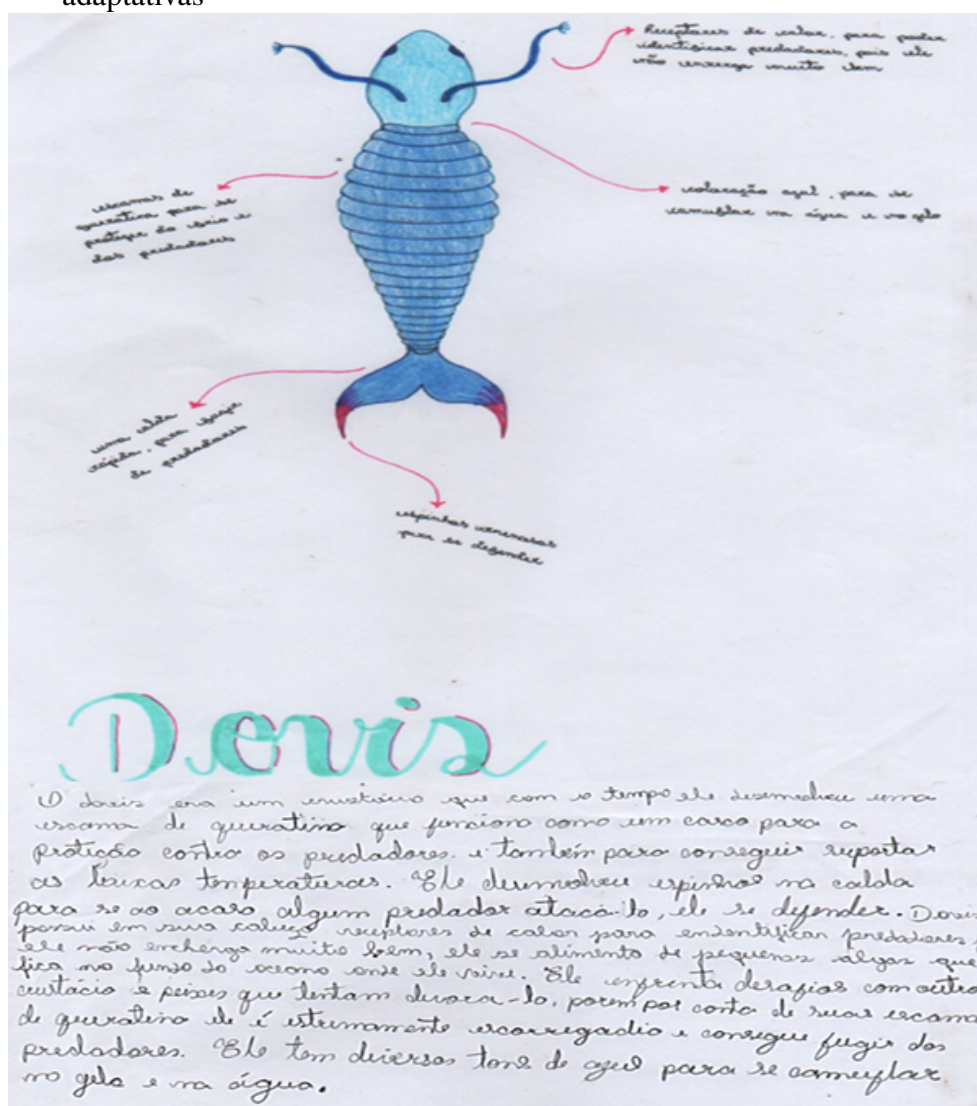
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição da Figura C.6: apresenta uma folha de atividade impressa com o título “Atividade realizada na estação de adaptações dos bicos das aves”, contendo quatro questões dissertativas respondidas manualmente a lápis por um estudante. Na primeira resposta, o estudante correlaciona o desempenho das ferramentas utilizadas na simulação com o tamanho dos alimentos, classificados como grandes, médios, pequenos e líquidos. Na segunda, justifica que essa eficiência determina em qual região cada ave sobrevive melhor, citando o tucano e a galinha como exemplos de bicos adaptados. A terceira resposta explica que a adaptação contribui para a biodiversidade ao permitir que diferentes espécies ocupem nichos associados à disponibilidade de alimento. O registro finaliza com uma previsão, indicando que aves com adaptações muito específicas podem morrer ou precisar migrar caso seu recurso alimentar desapareça.

APÊNDICE D – PRODUÇÕES GRÁFICAS E TEXTUAIS DOS GRUPOS NA AULA 4

Produções gráficas e textuais elaboradas pelos grupos durante a Aula 4, na atividade de criação de organismos fictícios adaptados a diferentes cenários ambientais inspirados em processos de extinção em massa. O material complementa a análise apresentada no corpo do texto e documenta a diversidade de soluções produzidas pelos estudantes.

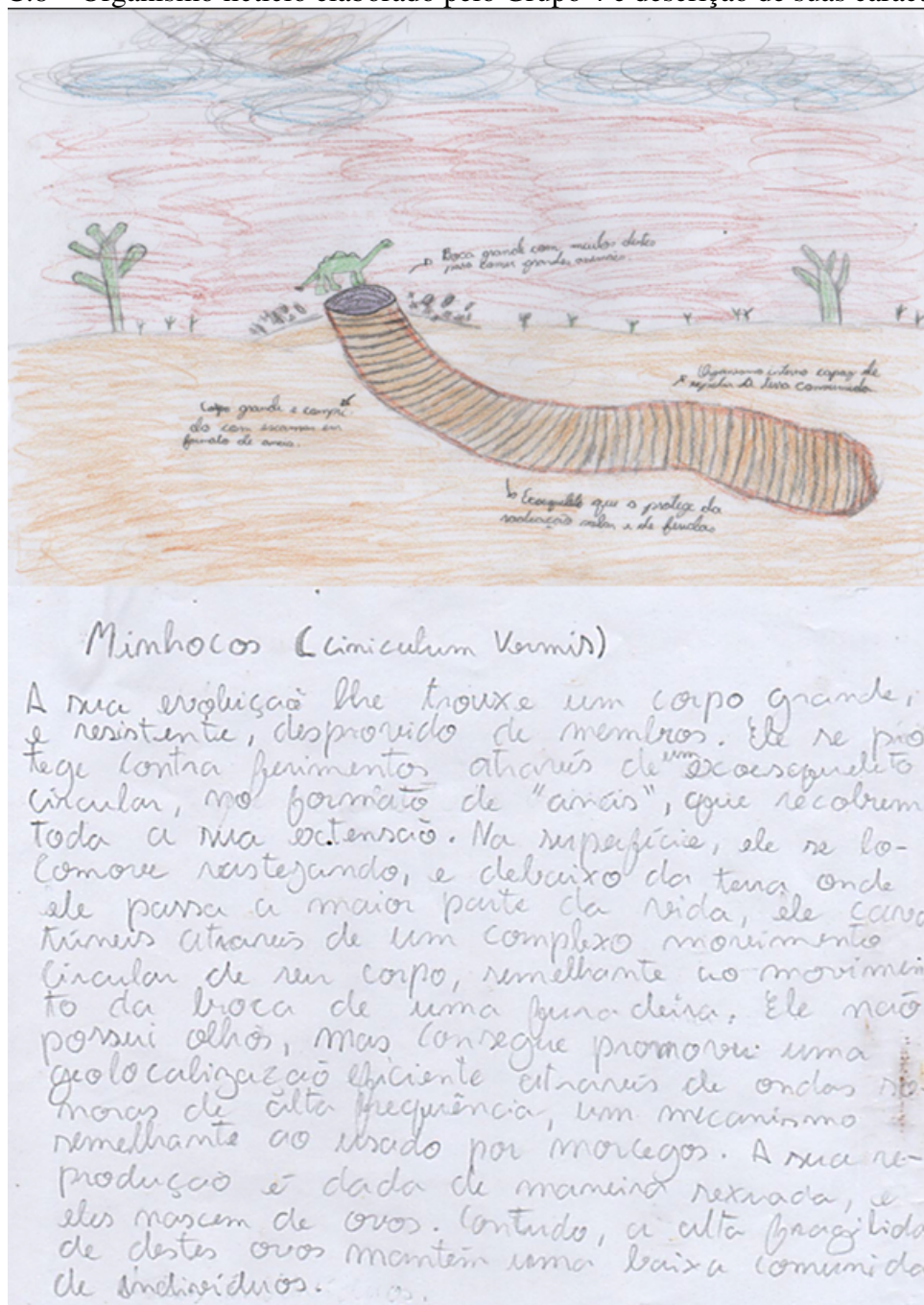
Figura C.7 – Organismo fictício elaborado pelo Grupo 1 e descrição de suas características adaptativas



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição da Figura C.7: Apresenta a produção gráfica e escrita do organismo fictício intitulado "Dovis", elaborado pelo Grupo 1. Na parte superior, observa-se o desenho manual de uma criatura azul com corpo segmentado, assemelhando-se a um crustáceo. Cinco setas indicativas detalham suas adaptações: no topo, receptores de calor para identificar predadores diante da baixa acuidade visual; no corpo, escamas de queratina relacionadas à proteção térmica e mecânica, além da coloração azul associada à camuflagem no gelo e na água; na base, uma cauda hidrodinâmica para deslocamento e espinhos venenosos utilizados como mecanismo de defesa. Na metade inferior, um texto manuscrito descreve a história evolutiva do organismo, explicando como a seleção natural favoreceu o desenvolvimento do casco de queratina e dos sensores térmicos, possibilitando sua sobrevivência no fundo do oceano, onde se alimenta de pequenas algas.

Figura C.8 – Organismo fictício elaborado pelo Grupo 4 e descrição de suas características



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Descrição da Figura C.8: apresenta a produção gráfica e escrita do organismo fictício intitulado “Minhocos (Ciniculum Vermis)”, elaborado pelo Grupo 4 para um ambiente desértico e vulcânico. Na metade superior, observa-se o desenho colorido de uma criatura alongada e segmentada, assemelhando-se a um anelídeo gigante, disposta sobre um solo arenoso com cactos ao fundo. Quatro setas indicativas detalham suas adaptações: boca grande com múltiplos dentes para consumo de grandes animais; escamas circulares em formato de anéis; exoesqueleto para proteção contra radiação solar; e organismo interno capaz de resistir à ingestão de lava. Na metade inferior, o texto manuscrito descreve o corpo desprovido de membros, a locomoção por escavação circular, comparada ao movimento de uma furadeira, e a geocalização por ondas sonoras de alta frequência, semelhante à dos morcegos, para compensar a ausência de olhos. O registro finaliza detalhando a reprodução sexuada e a fragilidade dos ovos como fator limitante da população.