



UNIVERSIDADE FEDERAL TECNOLÓGICA DO PARANÁ

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas,
Sociais e da Natureza

Multicampi Cornélio Procópio e Londrina

Pollyanna Ferreira de Moura

**POTENCIALIDADES DOS REGISTROS SEMIÓTICOS NA EDUCAÇÃO
INFANTIL: EXPLORANDO OS MICRORGANISMOS PARA A
PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

**LONDRINA
2025**

POLLYANNA FERREIRA DE MOURA

**POTENCIALIDADES DOS REGISTROS SEMIÓTICOS NA EDUCAÇÃO
INFANTIL: EXPLORANDO OS MICRORGANISMOS PARA A
PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

**Potential of semiotic records in early childhood education: exploring
microorganisms to promote scientific literacy**

Dissertação de Mestrado Profissional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza – Multicampi Cornélio Procopio e Londrina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza.

Área de Concentração: Ensino, Ciências e Novas Tecnologias.

Linha de Pesquisa: Inovações Disruptivas no Ensino e Aprendizagem.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio de Camargo Filho.

**LONDRINA
2025**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



TERMO DE APROVAÇÃO

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina



POLLYANNA FERREIRA DE MOURA

**EXPLORANDO O MUNDO INVISÍVEL DOS MICRORGANISMOS: REGISTROS SEMIÓTICOS
RUMO A UMA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO INFANTIL**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências Humanas, Sociais E Da Natureza da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Ciências E Novas Tecnologias.

Data de aprovação: 16 de Dezembro de 2024

Dr. Paulo Sergio De Camargo Filho, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Eduardo Lemes Monteiro, Doutorado - Faculdade de Apucarana (Fap)

Dra. Jaiana Richardo, Doutorado - Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 16/12/2024.

Dedico esta conquista à Pollyanna que sou hoje, fruto da resiliência e do aprendizado contínuo. Agradeço a todos que me inspiraram e acreditaram em mim nessa jornada, em especial aos amores da minha vida, que foram meu porto seguro e minha maior fonte de motivação.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Selma e Juarez e ao meu irmão Neto, meus maiores críticos e incentivadores, cuja cobrança, embora às vezes desafiadora, sempre me impulsionou a buscar a excelência. A vocês, devo tudo o que sou hoje. Obrigada por acreditarem em mim.

Aos meus avós, Zina e Graça, por suas palavras de apoio e incentivo sempre ditas com um carinho especial, e aos meus avôs, Zé e Juca, por terem construído uma infância repleta de alegrias e me ensinado o valor do trabalho. A vocês, dedico esta conquista, fruto de tanto amor e aprendizado. A infância que vivi ao lado de vocês foi fundamental para me tornar a mulher que sou hoje.

À tia Leth, minha confidente e companheira. Obrigada por todos os conselhos, por estar sempre ao meu lado, e por celebrar cada uma das minhas conquistas.

Agradeço imensamente ao meu companheiro, Paulo Francisco. Seus “e aí, amor, como está o mestrado?” diários me motivavam a seguir em frente. Sua disposição em me ajudar com os diversos afazeres, foi essencial para que eu pudesse me dedicar aos estudos. Em cada momento, você demonstrou cuidado, paciência e um amor que me fortaleceu. Obrigada por ser meu maior incentivador. Essa conquista também é fruto do nosso amor e parceria.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Sérgio de Camargo Filho a quem devo uma eterna gratidão por todo seu empenho, parceria e dedicação com esse trabalho. Obrigada pela paciência, sabedoria e todo o carinho a frente desse projeto e na minha condução como pesquisadora. O senhor é um exemplo a ser seguido.

Agradeço imensamente a todos os integrantes do grupo de pesquisa STEM. As discussões, as trocas de conhecimento e as oportunidades de aprendizado proporcionadas por este grupo foram fundamentais para o meu desenvolvimento como pesquisadora. Com vocês, ampliei significativamente meu campo de conhecimento e desenvolvi habilidades essenciais para a carreira científica.

Um agradecimento especial à Janaína, minha parceira nessa jornada. Sua amizade foi um dos maiores presentes que recebi. Obrigada por tudo, Jana.

Não poderia esquecer a minha gatinha Eva, que está presente em minha jornada acadêmica desde o primeiro ano de graduação, Evinha essa conquista é nossa.

Quando ensinamos, convidamos os alunos para a beleza de nossos mundos, "a abraçar o que achamos tão atraentes"; entender a promessa, mistério e a intriga associados a um assunto que tem ocupado nossos corações e mentes por tanto tempo (Liston; Garrison, 2004).

MOURA, Pollyanna. **Potential of semiotic records in early childhood education: exploring microorganisms to promote scientific literacy.** 2025. 125p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná” – Multicampi Cornélio Procopio e Londrina, Cornélio Procopio/PR, 2025.

RESUMO

O ensino de Ciências na Educação Infantil é abordado de forma implícita nos Campos de Experiência da BNCC, sem incluir um componente específico para a área. Esta pesquisa investigou como o ensino por investigação pode promover a alfabetização científica e desenvolver habilidades científicas em crianças de cinco anos, utilizando o tema dos microrganismos. De caráter qualitativo e longitudinal, a pesquisa coletou dados em três momentos: pré-teste, pós-teste e teste de retenção. Foram analisados indicadores de alfabetização científica, registros semióticos e falas das crianças durante atividades investigativas. Os resultados demonstraram avanços no entendimento conceitual sobre microrganismos e no desenvolvimento de habilidades científicas, como observação e explicação, comprovando a eficácia do ensino por investigação na Educação Infantil.

Palavras-chave: Alfabetização Científica, Ensino Infantil, Ensino por Investigação, Habilidades Científica.

MOURA, Pollyanna. **Explorando o mundo invisível dos microrganismos: registros semióticos rumo a uma alfabetização científica na educação infantil**. 2025. f. Masters Dissertation (Professional Master's in Teaching Human, Social and Natural Sciences) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná” – Multicampi Cornélio Procópio e Londrina, Cornélio Procópio/PR, 2025.

ABSTRACT

Science teaching in Early Childhood Education is implicitly addressed in the BNCC Fields of Experience, without including a specific component for the area. This research investigated how inquiry-based teaching can promote scientific literacy and develop scientific skills in five-year-old children, using the theme of microorganisms. Of a qualitative and longitudinal nature, the research collected data in three moments: pre-test, post-test and retention test. Scientific literacy indicators, semiotic records and children's speeches during investigative activities were applied. The results advanced the conceptual understanding of microorganisms and the development of scientific skills, such as observation and explanation, proving the effectiveness of inquiry-based teaching in Early Childhood Education.

Keywords: Scientific Literacy, Early Childhood Education, Inquiry Teaching, Scientific Skills.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dez lupas de tamanhos diferentes dispostas sobre a mesa.

Figura 2: Estudantes investigam diferentes superfícies usando lupas para encontrar e observar microrganismos.

Figura 3: Alunos assistindo ao vídeo sobre microrganismos.

Figura 4: Basidiocarpos encontrados no jardim do colégio sendo observados utilizando lupa.

Figura 5: Preparação dos meios de cultura para crescimento de bactérias.

Figura 6: Processo de montagem dos meios de cultura.

Figuras 7 e 8: Coleta e análise de amostras paracultivo bacteriano.

Figura 9: Alunos analisando placa de Petri.

Figura 10: Comparação de amostras bacterianas.

Figura 11: Estudantes utilizando microscópio para identificar tipos de bactérias.

Figura 13: Estudante usando Chromebook no Tinkercad.

Figura 14: Representações artísticas relacionadas aos microrganismos.

Figuras 15 a 27: Representações semióticas durante avaliações diagnósticas.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Níveis de liberdade entre professor e aluno.

Quadro 2: Etapas do Ensino por Investigação.

Quadro 3: Habilidades e interesses em ciências por faixa etária.

Quadro 4: Critérios de alfabetização científica.

Quadro 5: Indicadores de alfabetização científica para a Educação Infantil.

Quadro 6: Cronograma das atividades.

Quadro 7: Etapas e aulas transcritas.

Quadro 8: Descrição dos indicadores de alfabetização científica.

Quadro 9 a 16: Análises e indicadores em etapas de investigação e pós-investigação.

Quadro 17: Critérios científicos e concepções alternativas.

Quadro 18: Categorias de compreensão conceitual de microrganismos.

Quadro 19: Evolução entre categorias de compreensão conceitual.

Quadro 20: Indicadores de alfabetização científica atualizados.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolução entre as categorias de compreensão científica das avaliações (AD1, AD2 e AD3) do aluno 1.

Gráfico 2: Evolução entre as categorias de compreensão científica das avaliações (AD1, AD2 e AD3) do aluno 2.

Gráfico 3: Evolução entre as categorias de compreensão científica das avaliações (AD1, AD2 e AD3) do aluno 3.

Gráfico 4: Evolução entre as categorias de compreensão científica das avaliações (AD1, AD2 e AD3) do aluno 4.

Gráfico 5: Evolução entre as categorias de compreensão científica das avaliações (AD1, AD2 e AD3) do aluno 5.

Gráfico 6: Evolução Conceitual dos Alunos nas Avaliações Diagnósticas

LISTA DE SIGLAS

AC: Alfabetização Científica

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

CF: Constituição Federal

DCNEI: Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil

EYFS: Early Years Foundation Stage

EYLF: Early Years Learning Framework

LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC: Ministério da Educação

OPAS: Organização Pan-Americana da Saúde

PRONATEC: Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.2. Justificativa	17
1.3. Objetivos da pesquisa	18
1.3.1. Objetivo Geral.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos	17
1.4. Estrutura do trabalho	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1. O Ensino por Investigação.....	19
2.1.2. Papel do professor nas atividades investigativas	20
2.1.3. Etapas do Ensino por investigação.....	22
2.2 Definição e Conceitos de Alfabetização Científica.....	23
2.2.1 Habilidades Científicas.....	25
2.2.2 Indicadores de Alfabetização Científica	28
2.3. Ensino Infantil	30
2.4. Ensino acerca dos Microrganismos	34
2.4.1 Microrganismos presentes na pesquisa.....	34
2.4.2 A Importância Fundamental de Crianças Aprenderem sobre Microrganismos	36
2.4. Representações de Aprendizagem.....	37
3. CAMINHOS METODOLÓGICOS.....	39
3.1. Um levantamento referente à viabilidade e ao ineditismo da pesquisa	40
3.2. Natureza da pesquisa.....	41
3.3. O universo da pesquisa.....	42
3.4 Uma visão geral dos sujeitos da pesquisa.....	42
3.5. Tratamento de Dados.....	53
3.6. Metodologia de análise dos dados.....	54

3.6.1 Indicadores de AC.....	54
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	56
4.1. Estrutura de análise dos dados.....	56
4.2. Análise dos dados	56
4.2.1 Análise das falas: Indicadores de AC.....	56
4.2.1 Registros Semióticos	77
5.0 CONCEPÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL: O MUNDO INVISÍVEL DOS MICRORGANISMOS	108
6. Adversidades no desenvolvimento desta pesquisa	110
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
REFERÊNCIAS	113

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, as crianças foram frequentemente consideradas receptoras passivas do conhecimento. Contudo, estudos atuais demonstram que elas são, na verdade, sujeitos ativos na construção do saber, sendo capazes de participar ativamente em processos investigativos e aprendizado (Silva, 2016). A curiosidade natural das crianças, especialmente em relação aos fenômenos da natureza, constitui um ponto de partida privilegiado para a alfabetização científica, uma competência essencial para o desenvolvimento de habilidades investigativas e de pensamento crítico desde os primeiros anos de vida (Howitt; Lewis; Upson, 2011)

Essa curiosidade, quando estimulada por práticas pedagógicas adequadas, pode ser canalizada para o desenvolvimento de habilidades científicas e investigativas. O ensino de ciências é definido como um processo que vai além da mera transmissão de informações, promovendo a compreensão de conceitos científicos e o desenvolvimento de habilidades críticas, investigativas e argumentativas (Bybee, 1997). Esse ensino busca estimular a curiosidade inata das crianças, transformando-a em um aprendizado estruturado e significativo que contribua para sua formação como cidadãos críticos e conscientes (Sasseron; Carvalho, 2011).

No contexto brasileiro, o Referencial Curricular do Paraná enfatiza a importância de criar condições para que as crianças aprendam em situações nas quais possam desempenhar um papel ativo em ambientes que as convidem a vivenciar desafios e a sentirem-se provocadas a resolvê-los, nas quais possam construir significados sobre si, os outros e o mundo social e natural (Brasil, 2017). No campo de experiências “ESPAÇOS, TEMPOS, QUANTIDADES, RELAÇÕES E TRANSFORMAÇÕES” da BNCC, relacionado a crianças pequenas (4 anos 5 anos e 11 meses), no qual se refere aos participantes da atual pesquisa, selecionou-se alguns objetivos de aprendizagem e desenvolvimento no qual está intimamente ligado ao desenvolvimento de habilidades científicas:

“(EI03ET02) Observar e descrever mudanças em diferentes materiais, resultantes de ações sobre eles, em experimentos envolvendo fenômenos naturais e artificiais (EI03ET03) Identificar e selecionar fontes de informações, para responder a questões sobre a natureza, seus fenômenos, sua conservação. (EI03ET04) Registrar observações, manipulações e medidas, usando múltiplas linguagens (desenho, registro por números ou escrita espontânea), em diferentes suportes”. (Brasil, 2018).

Apesar dos esforços da BNCC em aprimorar o sistema educacional brasileiro, é evidente que muitos professores da Educação Infantil enfrentam dificuldades para implementar metodologias que efetivamente contribuam para alcançar os objetivos educacionais propostos. A BNCC assegura, desde a Educação Infantil, o direito dos alunos ao acesso a esses conhecimentos. Para que o Ensino de Ciências seja desenvolvido de forma eficaz nas escolas, é essencial que os docentes possuam competências e habilidades específicas, como a capacidade de integrar teoria e prática no contexto escolar (Oliveira; Silva, 2024).

No Brasil, a formação dos professores que atuam na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental é regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que, em seu artigo 62, estabelece que essa formação deve ser realizada em cursos de Pedagogia ou no curso normal de nível médio, sendo preferível a formação em licenciatura plena. Contudo, tais formações, em geral, não incluem uma preparação específica em Ciências, o que pode dificultar a implementação de práticas pedagógicas voltadas para o ensino científico nessa etapa educacional (Brasil, 1996, atualizado pela Lei nº 13.415, de 2017).

Essa limitação contrasta com currículos internacionais, como o Early Years Foundation Stage (EYFS) do Reino Unido (Great Britain. Department for Education, 2021) e o Early Years Learning Framework (EYLF) da Austrália (Australia. Department of Education, Skills and Employment, 2009), que incluem explicitamente o Ensino de Ciências desde a Educação Infantil. Nesses contextos, os professores possuem formação específica para desenvolver habilidades científicas nas crianças, o que assegura uma abordagem estruturada e fundamentada para o aprendizado científico desde os primeiros anos.

Diante das limitações na formação dos professores da Educação Infantil em Ciências, a metodologia de ensino por investigação surge como uma abordagem capaz de promover a alfabetização científica. A metodologia de ensino por investigação está interligada em fundamentos de teorias educacionais progressivas, enfatizando a importância da experiência direta na aprendizagem (Johnstone, 1983), em particular, defende que a Educação deve ser ligada à experiência vivencial, o que é essencial no ensino por investigação, permitindo que os alunos se engajem ativamente na formulação de hipóteses, experimentação e reflexão crítica (Dewey, 1938). (Zômpero; Laburú, 2011) reforçam que o ensino por investigação é crucial para aprofundar o engajamento dos alunos e enriquecer suas experiências de aprendizagem. Carvalho, juntamente com Sasseron (2011) ressaltam a importância da alfabetização científica desde os primeiros anos de escolaridade, pois ela fornece ferramentas para que as crianças possam entender e interagir de maneira crítica com o mundo ao seu redor, enfatizando

que a metodologia de ensino por investigação incentiva a curiosidade natural das crianças e promove um aprendizado ativo e significativo.

A literatura atual evidencia a necessidade de metodologias que promovam não apenas o aprendizado de conteúdos científicos, mas também o desenvolvimento de habilidades críticas e investigativas. Metodologias como o ensino por investigação são consideradas ferramentas poderosas para promover uma compreensão científica mais profunda, especialmente quando estão contextualizadas e alinhadas com os interesses e a realidade dos alunos (Sasseron; Carvalho, 2008; Krogh; Morehouse, 2020). Embora autores como Harlen (2015) e Bybee (2015) discutam as potencialidades do ensino por investigação na Educação Infantil, ambos reconhecem que essa metodologia ainda enfrenta barreiras específicas nesse nível de ensino em comparação com o fundamental e o médio. Harlen (2015) enfatiza a relevância do ensino por investigação desde os primeiros anos escolares, mas aponta dificuldades, como a adaptação de recursos e metodologias para a Educação Infantil. De forma semelhante, Bybee (2014) observa que, apesar dos benefícios amplamente reconhecidos do ensino por investigação, a implementação na Educação Infantil é limitada pela carência de formação especializada e materiais adequados para essa faixa etária.

Contudo, as barreiras para implementar o desenvolvimento de habilidades científicas na Educação Infantil não se limitam à formação docente, mas também incluem a ausência de instrumentos analíticos específicos para avaliar o desenvolvimento de habilidades investigativas nessa faixa etária. Esses desafios reforçam a necessidade de ferramentas pedagógicas e metodológicas que ofereçam suporte tanto para a prática quanto para a avaliação do aprendizado científico em crianças pequenas. Nesse contexto, a utilização do “Caminhos de Compreensão Conceitual” proposto por Adadan et al. (2010), conforme citado por Silva (2016). Camargo Filho (2014), revela-se uma contribuição significativa. Essa ferramenta permite mapear as progressões dos estudantes ao longo do processo de aprendizagem, identificando pontos fortes e dificuldades, oferecendo, assim, insights valiosos para a adaptação das práticas pedagógicas em sala de aula.

Com base nessas lacunas, a presente pesquisa busca responder às seguintes questões: i) como o ensino por investigação pode promover a alfabetização científica em crianças da Educação Infantil; ii) como ocorre a evolução conceitual sobre microrganismos em crianças da Educação Infantil, por meio de um ensino por investigação. Essas perguntas surgem da necessidade de entender melhor como práticas investigativas podem ser implementadas efetivamente desde os primeiros anos de vida escolar, proporcionando uma formação científica mais robusta e integrada ao desenvolvimento cognitivo infantil.

O objetivo desta pesquisa, portanto, é analisar a efetividade do ensino por investigação na promoção da alfabetização científica em crianças de cinco anos da Educação Infantil. Especificamente, a pesquisa visa avaliar a evolução conceitual e o desenvolvimento de habilidades científicas dos alunos ao longo de diferentes fases de um processo de ensino estruturado por investigação, contribuindo para o desenvolvimento de práticas educacionais mais adequadas e eficazes para essa etapa crucial do aprendizado.

1.2. Justificativa

A BNCC propõe, na Educação Infantil, a organização do currículo em Campos de Experiência, contemplando aprendizagens significativas que integrem o desenvolvimento integral das crianças (Brasil, 2017). No contexto do ensino de ciências, os Campos de Experiência, como “O Eu, o Outro e o Nós” e “Espaços, Tempos, Quantidades, Relações e Transformações”, abrem oportunidades para que as crianças explorem o mundo natural e social de forma ativa, por meio de experiências que promovam a curiosidade, a observação e a investigação.

A experiência científica na Educação Infantil destaca a capacidade das crianças de explorar, argumentar, observar, classificar e analisar informações, habilidades que se conectam diretamente às aprendizagens esperadas nesses Campos de Experiência. No entanto, et al., 2015) apontam que, na prática, essas competências são frequentemente subutilizadas no ambiente educacional. Muitas vezes, o foco é direcionado para atividades lúdicas ou relacionadas ao desenvolvimento motor, enquanto o potencial de promover a alfabetização científica – um processo que poderia ser incentivado desde os primeiros anos de vida – é relegado a segundo plano.

Esse cenário é intensificado pela falta de formação específica em Ciências para professores da Educação Infantil, que enfrentam dificuldades para articular as experiências exploratórias das crianças com conceitos científicos mais amplos (Harlen et al., 2015). Ainda assim, conforme aponta Silva (2016), as crianças são sujeitos ativos na construção do próprio saber, e sua curiosidade natural em relação aos fenômenos do mundo é um ponto de partida privilegiado para a alfabetização científica (Howitt; Lewis; Upson, 2011). Essa curiosidade pode ser amplamente estimulada dentro dos Campos de Experiência da BNCC, especialmente por meio de abordagens investigativas que integrem o aprendizado científico às experiências cotidianas.

Nesse sentido, a pesquisa aqui apresentada baseia-se no Ensino por Investigação, uma metodologia que conecta as explorações naturais das crianças a grandes ideias científicas e às

aprendizagens propostas pelos Campos de Experiência. Ao envolver os alunos como participantes ativos em processos investigativos, a pesquisa busca promover a alfabetização científica desde a Educação Infantil, ressignificando a figura do cientista e mostrando que o pensamento científico é acessível a todos. Essa abordagem também contribui para criar um ambiente educativo onde a curiosidade e o interesse das crianças pelo mundo ao seu redor possam ser cultivados e ampliados.

A relevância desta pesquisa reside na necessidade de oferecer aos professores ferramentas pedagógicas alinhadas aos Campos de Experiência, capazes de integrar o Ensino por Investigação às práticas pedagógicas já utilizadas na Educação Infantil. Ao estimular a curiosidade científica e o desenvolvimento de habilidades investigativas, a proposta contribui para a formação de cidadãos críticos e conscientes desde os primeiros anos escolares, promovendo um aprendizado ativo e significativo em sintonia com os princípios da BNCC (Brasil, 2017).

1.3. Objetivos da pesquisa

1.3.1. Objetivo Geral

- Investigar a evolução conceitual, e o desenvolvimento de habilidades científicas por meio de um estudo longitudinal, ao longo do processo de aprendizagem na Educação Infantil relacionado ao estudos dos microrganismos.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Desenvolver e validar um conjunto de indicadores de alfabetização científica específicos para a Educação Infantil, com base nos referenciais teóricos e na categorização de habilidades proposta.
- Analisar a evolução das interações verbais dos estudantes ao longo do processo de investigação, com foco na aquisição e utilização de indicadores de alfabetização científica.
- Avaliar as representações semióticas produzidas pelos estudantes, identificando a Evolução entre as categorias de compreensão conceitual relacionados aos microrganismos.
- Categorizar o envolvimento dos estudantes a partir do processo de investigação científica.
- Compreender como as crianças constroem seu conhecimento científico ao longo do tempo, identificando as interações, experiências e metodologias que mais contribuem para esse desenvolvimento.

1.4. Estrutura do trabalho

Na primeira parte, são apresentados o cenário, a justificativa, a pergunta central e os objetivos – geral e específicos – da pesquisa.

A segunda parte aborda a fundamentação teórica, envolvendo os seguintes aspectos: Ensino por Investigação, Alfabetização Científica, Ensino Infantil, Ensino acerca dos Microrganismos e Representações de Aprendizagem.

Na terceira parte, é descrito o levantamento realizado referente à viabilidade e ao ineditismo da pesquisa, assim como sua natureza e universo. Além disso, são discutidos os indicadores de Alfabetização Científica para o Ensino Infantil, fornecendo uma visão geral dos sujeitos da pesquisa e dos instrumentos de coleta de dados utilizados. Por fim, é definida a metodologia de coleta de dados.

Na quarta parte, é apresentada a estrutura de análise dos dados, com a análise de cada uma das categorias, subcategorias e unidades de análise. Para a análise e discussão dos resultados, são utilizados os seguintes instrumentos de pesquisa: as falas e as representações semióticas.

Na quinta parte, é apresentada a estruturação do produto.

Na sexta parte, são abordadas as considerações finais do trabalho, suas limitações e algumas sugestões para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O Ensino por Investigação

Os autores Pérez e Vilches (2001) defendem que o ensino de Ciências deve ir além da simples transmissão de informações, buscando desenvolver nos estudantes uma compreensão profunda da natureza e da prática científica. Para isso, é fundamental promover a alfabetização científica de maneira que eles possam compreender as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesse sentido, os autores apontam o ensino por investigação como "uma excelente estratégia para favorecer a alfabetização científica" (Pérez; Vilches, 2001, p. 32), propondo um currículo que incorpore situações problemáticas reais, nas quais os alunos possam se engajar ativamente na busca de respostas e na construção do conhecimento científico.

O ensino investigativo no Brasil teve seu embrião marcado por três influências fundamentais: i) as teorias da educação progressiva de Dewey; ii) os fundamentos da pedagogia construtivista de Piaget; iii) as contribuições de Vigotsky sobre o papel do ambiente social no

desenvolvimento do raciocínio (Borges; Hamburger, 2010). Essas abordagens não apenas introduziram novos paradigmas educacionais, mas também moldaram profundamente as práticas pedagógicas no contexto brasileiro.

As atividades investigativas, devem partir de situações ou questões problematizadoras que estejam alinhadas ao cotidiano dos alunos e representem desafios reais. O discente deve orientar os alunos elaborarem suas próprias hipóteses a partir desses problemas (Volante Zanon; de Freitas, 2007). É fundamental que os alunos se interessem pelo problema investigado, garantindo sua motivação para resolvê-lo (Zômpero; Laburú, 2011).

A autora Carvalho (2013), também complementa em seu livro “Ensino de Ciências por Investigação” a importância do tema a ser investigado, estar conectado com a realidade dos alunos:

Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois, nesse momento, eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Essa atividade também pode ser organizada para o aprofundamento do conhecimento levando os alunos a saber mais sobre o assunto (Carvalho, 2013, p. 7.).

Além disso, Zompero e Laburú (2011) destacam que atividades investigativas contribuem significativamente para o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos. Essas atividades incluem procedimentos como a formulação de hipóteses, a anotação e análise de dados, e a ampliação da capacidade argumentativa. Ao analisar cinco pesquisas sobre o ensino por investigação, os autores identificaram pontos comuns em uma proposta investigativa: a necessidade de um problema a ser analisado, a formulação de hipóteses, o planejamento do processo investigativo para adquirir novas informações, e a interpretação e comunicação desses dados.

Para motivar os alunos, é essencial que as questões investigativas estejam bem estruturadas. Conforme Munford e Lima (2007), baseando-se nos parâmetros curriculares norte-americanos, as questões devem ser focadas em objetos, organismos e eventos do mundo natural; estar ligadas a conceitos científicos; e conduzir a investigações empíricas, com a coleta e o uso de dados para elaborar explicações sobre fenômenos.

2.1.1 Papel do professor nas atividades investigativas

Os autores Brito e Sales (2018) destacam em sua pesquisa que Vigotsky enfatiza a crucial influência do professor na criação de novos conhecimentos, atuando como um formulador de questões que guiam os alunos e fortalecem esse processo construtivo.

Segundo Pimenta e Lima (2010), o discente atua como um mediador no acesso ao conhecimento dos alunos. Portanto, cabe ao professor criar um ambiente investigativo que permita aos estudantes explorar seus conhecimentos anteriores, desenvolver ideias próprias e discutí-las tanto com colegas quanto com o professor, refinando o conhecimento inicial para construir o conhecimento científico (Zompero; Laburú; Vilaça, 2019; Carvalho, 2013).

A autora Carvalho (2006) classificou a atuação do professor e dos alunos em diferentes níveis a partir da aplicação da metodologia de Ensino por Investigação, e propôs graus de liberdade entre professor/aluno nas aulas, sendo eles: (A): aluno; (P): professor; (P/A): professor/aluno e (A/P): aluno/professor. Esses graus são apresentados de acordo com o quadro abaixo:

Quadro 1: níveis de liberdade entre professor/aluno nas aulas.

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
PROBLEMA	---	P	P	P	A/P
HIPÓTESES	---	P/A	P/A	P/A	A
PLANO DE TRABALHO	---	P/A	A/P	A	A
OBTENÇÃO DOS DADOS	---	A/P	A	A	A
CONCLUSÃO	---	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Sociedade

Fonte: Carvalho (2006) p. 83

Segundo Carvalho (2006), no nível I, a aula é predominantemente conduzida pelo professor, sem caracterizar um ambiente investigativo onde os alunos possam construir seus próprios conhecimentos.

A partir do nível II, são introduzidos elementos característicos da alfabetização científica. Aqui, o professor apresenta o problema, enquanto os alunos elaboram hipóteses e planejam suas atividades com orientação. Eles também registram os dados, e a conclusão pode ser desenvolvida pelo grupo, mas é discutida com toda a turma, destacando a importância da divulgação do conhecimento, à semelhança do que ocorre na prática científica. Essa etapa é crucial para a imersão na cultura científica.

Os níveis III e IV concedem maior autonomia aos alunos, enquanto o nível V equivale aos cursos de mestrado e doutorado, onde os alunos são encorajados a formular e resolver problemas por conta própria (Carvalho, 2006).

É inegável que a presença do professor é crucial em todos os níveis de ensino, independentemente da faixa etária dos alunos. No entanto, à medida que avançam os níveis

educacionais, desde a Educação Infantil até a pós-graduação, espera-se que os alunos desenvolvam maior independência na construção de seu aprendizado. Neste contexto, focando nos participantes da presente dissertação, o grau II se mostra apropriado, uma vez que envolve alunos do Ensino Infantil.

2.1.3 Etapas do Ensino por investigação

Diferentes etapas caracterizam o ensino por investigação, conforme delineado por Pedaste et al. (2015) após uma ampla revisão da literatura sobre metodologias educacionais. Essas fases incluem a orientação inicial com contextualização e problematização, a fase de conceitualização que engloba questionamento e formulação de hipóteses, a etapa de investigação envolvendo exploração, experimentação e interpretação de dados, além da conclusão que abrange a comunicação dos resultados e a reflexão sobre o processo.

Os autores Zompero, Laburú e Filaça (2019) elaboraram um instrumento analítico referente às etapas de investigação científica a partir de uma revisão abrangente dos principais referenciais teóricos na área de Ensino por Investigação. Como resultado da revisão teórica os autores argumentam que não foi possível encontrar um instrumento analítico focado totalmente para as habilidades cognitivas:

Ao analisarmos esses instrumentos, percebemos que em alguns casos estavam direcionados a autoavaliação do professor, em outros era proposta uma autoavaliação para o estudante. Quanto àqueles que eram destinados a avaliar as habilidades dos alunos frente aos conhecimentos procedimentais em Ciências, não encontramos nenhum que fosse direcionado totalmente para as habilidades cognitivas que buscávamos identificar nos alunos que em questão, procurávamos analisar habilidades relativas à investigação científica nos estudantes participantes como: a identificação de problemas, emissão e confronto de hipótese, percepção de evidências e a elaboração de conclusões a partir de evidências (Zompero; Laburú; Filaça, 2019).

Com isso os autores elaboraram o próprio quadro analítico com o objetivo de proporcionar as etapas investigativas acessível para o discente e também para o pesquisador. Para tornar as etapas do ensino por investigação mais claras e acessíveis, Zompero; Laburú; Filaça, (2019) elaboraram um quadro analítico que organiza essas etapas em domínios específicos. O quadro 2 a seguir apresenta as etapas investigativas divididas em três domínios: contextualização, investigação e conclusão, cada um com uma descrição correspondente das ações esperadas dos alunos em cada fase do processo.

Quadro 2: Etapas do Ensino do Ensino por Investigação.

ETAPAS INVESTIGATIVAS		
	ETAPAS/DOMÍNIO	DESCRIÇÃO
Conceitualização	Problema	Identificação dos elementos constituintes do problema
	Hipóteses	Emissão de hipóteses com base no problema
Investigação	Planejamento para investigação/ Confronto de hipóteses	Realiza um planejamento de atividades coerente com a hipótese emitida
	Percepção de evidências	Identificam evidências e as relacionam para confirmar ou não as hipóteses
	Registro e análise de dados	Registra e analisa dados com base em evidências
Conclusão	Estabelecem conexão entre evidências e conhecimento científico	Explicam as evidências com base no conhecimento científico
	Comunicação dos resultados	Coordena dados com o problema e hipóteses e conhecimento científico para elaborar uma conclusão (elementos da investigação)

Fonte: Zompero, Laburú e Filaça (2019).

No quadro analítico 2, os autores não especificaram a faixa etária ideal para a utilização do material. A partir de uma revisão literária sobre as fases do Ensino por Investigação voltadas para a Educação Infantil, o material analítico dos autores Samarapungavan, Mantzicopoulos e Patrick (2008) parece se enquadrar nesse público específico.

Os autores Samarapungavan; Mantzicopoulos; Patrick, (2008) empregaram a metodologia de Ensino por Investigação para estudar o ciclo de vida da borboleta-monarca com crianças do jardim de infância. A coleta de dados ocorreu por meio de um portfólio, no qual os alunos registraram semioticamente suas descobertas sobre o tema. Os resultados foram positivos, evidenciando uma compreensão significativa do processo de investigação científica pelos alunos. A sequência didática foi dividida em três fases principais: pré-inquérito, inquérito e pós-inquérito. Na fase de pré-inquérito (pré-investigação), os alunos reconheceram conhecimentos prévios e foram introduzidos ao tema das aulas. Durante o inquérito

(investigação), foram atividades realizadas em pequenos grupos permitiram que os estudantes conduzissem suas investigações, formulando perguntas, fazendo previsões, observando, coletando e registrando dados, e chegando a conclusões. Na etapa de pós-inquérito (pós investigação), os grupos comunicaram seus resultados e identificaram questões não resolvidas. Esse estudo evidenciou não apenas a eficácia do Ensino por Investigação na Educação Infantil, mas também a capacidade das crianças em se envolver ativamente no processo científico, encerrando assim de forma significativa este capítulo.

2.2 Definição e Conceitos de Alfabetização Científica

Existe distinção dos termos Alfabetização Científica ou Letramento Científico que descreve o ensino de Ciências voltado para preparar os alunos para participação ativa no contexto social. Para pesquisadores de língua portuguesa quando se trata da tradução desses termos: a expressão em inglês “Scientific Literacy” tem sido traduzida como “Letramento Científico” (Bingle; Gaskell, 1994; Bybee, 1997; Gabel, 1994; Hurd, 1998; Laugksch, 2000; Norris; Phillips, 2003). Enquanto as expressões em francês “Alfabetización Científica” (Membiela, 2007, Díaz, Alonso e Mas, 2003, Cajas, 2001, Gil-Pérez e Vilches-Peña, 2001); e em espanhol “Alphabétisation Scientifique” (Fourez, 1994, Astolfi, 1995), em suas traduções literais, significam “Alfabetização Científica” (Sasseron; Carvalho, 2011). Usaremos o termo alfabetização Científica (AC) para definir conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico.

Nesta dissertação utilizamos a expressão “Alfabetização Científica” por estar alinhada no contexto de alfabetização concebida por Paulo Freire:

...a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. (Freire, 1967).

Desse modo, a alfabetização deve cultivar em um indivíduo a habilidade de estruturar seu raciocínio de forma coerente, além de contribuir para a formação de uma percepção mais crítica sobre o ambiente ao seu redor.

No contexto geral relacionado a alfabetização científica, o autor Hurd (1998), relata que a alfabetização científica (AC) implica na aplicação prática da ciência no cotidiano humano, promovendo mudanças substanciais no campo científico e impactando aspectos democráticos, sociais e de adaptação humana. O autor enfatiza que as características fundamentais de um indivíduo cientificamente alfabetizado não são apenas transmitidas diretamente, mas integradas

ao currículo escolar. Nesse contexto, os estudantes são incentivados a resolver problemas, realizar investigações e participar de projetos práticos e experiências de campo. Tais atividades são vistas como preparatórias para o desenvolvimento da cidadania e para a integração efetiva no mundo contemporâneo, onde a ciência e a tecnologia desempenham papéis cada vez mais preponderantes (Lorenzetti, 2001).

Focando nossa atenção para os anos iniciais da Educação Infantil, é crucial reconhecer a importância dos primeiros passos rumo ao entendimento das ciências e suas interações com o mundo e a sociedade. Essas primeiras oportunidades escolares de contato formal com as ciências são essenciais para engajar os alunos em investigações autênticas, conectando o aprendizado científico e tecnológico com impactos imediatos em suas vidas, na sociedade e no meio ambiente. Colocá-los diante de investigações reais permite que compreendam melhor as relações entre o conhecimento científico e suas aplicações práticas, promovendo uma educação científica mais significativa e contextualizada (Sasseron, 2008). Essa abordagem está em consonância com as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Educação Infantil, que enfatizam a necessidade de proporcionar experiências de observação, manipulação, investigação e exploração do entorno pelas crianças:

Portanto, a Educação Infantil precisa promover experiências nas quais as crianças possam fazer observações, manipular objetos, investigar e explorar seu entorno, levantar hipóteses e consultar fontes de informação para buscar respostas às suas curiosidades e indagações. Assim, a instituição escolar está criando oportunidades para que as crianças ampliem seus conhecimentos do mundo físico e sociocultural e possam utilizá-lo (Brasil, 2018).

Com essas novas oportunidades de ensino, torna-se necessário repensar e reavaliar o ensino de Ciências vigente nas escolas. Lemke (2006) aborda primeiramente as diferentes etapas de ensino e as particularidades que devem ser levadas em conta em relação às idades dos alunos em cada uma dessas etapas. O autor destaca que os fenômenos naturais, mesmo os mais simples e comuns, podem se tornar surpreendentes, fascinantes e extraordinários quando refletimos sobre eles. É notável perceber que o autor se preocupa em tornar o estudo das ciências mais agradável e adequado às habilidades e interesses de cada faixa etária. Ele, então, propõe objetivos diferentes para cada idade, de acordo com o quadro 3.

Quadro 3: Habilidades e interesses em Ciências de cada faixa etária.

Faixa Etária	Objetivo
Para crianças pequenas	Apreciar e valorizar o mundo natural, potencializados pela compreensão, mas sem abandonar o mistério, a curiosidade e o surpreendente.
Para as crianças de idade intermediária	Desenvolver uma curiosidade mais específica sobre como funcionam as tecnologias e o mundo natural, como desenvolver e criar objetos e como cuidar deles, e um conhecimento básico da saúde humana.

Fonte: Lemke (2006).

Assim, ao considerar as diferentes idades dos estudantes e suas necessidades específicas de aprendizado científico, é fundamental explorar as habilidades científicas que podem ser desenvolvidas desde os primeiros anos de escolaridade, preparando-os para uma compreensão mais profunda e aplicada dos conceitos científicos.

A discussão sobre as habilidades essenciais para a alfabetização científica (AC), conforme delineado por Sasseron (2008), ressalta a importância de preparar os alunos não apenas para compreender os princípios científicos, mas também para aplicá-los de maneira significativa em contextos do mundo real. Esta base de conhecimento e habilidades científicas não apenas fortalece a capacidade dos alunos de investigar e interpretar fenômenos naturais, mas também os prepara para uma participação crítica na sociedade contemporânea.

221 Habilidades Científicas

A discussão será iniciada com uma abordagem sobre o que significa ser alfabetizado cientificamente, apresentando as perspectivas de pesquisadores sobre as habilidades que uma pessoa deve possuir para ser considerada cientificamente alfabetizada. Nesse contexto, o termo “alfabetização científica” será utilizado para expressar as ideias que sustentam o planejamento de um ensino que capacite os alunos a interagir com uma nova cultura e a desenvolver uma perspectiva diferenciada sobre o mundo e seus acontecimentos. O objetivo é proporcionar uma transformação tanto no meio em que vivem quanto em si mesmos, por meio de práticas conscientes promovidas pela interação com noções e conhecimentos científicos, além das habilidades vinculadas ao fazer científico (Sasseron, 2008).

Para a autora Sasseron (2008) certas habilidades tornam-se essenciais para definir uma pessoa como alfabetizada cientificamente, conforme discutido por Fourez (1994), seguindo os critérios estabelecidos pela Associação Nacional de Professores de Ciências dos Estados

Unidos. Segundo esses critérios, uma pessoa é considerada alfabetizada cientificamente quando possui as seguintes habilidades e compreensões, descritas no quadro 4:

Quadro 4: Critérios de alfabetização científica.

Critérios de Alfabetização Científica	Descrição
1- Utilização de conceitos científicos	Utiliza conceitos científicos, integra valores e toma decisões responsáveis no dia a dia.
2- Controle da sociedade sobre ciência e tecnologia	Compreende que a sociedade exerce controle sobre ciências e tecnologias e que estas refletem a sociedade.
3- Viés das subvenções	Entende que a sociedade controla ciência e tecnologia por meio das subvenções que as financiam.
4- Limites das ciências e tecnologias	Reconhece os limites da utilidade das ciências e tecnologias para o bem-estar humano.
5- Conhecimento e aplicação de conceitos	Conhece e aplica os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas.
6- Apreciação das ciências e tecnologias	Valoriza as ciências e tecnologias pela estimulação intelectual que elas proporcionam.
7- Dependência de processos e conceitos	Entende que as produções científicas dependem de processos de pesquisa e conceitos teóricos.
8- Distinção entre ciência e opinião pessoal	Distingue entre resultados científicos e opinião pessoal.
9- Provisoriedade do conhecimento científico	Reconhece que o sabercientífico é provisório e sujeito a mudanças com o acúmulo de novos resultados.
10- Compreensão das aplicações tecnológicas	Entende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nessas utilizações.
11- Valorização da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico	Possui saber e experiência suficientes para valorizar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico.

12- Visão de mundo ampliada pela ciência	Extraí da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.
13- Fontes válidas de informação	Conhece e recorre a fontes válidas de informação científica e tecnológica em situações de tomada de decisão.
14- Compreensão histórica da ciência	Tem uma certa compreensão de como as ciências e tecnologias foram produzidas ao longo da história.

Fonte: Sasseron(2008)

A discussão sobre as habilidades essenciais para a alfabetização científica (AC), conforme delineado por Sasseron (2008), ressalta a importância de preparar os alunos não apenas para compreender os princípios científicos, mas também para aplicá-los de maneira significativa em contextos do mundo real. Esta base de conhecimento e habilidades científicas não apenas fortalece a capacidade dos alunos de investigar e interpretar fenômenos naturais, mas também os prepara para uma participação crítica na sociedade contemporânea.

Acreditamos que a existência de indicadores de Alfabetização Científica para alunos da Educação Infantil capazes de nos trazer provas sobre como os estudantes trabalham durante a investigação de um problema e a discussão de temas das ciências, fornecendo elementos para afirmar que a Alfabetização Científica está em processo de desenvolvimento para eles.

2.2.3 Indicadores de Alfabetização Científica

Entendemos que a alfabetização científica completa dos alunos não é alcançável exclusivamente durante a Educação Infantil, pois é um processo gradual que se desenvolve ao longo dos anos escolares subsequentes. Contudo, acreditamos que podemos identificar o início desse processo por meio do ensino por investigação. Este método permite observar resultados tangíveis através de indicadores que revelam como e se essas habilidades científicas estão sendo desenvolvidas.

Sasseron e Carvalho (2008), em seus estudos, formularam indicadores de Alfabetização Científica aplicados no Ensino Fundamental. Utilizando uma sequência didática, seguida pela avaliação dos resultados por meio de argumentações orais, trabalhos escritos e desenhos, identificaram-se evidências do desenvolvimento da alfabetização científica entre os participantes da pesquisa.

Nesta pesquisa, foram adotados apenas três dos indicadores mencionados pelas autoras citadas anteriormente, adequando-os aos objetivos do estudo conforme a faixa etária dos participantes. Vale destacar que o estudo original aplicou os indicadores no Ensino Fundamental, onde os alunos já possuíam habilidades consolidadas de leitura e escrita. No contexto do Ensino Infantil, o público-alvo apresenta capacidades de assimilação de informações distintas, o que requer adaptações metodológicas para uma aplicação eficaz dos indicadores de alfabetização científica.

Os indicadores empregados por Sasseron e Carvalho (2008) incluem: i) organização de informações, que ocorre ao estruturar os dados relevantes sobre o problema investigado. Este processo pode envolver tanto a disposição de novas informações quanto a revisitação de ideias anteriores, tanto no início da abordagem de um tema quanto na revisão de uma questão já levantada; ii) Outro indicador é o levantamento de hipóteses, observado quando são formuladas as suposições sobre um determinado tema. Esse processo pode manifestar-se como uma afirmação direta ou na forma de perguntas, uma prática comum entre os cientistas ao confrontarem um problema; iii) A explicação é outro indicador crítico da AC, ocorrendo quando se procura estabelecer conexões entre as informações e hipóteses previamente levantadas. Normalmente, uma explicação é acompanhada de justificativas e previsões, embora também possam surgir explicações em estágio inicial de construção, que se tornam mais robustas ao longo das discussões subsequentes.

Howitt e Lewis (2011) conduziram uma pesquisa sobre ciência forense com crianças de quatro anos, empregando a metodologia de ensino por investigação com o objetivo de reconhecer o desenvolvimento de habilidades científicas ao longo de uma sequência de atividades. Os resultados da pesquisa revelaram evidências claras do desenvolvimento dessas habilidades entre os participantes. Foi observado que os alunos formulam perguntas e previsões, realizam observações e registram dados, utilizam equipamentos e observações como evidências, e representam e compartilham suas descobertas com os colegas. Os indicadores de alfabetização científica utilizados foram: i) crianças usam observações como evidências; crianças fazem predição.

Os autores Samarapungavan, Manzicopoulos e Patrick (2008), construíram uma série de indicadores de alfabetização científica, em nossa pesquisa em específico foi utilizado o indicador: crianças comunicam seus achados, dos autores Samarapungavan, Manzicopoulos e Patrick (2008), foi utilizado em nossa análise de dados. O foco da pesquisa dos autores citados está na linguagem científica, na qual aspectos essenciais das atividades investigativas são destacados. Os estudantes são incentivados a criar, comparar, argumentar e chegar a um

consenso sobre suas ideias ao longo das investigações. Nesse contexto, o educador desempenha um papel crucial ao introduzir um novo vocabulário com termos científicos fundamentais, como previsão, questionamento, observação, registro, conclusão e comunicação. Dentro desse ambiente de aprendizagem, os alunos discutem ciência entre si e não apenas com o professor (Samarapungavan; Mantzicopoulos; Patrick, 2008).

Por fim, as autoras Moraes e Carvalho (2017), realizaram uma pesquisa com alunos de seis anos no Ensino Fundamental para investigar o processo de alfabetização científica dos participantes. Para isso as autoras utilizaram a metodologia de Ensino por Investigação aplicando uma sequência didática relacionada ao ciclo de vida das borboletas Monarcas, foram analisadas discussões orais e também representações semióticas dos alunos. Os alunos participaram ativamente ao observar um ciclo de vida completo, explorando oportunidades reais para formular hipóteses, testar ideias, manipular materiais, coletar dados, usar tabelas e gráficos, registrar informações, e também para discutir, avaliar e ajustar seus modelos de crescimento e desenvolvimento dos seres vivos. Os desenhos elaborados pelos estudantes comunicaram suas atividades, destacando tanto o organismo estudado quanto os materiais usados na pesquisa. As habilidades demonstradas pelos alunos, seja em suas apresentações orais ou em representações gráficas, foram essenciais para o desenvolvimento de habilidades científicas.

Neste capítulo, discutimos a importância da Alfabetização Científica na Educação Infantil, preparando os alunos para entender o mundo e desenvolver habilidades científicas. Agora, vamos explorar a Metodologia de Ensino por Investigação, que é essencial para cultivar o pensamento crítico e as habilidades científicas desde os primeiros anos escolares. Este método enfoca o aprendizado ativo e a descoberta, promovendo uma participação ativa dos alunos na construção do conhecimento científico.

2.3. Ensino Infantil

Durante muito tempo, a Educação Infantil era responsabilidade e competência da instituição familiar e dos grupos sociais, vindo a mudar a forma como os fenômenos (como a educação) e os sujeitos (crianças) se relacionavam apenas a partir de mudanças econômicas, políticas e sociais como por exemplo mulheres acessando um novo papel ao serem incorporadas à força de trabalho e o papel da criança como um sujeito produtivo (Craidy; Kaercher, 2009).

Em 1940 no Brasil, surgem as primeiras iniciativas para a proteção da criança voltadas para a educação, sendo a Legião Brasileira de Assistência a proponente do projeto Casulo, na

década de 70, que funcionava como uma creche que oferecia atividades durante um período de oito horas, a intencionalidade era de que reduzisse os conflitos gerados pelas desigualdades e influência da realidade familiar (Rosemberg, 2003). Após esta iniciativa encontra-se em Kramer (2003) mais duas formas de atendimento pré-escolar no Brasil: uma iniciativa privada realizada pela Organização Mundial de Educação Pré-Escolar e outra pública pela Coordenação de Educação Pré-Escolar. A primeira focando na alfabetização e aspectos metodológicos, mas ambas de caráter compensatório, mediando e prevendo problemas futuros (Kramer, 2003).

As décadas de 1970 e 1980 foram marcadas por uma falta de legislação que regulamentasse a Educação Infantil, favorecendo o crescimento de instituições informais que atendiam à população infantil de forma precária, tanto em níveis de formação dos educadores como também das instalações físicas destes locais (Da Silva; Francischini, 2012).

A Constituição Federal do Brasil (CF) de 1988 foi um marco para a Educação Infantil, pois, ao incitar discussões sobre a vulnerabilidade e a exposição ao trabalho infantil, impulsionou avanços na garantia dos direitos formativos das crianças, vindo a gerar documentos que orientariam as práticas escolares e a Educação Infantil como o Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil de 1998, que embora avançasse nas normas, trazia a criança como sujeito que necessitava de estimulação de um adulto (Freitas; Almeida ; Talamoni, 2020). A partir da CF, ampliaram as políticas públicas para atendê-la. Surgia então, em 1994, o primeiro documento de Política Nacional de Educação Infantil que visava fortalecer a relação entre o cuidado e a formação da criança a partir da educação, juntamente com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) que garantia o direito à educação de crianças até os 6 anos, gratuitamente (Brasil, 1996). Vindo então, em 2006, estabelecer a matrícula obrigatória no ensino fundamental a partir dos 6 anos.

A Educação Infantil surge como uma proposta educacional que envolve cuidar e educar, onde perpassa um currículo caracterizado como o processo de construção de conhecimento por meio das interações educacionais que irão produzir sentidos e criar significados ao invés de apenas transmitir (Craidy; Kaercher, 2009). A criança ao descobrir e explorar o mundo irá além de desenvolver autonomia, atribuir significados e desenvolver habilidade cognitivas, serão sujeitos ativos do próprio aprendizado (Piaget, 1973).

Retomando os pensamentos de teóricos europeus, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (DCNEI) de 2009, resgataram a criança como o principal agente da construção do conhecimento, partindo do pressuposto de que a criança constrói o conhecimento a partir das experiências vividas (Freitas; Almeida; Talamoni, 2020). Influenciando diretamente a construção da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os conceitos

anteriormente apresentados estão presentes ao serem estabelecidos seis direitos de aprendizagem: Conviver; Brincar; Participar; Explorar; Comunicar e Conhecer-se (Brasil, 2018).

Ao apresentar os Campos de Experiências, a BNCC visa garantir que a criança seja vista pelo professor como sujeito ao trabalhar com a ludicidade, continuidade e significatividade das atividades, fazendo com que o professor realize a autorreflexão da práxis docente (Freitas; Almeida; Talamoni, 2020). São nestes Campos de Experiências que serão propostos novos conceitos antes associados ao cotidiano infantil, como as brincadeiras, que vão além da recreação e passam a possuir objetividade, desafios, superação e resolução de problemas e construindo a noção de realidade por meio da experimentação (Wajskop, 1995).

O ato de brincar passa a configurar um espaço diagnóstico dos interesses, necessidades, afetos e vínculos com as áreas do conhecimento, onde o professor atua como um facilitador de possibilidades, de materiais, de conhecimentos múltiplos, registrando e observando essas conexões (Wajskop, 1995).

Na habilidade EI03ET04 encontrada na BNCC que objetiva “Registrar observações, manipulações e medidas, usando múltiplas linguagens (desenho, registro por números ou escrita espontânea), em diferentes suportes” (BNCC, 2018, p.51) oferece uma gama diversificada de trabalhos voltados para o desenvolvimento das competências, principalmente trazendo conceitos ligados à realidade das crianças e suas relações sociais (Freire, 1985), ao olhar da criança como ferramenta de cunho científico (Piaget, 1926.) e vincular os novos conhecimentos com os previamente já estabelecidos (Ausubel, 1963). Associado ao código EI03CG05 que objetiva “Criar com o corpo formas diversificadas de expressão de sentimentos, sensações e emoções, tanto nas situações do cotidiano quanto em brincadeiras, dança, teatro, música.” (BNCC, 2018, p.40) a criança pode tornar-se o sujeito de sua própria construção do conhecimento, associando os elementos anteriores à sua subjetividade. O professor compromete-se em amalgamar o processo educacional.

Um dos últimos documentos que regem a Educação Infantil no Brasil foi o Parâmetros Nacionais de Qualidade para a Educação Infantil, construído pelo MEC em 2006 (BRASIL, 2006). Documento este que tem como objetivo ser referência de qualidade e funcionamento de sistemas educacionais no território nacional, tendo sido considerado especialistas na área da Educação Infantil e ainda indicando, além dos elementos anteriormente abordados, a necessidade de partir para a criação de instrumentações para além de ensaios teóricos, mas também as realidades e práticas atuais (Da Silva; Francischini, 2012).

Embora o currículo da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Brasil não inclua explicitamente o ensino de ciências na Educação Infantil, outras abordagens e metodologias têm demonstrado o valor de integrar conceitos científicos desde os primeiros anos de vida escolar.

Em vários países, currículos internacionais reconhecem a importância de introduzir habilidades científicas na Educação Infantil. O Early Years Learning Framework (EYLF) da Austrália enfatiza a importância de encorajar as crianças a questionar, investigar e interagir com seu ambiente de forma científica, facilitando o desenvolvimento do pensamento crítico e investigativo (Australia. Department of Education, Skills and Employment, 2009).

Outros exemplos incluem o Te Whāriki da Nova Zelândia, que foca na promoção de habilidades investigativas através da exploração e do questionamento, e o Currículo Nacional da Finlândia, que integra atividades de observação e experimentação como parte do aprendizado diário das crianças, incentivando o pensamento crítico desde os primeiros anos (Ministry of Education, 2017; Finnish National Agency for Education, 2016).

Além dos currículos nacionais, metodologias como Reggio Emilia e Montessoriana têm sido amplamente adotadas em escolas brasileiras, promovendo o desenvolvimento de habilidades científicas e investigativas, mesmo na ausência de um currículo formal de ciências na Educação Infantil da BNCC. A abordagem Reggio Emilia promove habilidades semelhantes às habilidades científicas, como investigação e curiosidade, ao incentivar as crianças a explorar e questionar o mundo ao seu redor, também valoriza a observação e documentação, permitindo que as crianças registrem suas descobertas de maneiras variadas, como desenhos e anotações. Além disso, Reggio Emilia enfatiza a colaboração e comunicação por meio do trabalho em grupo, e o pensamento crítico e a resolução de problemas, ao desafiar as crianças a refletir e resolver problemas de forma criativa (Edwards; Gandini; Forman, 1998).

Da mesma forma, a metodologia Montessori permite que as crianças explorem conceitos científicos através de atividades práticas e materiais sensoriais, o que fomenta a autonomia e a investigação desde cedo (Lillard, 2017).

Essas abordagens demonstram que, mesmo em contextos em que o currículo oficial não enfatiza explicitamente o desenvolvimento de habilidades científicas na Educação Infantil, como no Brasil, existem alternativas pedagógicas que incorporam esses elementos. Estas metodologias oferecem uma base sólida para o desenvolvimento científico desde a primeira

infância, mostrando que é possível promover uma alfabetização científica inicial e o desenvolvimento de habilidades investigativas desde os primeiros anos de vida escolar.

2.4. Ensino acerca dos Microrganismos

Para muitas pessoas, os termos "germe" e "micróbio" representam um conjunto de criaturas microscópicas que sempre são questionados por meio da pergunta antiga: "É um animal, vegetal ou mineral?". Os micróbios, também conhecidos como microrganismos, são seres vivos tão pequenos que, na maioria das vezes, não podem ser vistos a olho nu. Este grupo abrange bactérias, fungos (como leveduras e bolores), protozoários e algas microscópicas. Além disso, incluem-se os vírus, entidades acelulares frequentemente consideradas na fronteira entre o vivo e o não vivo (Tortora; Case; Funke, 2016).

Os microrganismos habitam a Terra há bilhões de anos, muito antes do surgimento das plantas e dos animais. Embora sejam as menores formas de vida, os microrganismos, quando considerados coletivamente, constituem a maior parte da biomassa da terra (Madgan, et al., 2016).

Existe uma área da Ciências nomeada como "microbiologia", é uma ciência dedicada ao estudo detalhado dos microrganismos e ao entendimento de seu funcionamento, com ênfase especial nas bactérias, um vasto grupo de células extremamente pequenas que têm grande relevância tanto teórica quanto prática. A microbiologia também investiga a diversidade e evolução das células microbianas, explorando o porquê e como diferentes tipos de microrganismos surgiram. Além disso, abrange a ecologia, analisando os locais onde esses microrganismos habitam na Terra, suas associações e cooperações entre si, e o papel que desempenham nos diversos ecossistemas, incluindo o solo, a água e os organismos vivos (Madgan, et al. 2016).

2.4.1 Microrganismos presentes na pesquisa

As bactérias, muitas vezes temidas por seu potencial de causar doenças, também desempenham papéis benéficos para os seres humanos, animais, o meio ambiente e até na produção de alimentos (Nogueira, 2015). Um exemplo negativo é a capacidade de algumas

bactérias de provocar úlceras no estômago (Nogueira, 2015). Por outro lado, os probióticos ¹são alimentos enriquecidos com bactérias vivas, como as bactérias dos gêneros (*Lactobacillus* e/ *Bifidobacterium*), que trazem benefícios à saúde além de suas propriedades nutricionais habituais (Varavallo; Thome; Teshima, 2008). Esses probióticos ajudam a melhorar o equilíbrio da microbiota intestinal, promovendo efeitos positivos no bem-estar do hospedeiro (Fuller, 1989; Gibson e Roberfroid, 1995.)

Possuem apenas um cromossomo que não é envolto por membranas, e a reprodução ocorre de forma assexuada, sem envolver gametas ou os processos tradicionais de mitose e meiose. O material genético das bactérias está disperso no citoplasma. Algumas bactérias têm flagelos, estruturas que auxiliam na locomoção, enquanto outras possuem pelos. As células bacterianas podem apresentar cinco formas: *cocos*, *bacilos*, *espirilos*, *espiroquetas* e *vibriões* (Nogueira, 2015).

As bactérias que apresentam células esféricas ou ovaladas são chamadas de *cocos* (plural: *cocos*). Células cilíndricas são conhecidas como bastonetes ou bacilos. Alguns bacilos possuem formas espiraladas, sendo denominados *espirilos* (Madgan, 2016). Em nossa pesquisa, focamos apenas nas bactérias de formas *coco*, *bacilo* e *espirilo*.

Em relação aos vírus, eles são agentes infecciosos, que pode ser entre 10 e 100 vezes menores do que bactéria, seu tamanho médio está na faixa de 20 a 300nm. Existem inúmeros vírus que repercutiram mundialmente como: H1N1 inicialmente nomeada gripe suína, HIV causador da AIDS e SARS-CoV-2 relacionado ao COVID-19 (Mazarini, Ferreira, 2023).

O reino Fungi inclui tanto fungos unicelulares quanto multicelulares. Esses organismos possuem células eucarióticas, metabolismo heterotrófico, parede celular e, geralmente, são imóveis e aeróbicos. Fungos dimórficos podem apresentar formas unicelulares (leveduras) e multicelulares (filamentosas), ocorrendo principalmente como parasitas. Fora do hospedeiro, crescem de forma filamentosa, enquanto dentro do hospedeiro se tornam unicelulares. *Basidiocarpos*, popularmente conhecidos como cogumelos, são estruturas fúngicas visíveis no campo. Algumas espécies deste filo, como (*Agaricus*, *Lentinula edodes* e *Pleurotus*) são consumidas na alimentação humana. No entanto, outras, como (*Amanita muscaria*), podem causar danos a culturas, criações e ser tóxicas para seres humanos (Nogueira, 2015).

¹ Os probióticos fazem parte dos chamados Alimentos Funcionais, cujo principal alvo é a mucosa intestinal e a sua microbiota, estando inclusos neste grupo o iogurte, leites fermentados e alguns biscoitos (Fuller, 1989).

242 A Importância Fundamental de Crianças Aprenderem sobre Microrganismos

A educação sobre microrganismos e a importância da higiene pessoal, como lavar as mãos, pode reduzir significativamente a incidência de doenças e o absenteísmo escolar relacionado a infecções, além de diminuir a propagação de doenças para os membros da família. Programas educativos voltados para crianças pequenas, como o "A Germ's Journey", demonstraram ser eficazes em melhorar o comportamento de higiene das mãos e aumentar o entendimento sobre germes e sua transmissão (Younie et al., 2020). Ao ensinar as crianças sobre microrganismos e boas práticas de higiene, as escolas desempenham um papel crucial na promoção da saúde pública desde os primeiros anos de vida.

Além de promover hábitos de higiene, ensinar sobre microrganismos desde cedo ajuda a desenvolver habilidades científicas básicas. As crianças aprendem a observar, questionar e entender processos como a transmissão de doenças e a importância da profilaxia, engajando-se em um pensamento científico inicial que é essencial para o desenvolvimento do pensamento crítico (Younie et al., 2020). A utilização de recursos educativos interativos, como jogos e materiais didáticos, facilita a compreensão de conceitos complexos, como o papel invisível dos microrganismos na saúde, tornando o aprendizado mais significativo e relevante.

Por fim, ensinar sobre microrganismos e práticas de higiene na Educação Infantil contribui para a conscientização sobre o uso racional de antibióticos e a prevenção da resistência antimicrobiana. Ao compreenderem a importância da prevenção de infecções por meio de medidas de higiene adequadas, as crianças são capacitadas a influenciar positivamente suas famílias e comunidades, promovendo comportamentos que ajudam a combater problemas de saúde pública a longo prazo (Development of an Educational Resource on Microbes, Hygiene, and Prudent Use of Antibiotics, 2021). Essa educação precoce é essencial para fomentar uma cultura de saúde preventiva que pode ter impactos duradouros na sociedade.

Portanto, o ensino sobre microrganismos na Educação Infantil é fundamental para promover hábitos saudáveis e indispensáveis, prevenir doenças devastadoras, desenvolver o respeito e o cuidado essencial com o meio ambiente, além de estimular o pensamento científico nas crianças. Essa aprendizagem lança as bases para uma compreensão mais ampla, respeitosa e curiosa sobre o fascinante mundo microscópico que sustenta a vida em nosso planeta.

2.4. Representações de Aprendizagem

Os processos de significação e formação de conceitos científicos podem ocorrer por meio das falas ou representações gráficas das crianças, manifestas em seus registros (Moraes; Carvalho, 2011). Neste estudo, as representações das crianças, foram produzidas em três momentos: pré-testes, pós-testes e testes de retenção que o caracterizam como um estudo longitudinal (White; Arzi, 2005). Foram utilizadas para a análise dos dados, permitindo a sistematização do conhecimento assimilado pelas crianças ao longo do tempo. Além disso, as falas das crianças foram analisadas em praticamente todas as aulas, com foco especial naquelas em que mais argumentavam cientificamente, proporcionando uma visão detalhada de seu progresso e compreensão dos conceitos científicos.

A coleta de dados por meio das falas das crianças é uma metodologia que se mostrou eficaz para entender os processos cognitivos e de aprendizagem em ambientes educacionais. De acordo com Patton (2002), a gravação e transcrição das falas capturam nuances importantes do desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de argumentação das crianças. Ao preservar as características espontâneas e naturais do discurso infantil, este método garante que os dados reflitam com precisão a compreensão e a construção do conhecimento pelos alunos. Gee (2014) e Braun e Clarke (2013) reforçam a importância da análise temática das falas para identificar padrões de linguagem que indicam a progressão conceitual e as habilidades de resolução de problemas das crianças. Assim, a análise das falas se configura como um instrumento valioso para explorar a formação de conceitos científicos e o desenvolvimento cognitivo ao longo do tempo.

Em relação a análise das representações semióticas de como os alunos representam seus conhecimentos científicos, utilizamos o instrumento “Caminhos de Compreensão Conceitual” proposto por Adadan et al. (2010) e Camargo Filho (2014). Essa ferramenta nos permitiu mapear as progressões dos estudantes ao longo do processo de aprendizagem, identificando os pontos fortes e as dificuldades de cada um.

Compreendemos que os percursos de aprendizagem são únicos para cada indivíduo, influenciados por suas experiências prévias, pelo ambiente escolar e pelas atividades propostas. Ao acompanhar essas trajetórias de perto, é possível observar como os alunos constroem e refinam seus conhecimentos científicos, conectando diferentes conceitos e desenvolvendo uma compreensão mais profunda e integrada do conteúdo (Camargo Filho, 2014).

A progressão da aprendizagem, conforme descrita por Smith et al. (2006) e Duncan e Hmelo-Silver (2009), representa a trajetória de desenvolvimento do aluno em um determinado

conteúdo. Essa concepção, que se originou em estudos sobre avaliação, nos proporciona uma ferramenta valiosa para acompanhar o progresso dos estudantes e identificar os avanços em suas aprendizagens. Ao compreender como os alunos progredem em seus conhecimentos, podemos, como sugere Camargo Filho (2014), estabelecer uma maior coerência entre o conteúdo ensinado, as estratégias de ensino e as formas de avaliação, promovendo uma aprendizagem mais eficaz.

Para realizarmos a análise da atual pesquisa adaptamos o instrumento “Caminhos de Compreensão Conceitual”, para “Caminhos de Compreensão Conceitual sobre Microrganismos” (Quadro 18) associados aos critérios para uma compreensão científica e concepções alternativas que os participantes possam ter relacionados aos Microrganismos contidos na “Evolução entre as Categorias de Compreensão Conceitual” (Quadro 19).

Em relação à análise dos dados relacionados às falas dos estudantes, optou-se por uma categorização que relaciona essas falas com o entendimento do processo de alfabetização científica, a partir de uma adaptação de referenciais teóricos utilizados por Howitt, Lewis e Upson (2011), Samarapungavan, Mantzicopoulos e Patrick (2008) e Sasseron e Carvalho (2008). A partir dessa adaptação, foi elaborado um novo quadro analítico de indicadores de alfabetização científica.

Sasseron e Carvalho (2008) utilizaram indicadores de alfabetização científica em uma pesquisa com alunos do Ensino Fundamental. Alguns indicadores utilizados por essas autoras não foram incluídos na presente pesquisa, pois não se enquadram nos objetivos da atual investigação, que foca em estudantes da Educação Infantil, gerando uma diferença em relação à idade e nível de raciocínio.

Por outro lado, os autores Howitt, Lewis e Upson (2011), Samarapungavan, Mantzicopoulos e Patrick (2008) também aplicaram indicadores de alfabetização científica, e a escolha desses referenciais foi baseada no fato de que suas pesquisas foram realizadas com alunos da Educação Infantil, o que coincide com os objetivos do presente estudo. O Quadro 5 apresenta o referencial teórico e os indicadores de alfabetização científica para crianças da Educação Infantil.

Quadro 5:Quadro teórico analítico de indicadores de alfabetização científica para crianças da Educação Infantil.

Referencial teórico	Indicadores de AC
Howitt, Lewis e Upson (2011)	Crianças fazem predição. Crianças usam observações como evidências.
Samarapungavan, Mantzicopoulos e Patrick (2008)	Crianças comunicam seus achados.
Sasseron e Carvalho (2008)	Organização de informação; Levantamento de hipótese; Explicações.

Fonte: autores (2024).

Com base nos materiais analíticos citados no quadro 5 e no que foi exposto até o momento, este trabalho busca responder às seguintes questões: i) quais são os indicadores de habilidades científicas presentes nas falas dos estudantes quando submetidos ao ensino por investigação sobre microrganismos? ii) como evoluem as concepções conceituais dos estudantes quando expostos ao ensino por investigação acerca dos microrganismos?

3. CAMINHOS METODOLÓGICOS

Adotou-se um delineamento longitudinal, com coleta de dados em três momentos distintos, para acompanhar a evolução da compreensão conceitual dos participantes. A metodologia combinou instrumentos qualitativos e aspectos quantitativos, como pré-testes, pós-testes e testes de retenção (White; Arzi, 2005).

Nas próximas seções, serão detalhados o contexto da pesquisa, os participantes, os instrumentos de coleta de dados e a estratégia de ensino por investigação, com ênfase no papel das representações semióticas e das falas dos estudantes durante as atividades experimentais. A análise das falas dos alunos, categorizadas com base nos indicadores de natureza da ciência, permitirá identificar as relações entre o desenvolvimento de habilidades científicas e a capacidade dos estudantes de construir explicações coerentes sobre a estrutura e função dos microrganismos, contribuindo para a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem em ciências.

3.1. Um levantamento referente à viabilidade e ao ineditismo da pesquisa

A pesquisa sobre alfabetização científica na Educação Infantil, utilizando a metodologia de ensino por investigação com foco em microrganismos, apresenta-se como inovadora e viável por diversos motivos. Primeiramente, a escolha dos microrganismos como tema de estudo é altamente pertinente. A pandemia de COVID-19 trouxe os microrganismos para o centro das atenções globais, impactando diretamente a vida cotidiana das crianças, que passaram a usar máscaras e adotar medidas de higiene, muitas vezes sem compreender completamente as razões por trás dessas práticas. Explorar esse tema, portanto, contribui para esclarecer essas questões e aproveitar o interesse natural das crianças por assuntos biológicos. Estudos anteriores, como os de Howitt, Lewis e Upson (2011), destacam que as crianças possuem uma curiosidade natural e uma capacidade intrínseca para entender conceitos biológicos desde cedo.

Outro diferencial importante deste estudo é a adaptação e complementação dos indicadores de alfabetização científica existentes, ajustados para a Educação Infantil. Após um levantamento do referencial teórico, foram reunidos indicadores de diferentes autores, específicos para essa faixa etária e também para o ensino fundamental, adaptados para atender às necessidades da pesquisa. Em complemento, foi criado um novo indicador – denominado “crianças exploram” – para observar de forma mais detalhada a maneira como as crianças interagem com o ambiente, formulando perguntas e explorando o mundo ao seu redor. Esse novo indicador foi inspirado pela abordagem Reggio Emilia, que valoriza a curiosidade e a exploração como fundamentos do aprendizado na infância.

Além disso, o ineditismo da pesquisa se manifesta não apenas no tema escolhido, mas também na forma como foi aplicada e analisada. A metodologia de ensino por investigação, combinada com a utilização dos "Caminhos de Compreensão Científica" como ferramenta de análise, permitiu avaliar com maior precisão o progresso conceitual dos alunos sobre microrganismos. Essa abordagem inovadora forneceu evidências concretas sobre o desenvolvimento das crianças, possibilitando identificar de maneira clara o quanto cada aluno avançou no entendimento científico, algo raramente explorado em pesquisas com essa faixa etária.

Embora existam estudos sobre alfabetização científica e ensino por investigação, poucos abordam esses temas com um enfoque específico na Educação Infantil e em microrganismos. Este estudo, ao adaptar e complementar indicadores para essa faixa etária e utilizar uma abordagem analítica inovadora, oferece uma nova perspectiva sobre o desenvolvimento da

alfabetização científica desde as primeiras etapas da educação, promovendo uma abordagem mais direcionada para o público infantil.

3.2. Natureza da pesquisa

O estudo é classificado como uma pesquisa de métodos mistos, com uma predominância qualitativa complementada por uma abordagem quantitativa. A componente qualitativa concentra-se em explorar profundamente os aspectos subjetivos e interpretativos do fenômeno estudado, proporcionando uma compreensão rica e detalhada das percepções e experiências dos participantes. Por outro lado, a componente quantitativa é utilizada para avaliar objetivamente a evolução conceitual dos participantes ao longo de diferentes momentos do estudo, como nos pré-testes, pós-testes e testes de retenção. A natureza longitudinal da pesquisa é um diferencial importante, pois permite uma análise dinâmica das mudanças conceituais ao longo do tempo, capturando tanto a evolução quanto a retenção de conceitos entre os participantes, o que é essencial para estudos voltados para a compreensão aprofundada de processos de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo (Creswell, 2018).

A pesquisa se relaciona com as Categorias de Compreensão Conceitual acerca de Microrganismos (Addan et al., 2009; Camargo Filho, 2014) e aos indicadores de alfabetização científica (Sasseron; Carvalho, 2008). Embora predominantemente qualitativa, a pesquisa também incorpora aspectos quantitativos ao utilizar gráficos simples que ilustram a evolução das categorias de compreensão conceitual sobre microrganismos. Esses gráficos permitem uma visualização clara das tendências no entendimento das crianças ao longo do tempo, contribuindo para uma análise descritiva dos dados coletados.

Optamos pela área de Ciências, pois pesquisas indicam que, mesmo antes de iniciarem a educação formal, crianças pequenas já possuem conceitos biológicos que lhes permitem raciocinar causalmente, fazer previsões sobre fenômenos biológicos e categorizar tipos naturais (Ahn et al., 2001; Greif et al., 2006). Além disso, as crianças têm acesso a muitos fenômenos biológicos por meio de suas experiências diárias com plantas e animais em seu ambiente (Samarapungavan; Mantzicopoulos; Patrick, 2008). Portanto, a natureza da pesquisa é qualitativa e exploratória, com um foco profundo na compreensão dos processos de aprendizagem e no desenvolvimento de conceitos científicos na Educação Infantil.

3.3. O universo da pesquisa

O universo da pesquisa sobre a alfabetização científica de crianças em relação aos microrganismos abrange a interseção entre a educação infantil, o ensino de ciências e o estudo dos seres microscópicos. Essa área de investigação busca compreender como crianças pequenas desenvolvem conceitos científicos sobre bactérias, vírus e fungos em um contexto educativo que utiliza metodologias de ensino por investigação.

O universo da pesquisa também se insere em um contexto de crescente interesse pela alfabetização científica desde os primeiros anos de vida, visando formar cidadãos críticos e informados sobre questões científicas relevantes na sociedade contemporânea.

3.4 Uma visão geral dos sujeitos da pesquisa

Fizeram parte desta pesquisa estudantes da Educação Infantil matriculados na pré-escola no período matutino em um colégio localizado no Estado do Paraná. Participaram 5 estudantes, três meninas e dois meninos, com idade média de 5 anos. A duração da pesquisa foi de 15 aulas presenciais, no qual foram distribuídas seguindo o modelo de etapas de Ensino por Investigação proposto pelos autores Samarapungavan; Mantzicopoulos e Patrick (2008), cuja duração foi de 40 minutos cada aula, ocorrendo duas vezes por semana, nos meses de fevereiro, março e abril de 2023. Os critérios para a escolha desses estudantes foram: i) participação em todas as aulas: este critério foi utilizado para garantir uma representação consistente da presença dos estudantes ao longo do período de estudo; ii) participação ativa nas atividades de troca de ideias: dedicação dos estudantes nas interações em sala de aula.. Os participantes tiveram suas falas gravadas e detalhadamente transcritas, ressaltamos que, para a preservação de suas identidades, substituímos os nomes reais de todas as crianças por: E1, E2, E3, E4, E5.

Para organizar e registrar o planejamento das atividades, foi elaborado um cronograma que especifica as datas e as etapas investigativas de cada aula realizada ao longo do estudo. O Quadro 6 apresenta esse cronograma, destacando os dias em que as aulas ocorreram e suas respectivas etapas no processo investigativo.

Quadro 6: Cronograma das atividades.

Cronograma		Etapas investigativas
Fevereiro		Pré-investigação
02/02/2023	Pré teste (desenho)	

08/02/2023	Teatro fantoches	Investigação
09/02/2023	Conhecendo a lupa	
15/02/2023	Observação com a lupa: banheiro, jardim, mãos, mesa e chão.	
16/02/2023	Vídeo e discussão a respeito de microrganismos	
22/02/2023	Observação dos fungos	
Março		
01/03/2023	Preparo do meio decultura (conhecendo novos instrumentos de pesquisa: placa de petri, becker e álcool 70)	Pós investigação
02/03/2023	Coleta de amostras para o meio de cultura. 4 grupos: mãos limpas, mãos sujas, mesa e banheiro.	
08/03/2023	Análise do meio de cultura. Os grupos analisaram o seu meio de cultura e registraram (desenho) a quantidade de colônias de bactérias. (lupa)	
09/03/2023	Comparar os resultados com os outros grupos e concluir qual amostra obteve mais colônias (lupa)	
15/03/2023	Análise da lâmina de bactérias no microscópio. Identificação do tipo de bactéria diante do formato (Cocos, Bacilos e Espirilos)	
16/03/2023	Representação 3D	
22/03/2023	Pós teste (desenho)	
23/03/2023	Teatro fantoches	
Abril		
27/04/2023	Divulgação dos resultados	

Fonte: autores.

Para garantir a eficácia e a coerência da pesquisa, os procedimentos foram cuidadosamente planejados e executados em conformidade com as etapas do ensino por investigação. Cada fase foi elaborada com o intuito de promover a participação ativa das crianças, facilitar a compreensão dos conceitos relacionados aos microrganismos e estimular o desenvolvimento da alfabetização científica dos estudantes.

As propostas investigativas foram divididas em três etapas (Samarapunga van; Mantzicopoulos; Patrick, 2008), explicados a seguir:

Etapas de pré-investigação: é uma fase de discussão onde é apresentado o tema proposto para a investigação. Nesse momento o docente obtém informações a respeito do conhecimento prévio dos estudantes em relação ao tema da pesquisa. Os alunos são apresentados a vídeos introdutórios e são introduzidos aos instrumentos que podem ser utilizados durante a investigação, tais como a lupa. O momento final dessa etapa, o problema da investigação, é apresentado para os alunos, onde eles irão levantar possíveis caminhos para solucionar.

Etapas de investigação: após os levantamentos das hipóteses, essa etapa consiste em testá-las. Para isso será necessária a utilização da ferramenta distribuída anteriormente. Os alunos irão de forma lúdica e prática compreender os conceitos envolvidos na investigação, como os microrganismos.

Etapas de pós-investigação: este momento é crucial, pois permite ao professor ouvir e mediar a discussão científica dos alunos referente as investigações realizadas. O objetivo é que os alunos apliquem os conhecimentos adquiridos em atividades práticas, como o plantio de uma erva aromática, e observem o desenvolvimento da planta ao longo do tempo. O papel do professor é mediar o processo de argumentação, ajudando os alunos a construir explicações baseadas em evidências científicas.

Atividades de pré-investigação

Em relação as aulas no qual se enquadram nas propostas de pré-investigação foram: i) discussão acerca do tema e pré-teste; ii) conhecendo a lupa.

Aula 1: Debate relacionado ao tema e pré-teste

Na primeira aula ocorreu um debate relacionado ao que são microrganismos, os alunos primeiramente foram questionados com a seguinte pergunta “existem coisas que a gente não consegue ver com os olhos?” E então diversas respostas surgiram (ver quadro 9). Posteriormente os alunos foram convidados a representar, por meio de desenhos (pré-teste), o entendimento deles acerca do tema, para isso utilizaram folhas sulfite e giz de cera.

Aula 2: Conhecendo a lupa

A partir do debate acerca dos microrganismos, surgiram alguns levantamentos de hipóteses (ver quadro 10) relacionadas ao local em que os microrganismos vivem, e para essa exploração foi utilizado a lupa. Inicialmente a professora ensinou como manipular a lupa e a sua funcionalidade e os diferentes tamanhos existentes (Figura 1).

Figura 1: dezlupas de tamanhos diferentes dispostas sobre a mesa



Fonte: autores (2024).

Atividades de investigação

As aulas no que se diz a respeito de atividades investigativas, foram: i) observação com a lupa; ii) vídeo relacionado aos microrganismos e discussão; iii) observação dos fungos. iv) preparo do meio de cultura²; v) coleta de amostras.

Aula 3: Observação com a lupa

A Aula 3 foi dedicada ao uso da lupa, onde, após aprenderem a manipulá-la, os estudantes investigaram locais como chão, mãos, mesa, jardim e banheiro, seguindo suas próprias hipóteses sobre onde microrganismos poderiam estar presentes. A imagem a seguir (Figura 2) ilustra momentos dessa atividade investigativa, destacando a interação das crianças com a lupa e os diferentes pontos de observação escolhidos.

Figura 2: Estudantes investigam diferentes superfícies usando lupas para encontrar e observar microrganismos. A) a imagem mostra o uso de lupas observando um piso colorido; B) a imagem mostra o uso de lupas observando a palma da mão; C) a imagem mostra o uso de lupas observando ralo do banheiro; C) a imagem mostra alunos utilizando lupas para observar poça de água.

² Meio de cultura é uma solução nutriente utilizada para promover o crescimento de microrganismos (Madgan, et al. p76. 2016).



Fonte: autores (2024).

Aula 4: Vídeo sobre microrganismos

Nesta aula os alunos assistiram o vídeo “Microorganismos - Recopilação - Vírus, bactérias e fungos - Explicação para crianças” do canal *Slime and Learn*. Esse vídeo é educativo para crianças, no qual apresenta o que são os microrganismos e que tipos de microrganismos existem, quando os microrganismos foram descobertos, como podemos observá-los, os três tipos existentes (vírus, bactérias e fungos). O vídeo também relata brevemente as características dos três grupos mencionados, suas semelhanças e diferenças morfológicas (Figura 3).

Figura 3: Alunos assistindo o vídeo acerca dos microrganismos.



Fonte: autores (2024).

Aula 5: Observação dos fungos

Os alunos exploraram novamente o jardim do colégio em busca de fungos, pois após assistirem o vídeo mencionado acima, tinham conhecimento de um dos habitats de fungo, mais

especificamente o *Basidiocarpos* (cogumelo). Utilizando lupas os alunos encontraram os fungos e observaram suas estruturas (Figura 4).

Figura 4: *Basidiocarpos* encontrado no jardim do colégio sendo observado utilizando a lupa.

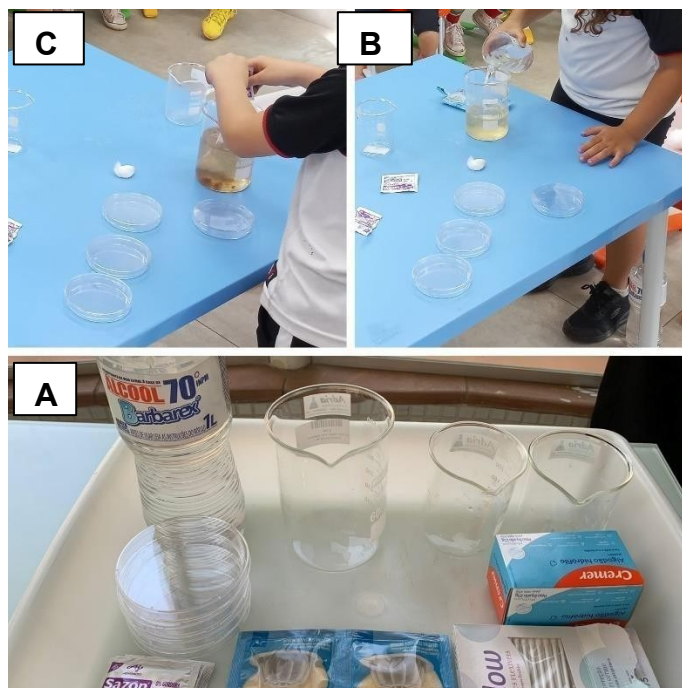


Fonte: autores (2024).

Aula 6: Preparo do meio de cultura

Após os alunos observarem os fungos e não encontrarem as bactérias, os mesmos com o auxílio da professora prepararam meios de cultura para o crescimento das bactérias. Para essa experiência foram utilizados os seguintes materiais: placa de Petri, gelatina incolor, álcool 70, cotonetes, caldo alimentício em cubo, Becker e colher. Após o preparo as placas de Petri foram armazenadas na geladeira (Figura 5).

Figura 6: as três imagens juntas representam a montagem dos meios de cultura. 6A) materiais dentro de uma bacia que foram utilizados, sendo eles: hastes de algodão, Beckers, álcool 70, placas de Petri, gelatina incolor, e caldo de carne. 6B) aluna despejando água quente formando uma solução. 6C) aluno misturando o caldo de carne na solução.

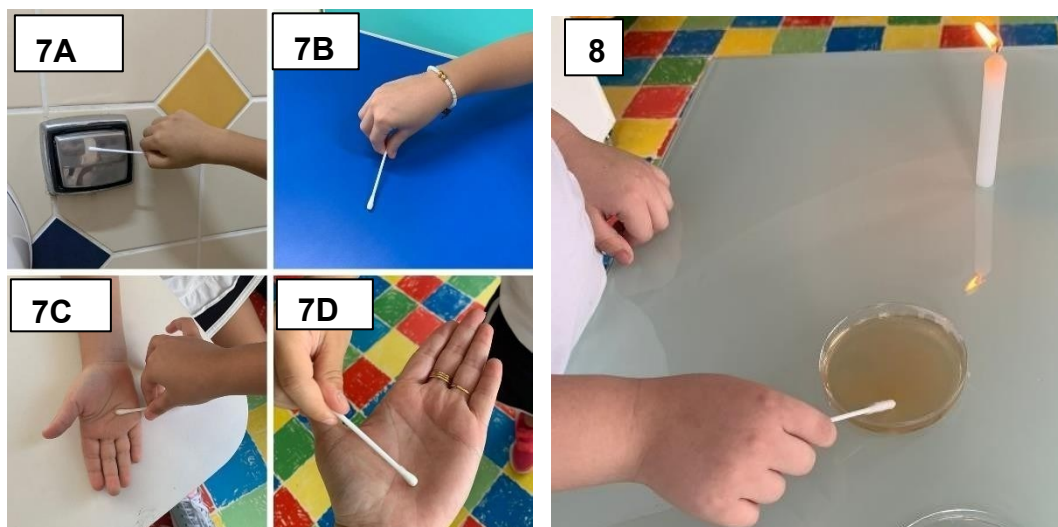


Fonte: autores (2024).

Aula 7: Coleta das amostras

Em sequência na aula 7, os alunos foram organizados em quatro grupos distintos, no qual cada um coletou amostras de lugares diferentes, sendo eles: mãos sem higienizar, mãos higienizadas com álcool 70, mesa de estudos, e banheiro. O álcool 70 para a coleta de amostra da mão higienizada e também para esterilizar as placas. Para essa coleta de amostras, os alunos utilizaram hastes flexíveis de algodão, com as quais tocaram o local de coleta. Em seguida, tocaram com muita sutileza a mesma extremidade na placa de Petri, que continha o alimento necessário para o crescimento de microrganismos. Na sala acendemos uma vela para esterilizar o máximo possível o ar que entraria na placa (Figuras 7 e 8). Em seguida as placas de Petri foram armazenadas em um armário escuro em temperatura ambiente.

Figuras 7 e 8: Montagem dos meios de cultura de bactéria. Nas imagens referentes a figura 7 ocorreu a coleta de amostras, sendo elas: 7A) aluno segurando haste de algodão coletando amostras do banheiro; 7B) aluno segurando haste de algodão coletando amostras da mesa; 7C) aluno segurando haste de algodão coletando amostras da mão que não foi higienizada; 7D) aluno segurando haste de algodão coletando amostras da mão que foi higienizada com álcool 70. Na imagem 8) aluno distribuindo as amostras coletadas na placa de Petri utilizando haste de algodão.



Fonte: autores (2024).

Atividades de pós-investigação

Em relação as aulas de pós-investigação, foram elas: i) análise das amostras; ii) comparação dos resultados; iii) análise no microscópio; iv) pós-teste; v) representação 3D; vi) criações de representações artísticas; vii) divulgação dos resultados da pesquisa.

Aula 8 – Análise das amostras

Após uma semana a professora retirou as placas de Petri do armário e então organizou a sala novamente em seus respectivos grupos para analisarem as placas. Cada grupo foi chamado até a mesa de luz onde observaram e fizeram a contagem de colônias de bactérias que proliferaram (Figura 9). Em nenhum momento as placas de Petri foram abertas, os alunos observaram as placas fechadas.

Figura 9: equipe analisando a placa de Petri da amostra da mão não higienizada que coletaram. Um aluno está segurando um lápis no qual está fazendo a contagem de colônias de bactérias que contém na placa de Petri.



Fonte: autores (2024).

Aula 9: Comparação dos resultados

Na aula 9, ocorreu a comparação dos resultados entre as amostras. Todas as placas de Petri estavam dispostas sobre a mesa, sendo elas: banheiro, mesa, mão não higienizada e mão higienizada (Figura 10). A partir da observação das amostras as equipes analisaram qual local obteve maior e menor quantidade de colônias de bactérias.

Figura 10: da esquerda para direita estão dispostas as amostras: da mão não higienizada, mão higienizada, banheiro e mesa.

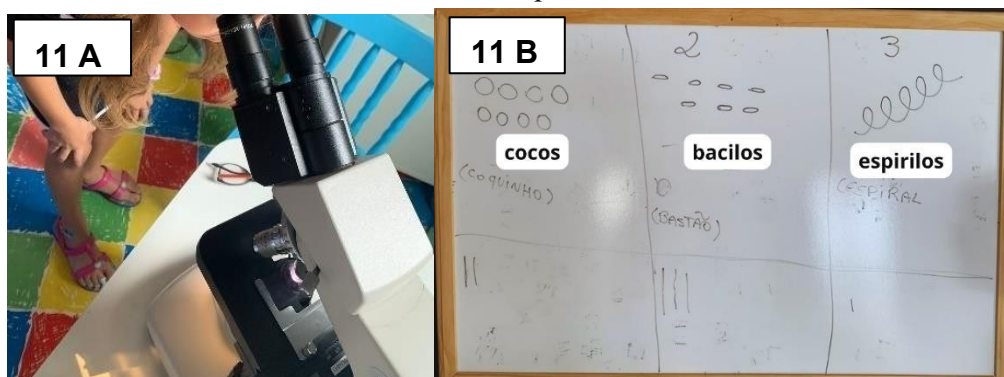


Fonte: autores (2024).

Aula 10: Análise das amostras no microscópio

A etapa de investigação finalizou-se com a análise das amostras no microscópio, no qual os estudantes distinguir qual tipo de bactéria estavam observando (Figura 11a). A professora desenhou no quadro os três tipos de bactérias: cocos, bacilos e espirilos, após os alunos identificarem qual bactéria estava na lâmina do microscópio, os mesmos iam até o quadro e votava em qual das três bactérias foi aquele que ele conseguiu identificar (Figura 11b). Por fim, após todos os alunos votarem a professora deu a resposta de qual bactéria estava na lâmina, no qual foi a bactéria bacilos.

Figura 11: a) estudante identificando a bactéria no microscópio. b): quadro com desenhos de diferentes bactérias, da esquerda para direita temos a bactéria Cocos, Bacilos e Espirilos. No momento do registro da foto a bactéria cocos estava com 2 votos, 5 votos bactéria bacilos e 1 voto bactéria espirilo.



Fonte: autores (2024).

Aula 11: Pós-teste

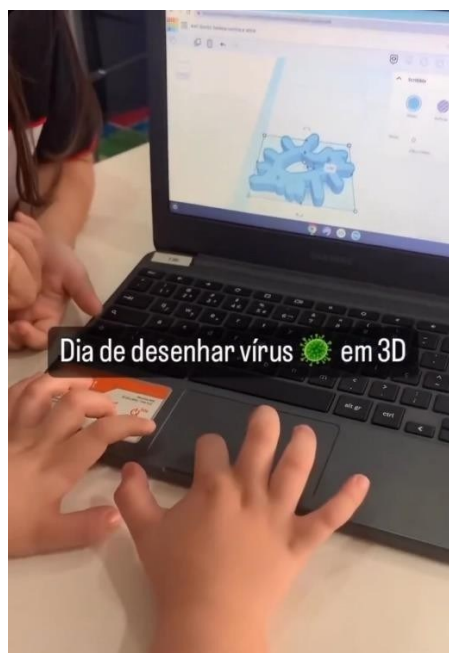
Finalizando as propostas, os estudantes novamente representaram por meio de desenhos os seus conhecimentos (pós-teste). Para realizar os desenhos, utilizaram folha sulfite e giz de cera.

Aula 12: Representação 3D

Na aula 12, os alunos conheceram uma plataforma nomeada *Tinkercad*³ no qual realizaram desenhos em 3D de bactérias e vírus (Figura 13). *Tinkercad* é um programa de modelagem tridimensional online gratuito que roda em um navegador da web. Para essa aula foi utilizado *Chromebook*.

³ O Tinkercad é uma ferramenta educacional online e gratuita de modelagem 3D.

Figura 13: estudante utilizando o *Chromebook* para acessar a plataforma *Tinkercad*, representando seu conhecimento por meio de desenhos em 3D.



Fonte: autores (2024).

Aula 13: Criações de representações artísticas

Além das impressões em 3D, os estudantes criaram representações artísticas relacionadas aos microrganismos utilizando diferentes materiais, no qual foram utilizadas em uma sala imersiva diante do tema (Figura 14). Os materiais utilizados foram: tintas, folha sulfite, marca texto e materiais reciclados.

Figura 14: estudantes representando por meio de desenhos os seus conhecimentos sobre vírus e bactérias. Os estudantes estão utilizando canetas marca texto nas cores rosa e azul, no papel de folha sulfite.



Aula 14: Divulgação dos resultados da pesquisa

Por fim, ocorreu a divulgação dos resultados da pesquisa, onde os familiares puderam conhecer a sala imersiva. Nesta sala estavam expostas todas as representações artísticas realizadas pelos alunos, as amostras contendo colônias de bactérias e vídeos relacionados ao tema projetado nas paredes da sala.

Figura 14: sala imersiva com os trabalhos dos alunos.



Aula 15: Pós-teste

Após três meses, os estudantes novamente representaram por meio de desenhos os seus conhecimentos (pós-teste). Para realizar os desenhos, utilizaram folha sulfite e giz de cera.

3.5. Tratamento de Dados

A primeira fase da coleta de dados foi dedicada à transcrição das falas das crianças durante as aulas, com o objetivo de analisar evidências de indicadores de alfabetização científica. A segunda fase da coleta envolveu a análise das representações semióticas dos estudantes, com foco em seus processos de aprendizagem relacionados aos microrganismos. No entanto, em alguns momentos, foi necessário observar as crianças com maior atenção para garantir sua segurança e a eficiência das práticas. Por esse motivo, não foi possível gravar todas as aulas, já que a pesquisadora, por estar sem um auxiliar, precisou concentrar-se no cuidado das crianças.

3.6. Metodologia de análises dos dados

3.6.1 Indicadores de AC

A partir da leitura atenta da transcrição das falas das crianças durante as aulas, foram identificadas três grandes etapas, que se referem às propostas específicas de ensino por investigação realizadas durante as aulas, sendo elas: pré investigação, investigação e pós investigação (Samarapungavan; Mantzicopoulos; Patrick, 2008). As descrições das seguintes etapas foram detalhadas na seção acima.

Determinadas as três etapas das aulas, selecionou-se os episódios de interesse para análise, tendo como foco indicadores de alfabetização científica relacionados ao entendimento do processo de investigação científica. O quadro 7 apresenta aulas que foram transcritas de acordo com as etapas do Ensino por investigação.

Quadro 7: Etapas e as aulas que foram transcritas.

Etapas	Aulas
Pré-investigação	Discussão sobre o tema e pré-teste
Investigação	Observação com a Lupa Vídeo e discussão Placa de Petri
Pós-investigação	Análise da placa de petri Comparação dos resultados Microscópio Pós-teste

Fonte: autores (2024).

Conforme apresentado na fundamentação teórica, no capítulo "Registros de Aprendizagem", foi desenvolvido um quadro teórico-analítico com base na revisão da literatura e no levantamento de dados. Esses indicadores foram elaborados para analisar indícios de alfabetização científica em crianças da Educação Infantil, no contexto de atividades pedagógicas investigativas. Eles serão aplicados na análise dos dados coletados, com o objetivo de identificar como essas habilidades científicas emergem nas interações dos participantes com o conteúdo trabalhado.

O Quadro 8 apresenta os indicadores de alfabetização científica utilizados nas análises, acompanhados de uma breve descrição de cada um. Esses indicadores foram adaptados dos estudos de Howitt, Lewis e Upson (2011), Samarapungavan, Mantzicopoulos e Patrick (2008),

e Sasseron e Carvalho (2008), e representam habilidades científicas ou comportamentos observáveis nas atividades investigativas realizadas pelas crianças. A identificação desses indicadores é essencial para a interpretação dos dados qualitativos, proporcionando uma visão integrada de habilidades de alfabetização científica, como o levantamento de hipóteses, a comunicação dos achados, a organização das informações e a explicação de conceitos.

Quadro 8: Descrição dos indicadores de alfabetização científica

Indicadores de Alfabetização Científica	
Indicador	Descrição
Crianças fazem previsões.	Envolve os conhecimentos prévios que as participantes possuem relacionado a determinado fenômeno.
Crianças usam observações como evidências.	Remete aos fatos observados e vivenciados pelos estudantes durante as atividades, as falas que expressam essa categoria estão associadas aos elementos presentes na aula.
Crianças comunicam seus achados.	Comunicar oralmente acerca dos resultados de suas investigações em discussão em grupo ou com a professora.
Organização de informação.	Surge quando se procura preparar os dados existentes relacionado ao problema investigado. Este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente e ocorre tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão, quando ideias são lembradas.
Levantamento de hipótese.	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses ⁴ pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta.

⁴ atitude muito usada entre os cientistas quando se deparam com um problema.

Explicação.	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.
-------------	--

Fonte: Adaptado de Howitt, Lewis e Upson (2011), Samarapungavan, Mantzicopoulos e Patrick (2008) e Sasseron e Carvalho (2008).

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1. Estrutura de análise dos dados

A seguir, são apresentados os dados coletados. Inicialmente, será exposta a análise das transcrições das falas dos estudantes, evidenciando os indicadores de alfabetização científica. Posteriormente, na seção 4.2.1 será realizada a análise das representações semióticas, que destacam o processo de aprendizagem dos estudantes relacionado aos microrganismos.

4.2. Análise dos dados

4.2.1 Análise das falas: Indicadores de AC

A transcrição dos episódios selecionados para cada etapa da aula está organizada em quadros com quatro colunas. A primeira coluna indica o turno de fala, a segunda coluna identifica o participante, a terceira coluna apresenta a transcrição integral da fala deste participante e a última coluna apresenta as classificações dos turnos diante dos indicadores de alfabetização científica com base no referencial teórico.

É importante enfatizar que foram analisados somente as falas dos alunos que de fato colaborassem com o objetivo da atual pesquisa, desse modo a transcrição de todas as falas estão no anexo 1. Além disso, as falas foram transcritas da maneira que os alunos falaram, sendo assim pode ocorrer erros gramáticos.

Aula 1: Levantamento das Concepções Orais.

Quadro 9: Análise dos turnos que caracteriza a etapa de pré-teste

Turno	Participante	Fala do Participante
1	Prof.	Vocês acham que existem coisas que a gente não consegue ver com os olhos?
2	1	Energia
4	1	Por que ela é invisível, nem pode se pegar, nem pode se ver.
6	1	A energia é uma matéria que faz as coisas acontecerem é a coisa que mais faz força no mundo.
12	3	O vidro
13	Prof.	Mas eu consigo ver o vidro
14	3	Eu tenho outra coisa que a gente não vê
15	Prof.	O que? Qual é a outra coisa?
16	3	Jesus
17	2	Papai do céu
18	Prof.	Alguma outra coisa, fora jesus e papai do céu?
19	Prof.	Agora a próxima pergunta, ergue a mão quem já ouviu falar sobre microrganismos.
20	1	Germes
21	Prof.	O aluno 1 disse que microrganismos são germes
22	1	Eu acho que os microrganismos é um fantasma dos germes
23	Prof.	Os microrganismos são vilões ou super-heróis? Ergue a mão quem acha que eles são do mal
24	Prof.	1,2,3,4... todos acham que são do mal, que são vilões, então sabemos que eles existem. Mas gente como vocês sabem que eles existem... alguém já viu?
25	3	Já vi tia, por que fica doente
26	Prof.	Você já viu uma pessoa doente, ela ficou doente por quê?
27	2	Se uma pessoa doente, quer dizer que pegou vírus
28	Prof.	E o que é vírus?
29	2	Vírus é uma doença

30	Prof.	E qual a relação de vírus e microrganismos?
31	2	Não sei
33	Prof.	Como nós sabemos que existem microrganismos? Alguém já viu?
34	4	Eu já vi
35	Prof.	E como ele é? Ele é grande, é pequeno?
36	4	Ele é pequeno, do tamanho de um lápis, e era do mal
37	3	Eu já vi que um microrganismo é do tamanho da ponta de um lápis
39	Prof.	E será que conseguimos ver com a lupa também?
41	2	Eles são invisíveis
42	Prof.	E como conseguimos ver no microscópio sendo que eles são invisíveis?
43	2	Por que no microscópio ele tem um vidro que é invisível
44	Prof.	Quais lugares nós podemos ir para encontrar microrganismos?
45	1	No hospital
48	3	Podemos encontrar eles no mato
49	2	No chão
50	Prof.	E bactérias, o que são bactérias?
51	1	Bactérias são vírus
52	5	Bactérias traz doenças
53	Prof.	Onde as bactérias vivem?
54	5	No chão

Fonte :autores (2024).

No início da aula, a professora iniciou uma conversa com os alunos para verificar seus conhecimentos prévios sobre o tema que seria abordado. A professora fez alguns questionamentos relacionados aos microrganismos. Como a aula ainda estava no início, não podemos apontar indicadores de AC uma vez que se tratando dos momentos iniciais, as aulas ainda não proporcionaram o desenvolvimento destes indicadores, desse modo não se aplica no quadro 8.

A aula inicial, denominada “Pré-teste e Discussão”, tem como objetivo levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema a ser trabalhado. Os conhecimentos prévios dos alunos são como as bases de uma construção, eles fornecem o suporte necessário para que os novos conhecimentos sejam construídos (Mortimer, 2006). Para o autor, os novos conceitos são aprendidos por meio de uma reestruturação dos conhecimentos prévios, que entram em conflito com os novos conhecimentos. A resolução desse conflito ocorre quando os alunos, a partir de seus conhecimentos prévios, levantam questionamentos que os levam a uma mudança conceitual (Mortimer, 2006).

Nos turnos 20, 22, o aluno diz que microrganismos são germes, e posteriormente nos turnos 36 e 37 as alunas dizem que os microrganismos possuem a dimensão da ponta de um lápis. Foram mencionadas falas semelhantes na pesquisa do autor Byrne (2011), no qual as crianças com idade de sete anos classificaram os microrganismos como entidades abstratas, e fizeram comparação com objetos presentes no cotidiano (pontas de lápis, grãos de pó, grãos de arroz) para expressar a ideia em escala.

Perante a pergunta da professora no turno 50: “E bactérias, o que são bactérias?”

No turno 51 o aluno 1 disse:

“Bactérias são vírus”

O aluno equivocou-se ao dizer que vírus e bactérias são a mesma coisa, essa fala condiz com o trabalho de Folino et al. (2021), o mesmo fez uma pesquisa com crianças e adolescentes com o objetivo compreender a percepção de crianças cariocas sobre o SARS-CoV-2, a COVID-19 e os vírus em geral. Em seus resultados constatou que:

A falta de distinção entre vírus e bactérias, usados como se fossem sinônimos, observada em nossos resultados, coincide com os resultados de outras pesquisas, como a de Schuhmacher & Brum, realizada no Brasil com crianças do 6º ano do Ensino Fundamental, na qual observou-se que os estudantes investigados não diferenciavam os microrganismos, considerando todos como sendo bactérias. Essa lacuna de conhecimento tem um impacto importante na saúde pública, ilustrado com dados de survey entre adultos, que mostra que 73% dos brasileiros acreditam que os antibióticos matam vírus (Folino et al, p.7, 2021).

Vale ressaltar também o turno 52 em que o aluno 5 diz:

“Bactérias traz doenças”

As crianças, em geral, têm um repertório limitado sobre microrganismos. Esse repertório é baseado no senso comum, que considera as bactérias como as principais causadoras de doenças (Brum; Schuhmacher, 2014). Assim, ao perceberem a gravidade da pandemia do novo coronavírus, as crianças podem ter associado os vírus a bactérias, como forma de explicar o que são esses agentes infecciosos (Folino et al. 2021).

No trabalho de Mazarini e Ferreira (2023), as autoras relatam que ao perguntar aos alunos sobre o que são microrganismos e quais deles existem, a maioria apenas menciona bactérias e fungos, não citando os outros seres desse grupo. Além disso, os estudantes frequentemente associaram microrganismos a doenças, embora a maioria deles não sejam patogênicos; na verdade, muitos são benéficos tanto para os seres humanos quanto para o ecossistema. Essas observações assemelham-se com os relatos dos alunos da presente pesquisa.

Aula 2: Observação utilizando a Lupa

A análise das falas dos alunos referentes à Aula 2, na qual foi realizada a atividade de observação utilizando a lupa, é apresentada no Quadro 9. Esse quadro destaca os turnos de fala dos estudantes que caracterizam a etapa de investigação, evidenciando como eles interagiram com o material e desenvolveram suas habilidades de observação e análise. A partir dessa análise, é possível identificar indicadores de alfabetização científica e o progresso no processo investigativo relacionado ao uso da lupa.

Quadro 10: Análise dos turnos que caracteriza a etapa de investigação referente a aula 2 (observação utilizando a lupa).

Turno	Participante	Fala do Participante	Indicadores de A.C
63	Prof.	Quem mais acha que utilizando a lupa iremos conseguir encontrar os microrganismos?	
64	Prof.	1,2,3,4,5,6 temos 14 alunos e apenas 6 concordam que conseguiremos encontrar microrganismo com a lupa	
65	Prof.	Hoje iremos testar, vamos pegar a lupa e tentar encontrar microrganismos, só vamos saber testando. Lembra que a prof. disse que vocês serão cientistas nessa nossa investigação? Quais instrumentos de trabalho os cientistas utilizam?	
66	3	Cientistas fazem experiências	Crianças fazem previsões
67	2	Microscópio	Crianças fazem previsões
68	Prof.	Qual será a diferença do microscópio para a lupa?	

69	2	A lupa quando você fica longe ela fica pequena e quando fica perto ela fica grande, o microscópio daí quando você vê não fica grande fica o mesmo tamanho.	Organização de informação Explicação
70	Prof.	O que o cientista usa para fazer experiências?	
71	3	Microscópio	Crianças fazem previsões
74	1	Nós precisamos da lupa e de uma pessoa doente para encontrar o microrganismo.	Levantamento de hipótese
75	Prof.	E os microrganismos estará dentro ou fora da pessoa doente?	
76	1	Fora	Levantamento de hipótese
77	Prof.	Vou explicar como funciona a lupa, ele é um material para a nossa investigação, ou seja, não é um brinquedo, temos que saber como utilizar e ter cuidado ao manusear.	
78	3	Com a lupa nós podemos ver tudo que está pequeno	Crianças fazem previsões
79	Prof.	Nós não podemos pegar a lupa pelo vidro, senão o vidro ficará cheio de marcas dededos e aí não iremos conseguir ver nada. O vidro da lupa funciona tipo igual óculos de grau, que serve para aumentar o tamanho daquilo que estamos observando. A lupa vai próximo do objeto que quero observar, e não próximo dos meus olhos.	
80	Prof.	Quais os locais do colégio que vocês acham que iremos conseguir encontrar microrganismos?	
81	5	Na areia azul, porque lá tem corantes e dentro do corante tem microrganismos	Levantamento de hipótese

82	3	No chão	Levantamento de hipótese
83	2	No banheiro	Levantamento de hipótese
84	4	Na mão	Levantamento de hipótese
85	Prof.	Vamos iniciar a nossa investigação observando a nossa mão utilizando a lupa, para verificar se existem microrganismos nas nossas mãos. Depois vamos observar o chão, areia e banheiro.	
86	Prof.	Abram as palmas das mãos e observem se tem microrganismos	
87	3	Achei um microrganismo debolinha verde	Categoria emergente. Crianças comunicam seus achados
89	4	Eu vi um transparente debolinha também	Categoria emergente. Crianças comunicam seus achados.
90	Prof.	Todos que acharam disseram que os microrganismos são bolinhas, será que todos os microrganismos são de bolinhas?	
91	2	É bolinha meleca mais ou menos	Categoria emergente. Crianças comunicam seus achados
92	Prof.	Vamos investigar mais para descobrir os formatos dos microrganismos...	

Fonte :autores (2024).

Nesta aula os alunos iniciaram a investigação em busca de encontrar os microrganismos. Primeiramente a professora questionou sobre o uso do equipamento que foi utilizado na investigação, e o aluno 2 alegou no turno 69:

“A lupa quando você fica longe ela fica pequena e quando fica perto ela fica grande, o microscópio daí quando você vê não fica grande fica o mesmo tamanho”.

O mesmo já havia manuseado a lupa anteriormente, com isso tinha conhecimento sobre como a lupa funciona, porém, o microscópio nunca havia utilizado. Foi possível notar o indicador **“explicação”** sobre o equipamento, bem como o indicador **“organização de informações”**. Posteriormente, o aluno 1 alegou nos turnos 74 e 76:

“Nós precisamos da lupa e de uma pessoa doente para encontrar o microrganismo”.

Turno 75, professora: “E os microrganismos estará dentro ou fora da pessoa doente?”.

“Fora”.

Em suas falas foi possível notar a presença do indicador **“levantamento de hipótese”**, pois para ele os microrganismos estão presentes somente em ambiente em que existem pessoas doentes. Essas visões patogênicas dos microrganismos podem se dar pelo fato da COVID-19, pois foi repercutido em meios de comunicação, no qual talvez não houve um episódio tão marcante dizendo a respeito dos benefícios dos microrganismos. Essas percepções que as crianças relataram sobre vírus, também foram notadas no trabalho de Folino et al. (2021), no qual os dados da pesquisa indicaram que as crianças relacionam os vírus em geral ao coronavírus, demonstrando que as suas percepções estão pautadas no que elas têm experiência no período de pandemia. Em março de 2020, a OMS classificou a COVID-19, causada por um novo tipo de coronavírus, como uma pandemia (Una Sus, 2020).

Osturnos 81, 82 e 83, também foram categorizados com o indicador **“levantamento de hipótese”**, e ficou evidente em suas falas que os microrganismos existem somente em lugares “sujos”, no qual essas crenças dos alunos condizem com a pesquisa de Bandiera (2007), a maioria dos participantes com idade de 11 a 14 anos também alegaram que microrganismos são sujos e prejudiciais à saúde. Em relação ao local que os microrganismos vivem, no trabalho dos autores Ruiz-Gallardo e Paños (2018) a maioria dos estudantes 2º e 6º anos, tiveram dificuldade para compreender que microrganismos podem colonizar qualquer ambiente.

É importante observar que as Bases Nacionais Curriculares (2017) não preveem o ensino sobre microrganismos no Ensino Infantil. Portanto, é possível que os estudantes desta

faixa etária busquem formas de explicar o que são microrganismos fazendo associações com base em seu próprio repertório.

Após os alunos mencionarem supostos locais que poderiam existir microrganismos, os mesmos exploraram esses locais utilizando a lupa para encontrá-los.

Nos turnos 87, 89 e 91, foi possível notar o indicador **“crianças comunicam seus achados”**. Apesar de os alunos terem encontrado "sujeiras", a professora não argumentou que eles estavam errados. Pois o objetivo desta aula foi proporcionar aos alunos explorarem e que, ao final, pudessem constatar por si mesmos se suas hipóteses estavam corretas. O docente, em conjunto com as crianças, deve elaborar um possível trajeto de pesquisa, no qual as indagações das crianças são direcionadas para encontrar as respostas. É essencial que esse caminho seja construído com as crianças e não meramente imposto a elas (Silva; Beuren; Lorenzon, 2016). Dessa forma, a pesquisa segue um fluxo natural, estimulando a participação ativa das crianças e promovendo um ambiente de aprendizado enriquecedor, ou seja, possibilitar a elas que realizem suas próprias descobertas.

No momento em que os estudantes encontram algo com a lupa, imediatamente compartilharam com demais alunos e as professoras, constatando o indicador **“crianças comunicam seus achados”**. De acordo com Samarapungavan, Mantzicopoulos e Patrick (2008), as crianças possuem habilidades para comunicar suas investigações tanto verbalmente quanto por meio de seus desenhos. Além disso, Howitt, Lewis e Upson (2011) verificaram, em um estudo com metodologia semelhante, que os alunos também tiveram várias oportunidades de comunicar seus achados aos colegas durante o desenvolvimento de um projeto específico. Essas descobertas destacam a importância da promoção da comunicação efetiva em contextos educacionais, tanto oralmente quanto por meio de outras formas de expressão.

Aula 3 – Vídeo e Discussão

O quadro 10 refere-se as falas referente aos vídeos exibidos referente aos microrganismos, abordando temas como tipos, estrutura e locais onde podem ser encontrados. Após a exibição dos vídeos, os estudantes participaram de uma roda de conversa, permitindo que expressassem suas compreensões, levantassem hipóteses e fizessem perguntas sobre o tema.

Quadro 11: Os turnos e os indicadores de Alfabetização Científica identificados na aula 3 referentes ao Vídeo e Discussão.

Turno	Participante	Fala do Participante	Indicadores de A.C
-------	--------------	----------------------	--------------------

93	Prof.	Quem foram as pessoas que encontraram microrganismos ontem, qual o local que vocês encontraram?	
94	3	É claro que foi no mato, ele era pequeno e verde.	Crianças fazem predições
95	4	Eu encontrei no chão, ele era pequeno e verde.	Crianças fazem predições
99	1	Sabia que um escocês, encontrou penicilina na placa de petri, e aí ela foi criada a penicilina e foi a primeira vez usada em 1939 pelos amigos daquele escocês que chamava Fleming. Foi por isso que ele ganhou o prêmio Nobel	Organização de informação Explicação
103	Prof.	Ninguém encontrou microrganismos ontem... nós precisamos de microscópio para vê-los, a não ser um tipo que está aqui atrás da sala de ICD, vocês vão descobrir o nome dele aqui no vídeo. Mas ontem ninguém encontrou bactérias, nem vírus e nem fungos. Existem 3 tipos de microrganismos.	
106	2	Eu já conhecia o vírus	Crianças fazem predições
108	1	Eu já conhecia o fungo, alguns dias que eu tratei o meu pé há um ano atrás.	Crianças fazem predições
112	Prof.	Mas antes, quais são os três tipos de microrganismos?	
114	3	Fungo, bactérias e vírus	Crianças usam observações como evidências

Fonte :autores (2024).

Nos turnos 95 e 96 os alunos 3 e 4 foram categorizados com indicador “Crianças fazem predições”:

“É claro que foi no mato, ele era pequeno e verde”.

“Eu encontrei no chão, ele era pequeno e verde”.

Os alunos possuem essa percepção que todos os microrganismos são pequenos e verdes, pois já tinham visto imagens deles na televisão. Portanto, quando foram procurar microrganismos, presumiram que iriam encontrar vírus que se assemelhassem às imagens que já conheciam. Elas estavam usando suas crenças e expectativas para fazer uma previsão, no qual é importante pois mostra que as crianças são capazes de fazer predições, mesmo quando essas predições não são baseadas em evidências científicas.

No turno 99 o aluno 1, argumentou e explicou sobre a Penicilina, no qual até o momento foi a descrição que mais demonstrou conhecimento sobre o assunto. O mesmo aluno no turno 108 relatou que conheceu o fungo, pois teve “micose” no pé. As micoses cutâneas são uma das infecções fúngicas mais comuns, sendo causadas por fungos que se alimentam de queratina, uma proteína presente na pele, nos cabelos e nas unhas (Peres et al., 2010).

A aula 3 no turno 114, a partir das informações que a professora passou durante as aulas, a mesma demonstrou que assimilou o conteúdo, pois anteriormente na Aula 1, quando a professora perguntou “o que são microrganismos” nenhum aluno havia mencionado que são bactérias, vírus e fungos.

O indicador **"crianças fazem predições"** se destacou significativamente nesta aula. Por mais que a palavra “microrganismos” fosse algo diferente do repertório de vocabulários dos estudantes, os mesmos já tinham concepções oriundas das relações sociais sobre o tema, (Vergnaud, 1990). De acordo com Salomão, Amaral e De Araújo (2014), as crianças já possuem suas próprias concepções do mundo, baseadas em suas experiências de vida. Assim, cabe ao professor estabelecer conexões entre o conhecimento empírico e o conhecimento científico, a fim de promover a alfabetização científica dos alunos.

Aula – 4: Placa de Petri

O Quadro 12 apresenta a análise dos turnos de fala dos alunos durante a Aula 4, na qual foi realizada a montagem dos meios de cultura utilizando placas de Petri. Após a coleta das amostras, foi realizada a preparação das placas, que incluíram amostras de mãos limpas, mãos sujas, do banheiro e da mesa. Esse quadro destaca as falas dos estudantes que caracterizam a etapa de investigação, evidenciando como eles se envolveram no procedimento de montagem e discutiram suas observações, promovendo o desenvolvimento de habilidades de observação e experimentação científica.

Quadro 12: Análise dos turnos que caracteriza a etapa de investigação referente a aula 4 (Placa de Petri)

Turno	Participante	Fala do Participante	Indicadores de A.C
-------	--------------	----------------------	--------------------

128	Prof.	Pessoal, o que nós fizemos ontem?	
129	2	Nós fizemos a comida dos microrganismos	Organização de informação
130	Prof.	E o que nós usamos para fazer a comida?	
131	2	Pózinho de gelatina e pozinho de bacon	Crianças usam observações como evidências
132	Prof.	E nós colocamos dentro de um potinho, como é o nome do potinho?	
133	1	Placa de Petri onde o escozes descobriu a penicilina	Crianças usam observações como evidências
134	Prof.	Para que serve a gelatina com o bacon dentro da placa de petri?	
135	3	Eu sei, sabe aquele negocinho que nós vamos pegar de uma mão sujona... nós vamos passar aquele negocinho (cotonete) e depois passar ele ali dentro.	Organização de informação Explicação
136	Prof.	Mas por que nós vamos colocar lá dentro? O que será que vai acontecer?	
137	3	A gente vai pegar os microrganismos e colocar dentro dali, e depois ver no microscópio	Organização de informação
138	Prof.	Então a placa de petri junto com o microscópio serve para que?	
139	2	Para pegar os microrganismos	Crianças fazem previsões
140	Prof.	Então a placa de petri serve para?	
141	3	Para ver, para colocar a comidinha dos microrganismos e colocar eles para ver no microscópio. E também usar a lupa para ver.	Organização de informação Explicação
149	Prof.	Na próxima semana nós vamos analisar as placas de petri, então o que vai acontecer... as	

		bactérias vão se proliferar (crescer)... e porque elas vão crescer?	
151	3	Porque elas vão reproduzir	Levantamento de hipótese
152	3	Porque elas vão morar aí na placa	Levantamento de hipótese
153	Prof.	Qual placa de petri vocês acham que teremos mais bactérias?	
154	Prof.	2 pessoas mãos limpas, 3 pessoas mãos sujas, 8 pessoas no banheiro e 0 pessoas na mesa.	
156	Prof.	Mas, e nas nossas mãos, será que teremos bactérias?	
157	5	Não, por que não vejo elas na minha mão	Levantamento de hipótese
158	Prof.	E na mesa vocês acham que tem bactérias?	
159	Todos	Não	

Fonte: autores (2024)

Iniciou-se a aula 4 com questionamentos relacionados a aula anterior no qual remete-se a montagem do meio de cultura.

Foi possível notar a presença dos indicadores “**organização de informação**” e “**explicação**” com maior frequência, pois os alunos relataram os passos que foram seguidos na aula anterior, bem como a explicação do porquê realizamos os seguintes passos.

A fala dos alunos nos turnos 154 e 157 revela uma percepção equivocada sobre a existência de bactérias. No turno 154, os alunos associam a presença de bactérias novamente a lugares sujos, como o banheiro. No turno 157, uma aluna afirma que não existem bactérias na mão pois não consegue vê-las. Essa percepção, de que aquilo que não se vê não existe a primeiro momento pode dificultar o entendimento do conteúdo. Cassanti et al. (2008) afirmam que o desenvolvimento de experimentos em microbiologia é muito importante para a percepção desses organismos, uma vez que são pouco perceptíveis. Sendo considerado um mundo abstrato para alunos do ensino fundamental, quando esse tema passa a ser abordado.

Aula 5 – Análise da placa de Petri.

O quadro 12 apresenta a análise das observações realizadas pelos alunos durante a atividade de inspeção das placas de Petri. Cada equipe examinou a placa correspondente à amostra que coletou de um local específico, como mãos limpas, mãos sujas, banheiro e mesa.

Durante essa etapa, os alunos observaram aspectos como a quantidade de colônias de bactérias e as variações de cores nas placas.

Quadro 13: Análise dos turnos que caracteriza a etapa de investigação referente a aula 5 (análise da placa de Petri).

Turno	Participante	Fala do Participante	Indicadores de A.C
163	Prof.	Qual foi a nossa primeira atividade sobre microrganismo?	
168	3	É aquela que a gente viu um filme sobre microrganismos e depois nós fomos coletar microrganismos	Organização de informações
169	Prof.	Lembra que nós utilizamos um instrumento que quando utilizamos ele, as coisas aumentam de tamanho?	
171	5	Nós saímos procurando microrganismos com a lupa	Organização de informações
172	Prof.	E qual foi o único microrganismo que nós conseguimos encontrar usando a lupa?	
173	2	Fungo	Crianças usam observações como evidências
176	3	Fungo é pequeno, microrganismos é pequeno	Crianças usam observações como evidências Crianças fazem previsões
177	Prof.	E não encontramos mais nada além do fungo, e então nós tivemos que fazer algo para encontrar as bactérias... e o que nós fizemos?	
178	5	A comida, usamos bacon e gelatina.	Crianças usam observações como evidências

179	Prof.	Então nos colocamos esses ingredientes no Becker e água. E então colocamos essa mistura em qual local?	
180	4	Na placa de petri	Crianças usam observações como evidências
181	2	E depois foi para geladeira	Crianças usam observações como evidências
184	Prof.	Quais foram os lugares nós coletamos?	
185	2	Mesa, banheiro, mãos limpas e mãos sujas	Crianças usam observações como evidências
191	Prof.	Todas essas “bolinhas” são colônias de bactérias. Isso que está peludinho é fungo, cresceram fungos aqui na placa de petri de vocês. Temos muitas colônias de bactérias.	
192	2	Acho que tem 40 colônias de bactérias	Levantamento de hipótese
193	1	Acho que tem mil e tantas.	Levantamento de hipótese
194	Prof.	Olhando essa placa de petri, vocês acham que a mão suja tem bactéria ou não?	
195	2	Tem bastante	Crianças usam observações como evidências
196	Prof.	Agora vamos analisar a placa de petri da mesa, todas essas bolinhas...	
197	3	São colônias de bactérias	Levantamento de hipótese
199	3	Igual uma rainha e os soldados	Explicação
200	Prof.	Olhando essa placa de petri, vocês acham que a mesa tem bactéria ou não?	

201	3	Tem bastante	Crianças usam observações como evidências
216	2	Eu lembro tia, existia uma bactéria de bolinha, um de retângulo e os fungos	Explicação

Fonte: autores (2024).

A professora iniciou a aula retomando os principais conceitos abordados na investigação, foi um momento de relembrar e organizar as informações. Para isso, utilizou o quadro para desenhar a sequência dos passos realizados até então. Conforme os alunos relatavam cada passo, a professora foi completando o desenho.

Nesta aula, ficou evidente, especialmente nos turnos 173, 176 e 180, que os alunos foram capazes de nomear alguns microrganismos e materiais de laboratório utilizados. A partir do turno 191, iniciamos a análise das placas de Petri. Inicialmente, cada grupo analisou sua respectiva placa. Nas falas dos estudantes, foi possível identificar a presença de conceitos científicos, como “colônias de bactérias⁵”. Além disso, observou-se a capacidade de diferenciação de tipos de bactérias, como demonstrado no turno 216 pela fala de um dos estudantes: “Eu lembro tia, existia uma bactéria de bolinha, um de retângulo e os fungos”

No caso de bactéria “bolinha” o mesmo estava se referindo a bactérias *Streptococcus* (Rosenbach, 1884), e a bactéria “retângulo” o mesmo estava se referindo a bactéria *Bacillus* (Cohn, 1872). O aluno utilizou analogias para a construção de seus conhecimentos, é fundamental, o uso de analogias com situações simples do cotidiano da criança (Massarani, 1999). Considerando que a aplicação de analogias pode viabilizar a construção de conceitos científicos, essa abordagem pode ser vantajosa para a compreensão e o entendimento de ideias que geralmente são consideradas complexas pelos alunos, promovendo, assim, um aprendizado mais eficaz. Isso ocorre porque as analogias podem oferecer uma forma mais acessível e intuitiva de transmitir informações de difícil compreensão, favorecendo a assimilação dos conceitos científicos pelos estudantes (Silva; Pimentel; Terrazzan, 2011).

Aula 6 - Comparação dos resultados

No Quadro 13 é apresentada a comparação dos resultados entre as diferentes amostras analisadas pelas equipes. Após a observação individual das placas de Petri, os alunos

⁵ Colônias bacterianas são formadas a partir de uma única célula que se multiplica, resultando em um crescimento visível em um meio de cultura (Pelczar; Chan; Krieg, 1997).

compartilharam e discutiram suas descobertas, permitindo uma análise comparativa entre os locais de coleta. Esse quadro destaca as trocas de informações e a colaboração entre as equipes, promovendo a compreensão sobre a diversidade e o crescimento microbiano em diferentes ambientes.

Quadro 14: Análise dos turnos que caracteriza a etapa de investigação referente a aula 6 (comparação dos resultados)

Turno	Participante	Fala do Participante	Indicadores de A.C
219	Prof.	Grupo que coletou amostra da mão suja, venha analisar as demais amostras.	
220	2	Tia, olha um fungo aqui	Crianças usam observações como evidências Crianças fazem predições
222	2	Acho que o nosso grupo é o que tem mais bactérias	Crianças comunicam seus achados Crianças fazem predições
223	Prof.	E qual é o grupo de vocês?	
224	2	Mão suja	Crianças comunicam seus achados
225	Prof.	E qual lugar vocês acham que tem mais fungos?	
226	Grupo	No banheiro	Crianças usam observações como evidências Crianças comunicam seus achados Crianças fazem predições
229	Prof.	Então analisando todas as placas, qual é local que tem mais bactérias e por quê?	
230	2	Mão suja, é porque as bactérias gostam quando não lavamos as mãos. Mas daí as bactérias do bem fogem da sujeira e vem a bactéria do mal.	Levantamento de hipótese Explicação

231	Prof.	Mas por que vocês acham que tem tantas bactérias em nossas mãos?	
232	2	Porque tipo, nós vamos relar em uma coisa suja, aí a nossas mãos fica com várias bactérias.	Crianças fazem predições Explicação
234	Prof.	E qual lugar temos menos bactérias?	
235	2	Na mão limpa	Crianças usam observações como evidências
236	Prof.	Mas por que será que na mão limpa temos menos bactérias?	
237	5	Por conta do álcool que passamos na mão e matou as bactérias	Crianças fazem predições Explicação
252	4	No banheiro está cheio de fungos	Crianças usam observações como evidências
256	4	Por que está sujo, pois colocamos a mãos na areia, no chão, na boca, no tênis, na cadeira, nas canetas	Explicação
260	3	Tem pouquinho bactérias na mão limpa	Crianças usam observações como evidências
261	Prof.	E na mão suja por que tem tantas?	
262	4	A mão que sujamos pegando nas canetas, brincando, coisas que encontramos na rua, quando amarramos o tênis.	Crianças fazem predições Explicação
263	Prof.	Por que na mão limpa não tivemos tantas bactérias?	
264	3	Porque o álcool que matou as bactérias.	Crianças fazem predições Explicação

Fonte: autores (2024).

Anteriormente, os grupos analisaram suas respectivas placas de Petri, onde cada placa continha material coletado de um único local. Na aula 6, os grupos puderam examinar todas as placas de Petri, com o objetivo de comparar os resultados das amostras coletadas em cada local.

Ficou evidente na análise dos estudantes que a amostra com o maior número de colônias de bactérias foi a da “mão suja”. Além disso, eles relataram, a partir de suas observações e previsões, que essa maior quantidade de bactérias se deve à falta de higiene.

O turno 254 não está incluído no quadro acima, pois corresponde à fala de um participante que não está sendo analisado. Porém, como seu relato é relevante para a discussão desta aula, foi incluído no texto:

“É, mas na mão suja é que tem mais bactérias”.

Após essa fala, a professora perguntou por que a placa de Petri com amostra das mãos sujas apresentava uma maior quantidade de colônias de bactérias. Então, no turno 256, foi respondido:

“Porque está sujo, já que colocamos as mãos na areia, no chão, na boca, no tênis, na cadeira e nas canetas”.

Esses relatos envolvem os conhecimentos prévios dos alunos, os quais estão estreitamente relacionados à cultura transmitida pelos pais aos seus filhos, como o hábito de lavar as mãos antes das refeições. Os relatos mencionados anteriormente estão em consonância com o trabalho do autor Jones e Rua (2008):

Por outro lado, os pais e educadores, têm muitas vezes de apresentar às crianças o mundo microscópico da vida cotidiana, uma vez que uma preocupação constante dos adultos é ensinar-lhes práticas de saúde e higiene, como lavar as mãos antes das refeições, escovar os dentes, usar roupas limpas, tomar banho e não colocar objetos sujos na boca (Jones; Rua, p.275, 2008).

Ausubel (1982) defende que os conhecimentos prévios dos alunos desempenham um papel fundamental na aprendizagem. Ao relacionar um novo conteúdo a ideias já existentes, o aprendiz realiza uma aprendizagem significativa. Nesse processo, o novo conhecimento se ancora em conceitos mais gerais, chamados de subsunções, promovendo uma organização mais estável e compreensiva da informação.

Quando a professora questionou por que a placa de Petri com a amostra das mãos limpas apresentou menos bactérias, a aluna, no turno 264, explicou que isso ocorreu devido ao uso de álcool, que matou as bactérias. Esse argumento está intimamente ligado à experiência vivida pelos alunos durante a pandemia, período em que se intensificou o hábito de passar álcool nas mãos. As crianças desenvolveram uma compreensão acentuada sobre as medidas de prevenção contra a COVID-19, refletindo as orientações proferidas pelas autoridades sanitárias. Essas recomendações incluíam práticas essenciais como higienização das mãos, utilização de álcool em gel e o uso de máscara (Folino et al., 2021).

O Quadro 15 apresenta a análise dos turnos de fala dos alunos durante a Aula 7, dedicada à observação com o microscópio. Nesta etapa de pós-investigação, cada aluno teve a oportunidade de identificar tipos de bactérias, como cocos, bacilos e espirilos, discutindo suas observações com base na forma e estrutura visualizadas. Esse quadro destaca como as crianças usam evidências e formulam hipóteses, comunicando suas descobertas de maneira investigativa

Quadro 15: Análise dos turnos que caracteriza a etapa de pós-investigação referente a aula 7 (microscópio).

273	Prof.	E os espirilos, ele parece o que?	
274	1	Uma minhoca	Crianças usam observações como evidências
275	Prof.	E os bacilos?	
276	1	Parece um bastão	Crianças usam observações como evidências
277	Prof.	Aluno 1 pode ir ao microscópio identificar o tipo de bactéria	
278	1	Consigo ver que a bactéria é os cocos, por que é uma bolinha	Crianças comunicam seus achados Levantamento de hipótese Crianças usam observações como evidências
279	Prof.	Mas não é um pouco alongada essa bolinha não é alongada?	
280	1	Sim	Crianças usam observações como evidências
281	Prof.	Agora é o aluno 1	
282	2	Eu estou vendo cocos, mas está um pouquinho é alongado... então é bacilos	Crianças comunicam seus achados

			Crianças usam observações como evidências Levantamento de hipótese
289	Prof.	Agora é a vez do aluno 5	
290	5	É bacilos, porque está esticadinho	Levantamento de hipótese Crianças usam observações como evidências Crianças comunicam seus achados

Aula 8 – Pós-teste

Na Aula 8, os alunos participaram de uma discussão pós-investigativa sobre o aprendizado obtido, revisitando conceitos sobre bactérias e práticas de higiene. Essa atividade promoveu a conexão entre o conhecimento científico e o cotidiano, reforçando a alfabetização científica entre os estudantes. O Quadro 16 registra essa troca de ideias, destacando o aprofundamento no entendimento sobre microrganismos e sua relação com a saúde e higiene.

Quadro 16: Análise dos turnos que caracteriza a última etapa de pós-investigação referente a aula 8 (pós-teste).

306	Prof.	Vocês já sabem 3 tipos de bactérias, mas o que são colônias de bactérias?	
307	2	Colônias de bactérias são várias juntas	Crianças usam observações como evidências
309	2	Tem um queijo que é branco e verde o nome dele é gorgonzola, ele parece que tem fungos.	Crianças comunicam seus achados
310	4	A minha mãe já pegou bactérias	Crianças comunicam seus achados
311	5	Então era a bactéria patogênica	Crianças comunicam seus achados

312	Prof.	Isso mesmo, quando causa doença é patogênica.	
-----	-------	---	--

Fonte: autores (2024).

Nas aulas 7 e 8, ficou evidente que os alunos estão desenvolvendo conhecimentos e habilidades mais complexas por meio das aulas. Eles estão avançando além do uso de analogias simples para compreender conceitos mais sofisticados, como a identificação e nomenclatura correta das bactérias.

Este progresso reflete o conceito de Vygotsky sobre a 'Zona de Desenvolvimento Proximal', onde os alunos transitam de um nível de conhecimento para outro mais complexo, graças à interação e ao suporte adequado (Vygotsky, 1978). Além disso, a incorporação dos conceitos explorados em sala de aula no cotidiano dos estudantes, evidenciada nos turnos 310, 311 e 321, ressoa fortemente com o conceito de alfabetização científica. De acordo com Hodson (1998), o verdadeiro teste da alfabetização científica não se limita ao domínio dos conceitos científicos, mas se estende à aplicação desses conceitos na vida diária dos alunos. Ele argumenta que os estudantes devem ser capacitados não apenas para entender a ciência, mas também para aplicar esse conhecimento de maneira prática e informada em suas vidas cotidianas. Essa abordagem é claramente refletida na forma como os alunos da atual pesquisa foram capazes de conectar os conhecimentos científicos obtidos em sala de aula com suas experiências e observações pessoais, demonstrando assim uma verdadeira compreensão da ciência em seu contexto prático.

422 Registros Semióticos

A análise anterior centrou-se em avaliar os indicadores de alfabetização científica manifestados nas falas dos participantes. Paralelamente à análise das falas, optou-se por coletar dados também por meio de registros semióticos. Estes registros foram realizados durante três aulas específicas: pré-teste, pós-teste imediato e pós-teste após 3 meses. É relevante destacar que, após a conclusão de cada uma destas etapas, a professora questionava os alunos sobre o significado dos elementos representados em seus desenhos, procedendo com a respectiva nomeação. Esta abordagem permitiu um entendimento mais profundo do conhecimento dos alunos sobre microrganismos, complementando a avaliação focada anteriormente na alfabetização científica.

O objetivo da análise das representações semióticas é analisar o quanto o participante aprendeu sobre o conteúdo relacionado aos Microrganismos. Para essa análise usou-se como

suporte a pesquisa do autor Camargo Filho (2014). O presente estudo analisou a evolução do conhecimento dos alunos relacionados aos Microrganismos, o intuito foi que o participante deveria progredir do conhecimento não científico (Concepções alternativas) para o conhecimento científico (Critérios), demonstrando evidências positivas nas aulas baseadas em ensino por investigação. As concepções alternativas foram criadas com base na análise das falas dos participantes.

O Quadro 17 apresenta a estrutura formulada para avaliar a evolução conceitual dos alunos relacionados aos microrganismos ao longo da sequência didática. Este quadro delineia os critérios científicos utilizados na avaliação, permitindo identificar tanto os entendimentos corretos quanto as concepções alternativas que surgiram durante o processo de aprendizagem. Assim, ele serve como uma ferramenta para observar o desenvolvimento conceitual das crianças em relação aos conteúdos abordados sobre microrganismos.

Para essa evolução conceitual, precisava estar presente nos registros semióticos dos alunos, tais critérios relacionados aos seus conhecimentos sobre Microrganismos:

Quadro 17: Critérios científicos e concepções alternativas relacionados aos microrganismos.

Critérios Científico	Descrição Científica	Concepções alternativas
Local	Locais que os microrganismos podem viver: objetos, corpo humano, banheiro, plantas, queijos, iogurte.	Associar que microrganismos vivem em locais onde nos humanos não conseguimos ver (ex: subsolo ou no céu). Estabelecer uma conexão entre a ideia de que os microrganismos vivem somente em locais sujos (ex: no chão).
Classificação	Distinguir os três microrganismos: bactérias, fungos e vírus.	Dizer que todos são iguais: vírus e bactérias ser a mesma coisa. Relacionar a morfologia dos microrganismos com humanos ou insetos.

Morfologia das bactérias	Diferenciar os tipos de bactéria, a partir de suas estruturas: cocos, bacilos e espirilos. Representar com dimensões “pequenas”.	Não representar os diferentes tipos de bactérias. Tamanho desigual.
Função	Benefícios e malefícios.	Reconhecer os microrganismos predominantemente como agentes patogênicos.
Materiais da pesquisa	Lupa, microscópio, placa de Petri, Becker e mesa de luz.	Não representar os materiais que foram utilizados.
Profilaxia e/ou controle dos microrganismos	Lavar as mãos (profilaxia). Antibiótico (controle).	Não representar a importância da higiene.

Fonte: autores (2024).

Os critérios científicos utilizados nesta pesquisa para analisar as representações dos alunos sobre microrganismos são semelhantes aos empregados em estudos anteriores. Por exemplo, Berdardi et al. (2019) também investigaram as concepções de estudantes sobre os microrganismos, avaliando aspectos como os locais onde eles podem ser encontrados e suas relações com os seres humanos. Além disso, Mafra, Simões de Carvalho e Lima (2022) categorizaram os desenhos de alunos, considerando elementos como forma, características animais e conotação (positiva ou negativa), critérios estes que também foram adaptados para a presente pesquisa.

Com base nos critérios anteriormente mencionados, optou-se por utilizar as categorias de compreensão de microrganismos no qual foi uma adaptação do autor Camargo Filho (2014), para avaliar a evolução do conhecimento dos estudantes sobre o tema. A escolha dessas categorias foi motivada pela necessidade de realizar uma análise minuciosa do aprendizado dos alunos. O objetivo não foi apenas verificar se eles aprenderam, mas entender a profundidade e a qualidade desse aprendizado. Esse método permitiu avaliar a compreensão científica dos alunos sobre os microrganismos e identificar quaisquer concepções alternativas que eles pudessem ter. Desta forma, foi possível não apenas medir a aquisição de conhecimento, mas

também a evolução da compreensão dos estudantes, passando de compreensões não científicas para uma compreensão mais científica e precisa do tema.

No Quadro 18, estão descritos os critérios definidos para cinco diferentes categorias relacionadas à compreensão de conceitos, conforme descrito por Adadan et al. (2010). Essas categorias variam em um espectro que vai desde Fragmentos Alternativos, com menor embasamento científico, até a Compreensão Científica completa, que envolve a integração de vários aspectos relativos aos Microrganismos.

Cada categoria é composta por um subconjunto de entendimentos classificados como científicos ou alternativos. Neste estudo, um entendimento científico refere-se a um dos 6 critérios de Microrganismos estarem presentes nos registros semióticos realizados pelos alunos. Por exemplo, dos 6 critérios mencionados acima, se estiverem presentes no desenho apenas 2 critérios, o mesmo se enquadra na categoria “Alternativa com Fragmentos Científicos”, e assim por diante.

A Categoria de Compreensão Conceitual **Científica** engloba a integração de todos os 6 critérios pertinentes à compreensão conceitual dentro do tema Microrganismos. Logo abaixo, encontramos a categoria **Fragmentos Científicos**, que abrange um conjunto parcial dos critérios de compreensão conceitual científica associados aos Microrganismos, excluindo interpretações alternativas. Seguindo, a Categoria de Compreensão Conceitual **Científica com Fragmentos Alternativos** compreende uma seleção de critérios de compreensão conceitual científica de Microrganismos, incorporando pelo menos 3 elementos científicos do mesmo. A Categoria **Alternativa com Fragmentos Científicos**, por sua vez, abarca uma parte de concepções alternativas presentes em Fragmentos Alternativos, contendo no máximo 2 critérios científicos. Finalmente, a categoria **Fragmentos Alternativos** é caracterizada por um conjunto de compreensões conceituais que contradizem os critérios científicos, sem incluir critérios de conhecimento científico. Com isso, constituímos as Categorias de Compreensão Conceitual de Microrganismos, sintetizada no quadro 18.

Quadro 18: Categorias de Compreensão Conceitual de Microrganismos

Categorias de Compreensão Conceitual de Microrganismos	N	Crítério
Compreensão Científica	4	Inclui coordenar todos os critérios de compreensão

		conceitual científica sobre os Microrganismos, não incluindo fragmentos.
Fragmentos Científicos	3	Inclui no máximo cinco critérios de compreensão conceitual científica associados aos Microrganismos, com no máximo um Fragmento Alternativo.
Científica com Fragmentos Alternativos	2	Inclui critérios de compreensão conceitual científica associados aos Microrganismos, com no máximo três Fragmentos Alternativos.
Alternativa com Fragmentos Científicos	1	Inclui um subconjunto dos critérios de concepções alternativas indicada em Fragmentos Alternativos, com no máximo dois aspectos científicos sobre Microrganismos
Fragmentos Alternativos	0	Inclui um subconjunto de entendimentos conceituais que estão em conflito com os aspectos científicos sobre microrganismos, sem conter fragmentos de conhecimento científico.

Fonte: Adaptado de Adadan et al. (2010, p. 1012), Buffler et al (2001) e Camargo Filho (2014).

Este método permite não apenas um aprimoramento qualitativo, mas também uma abordagem quantitativa. Para isso, foram designados valores numéricos (N) a cada categoria de compreensão conceitual, variando de 0 (para Fragmentos Alternativos) até 6 (para Conhecimento Científico), conforme detalhado no quadro 18. Estes valores numéricos possibilitam compreender os números das categorias de compreensão conceitual observados nos três momentos distintos de coleta de dados. As diferenças entre as categorias foram classificadas para identificar o tipo de evolução conceitual dos participantes ao longo do tempo comparando o desenvolvimento nas Categorias de Compreensão Conceitual em diferentes etapas: do pré ao pós-instrucional e do pós-instrucional à retenção, conforme discutido em White e Arzi (2005), Siegel e Castellan (1988) e Adadan et al. (2010).

Para analisar a evolução entre as Categorias de Compreensão Conceitual entre as Avaliações Diagnósticas, nominou-se a diferença entre as categorias conforme o quadro 19.

Quadro 19 – Evolução entre as Categorias de Compreensão Conceitual

Diferença entre as Categorias de Compreensão Conceitual	Classificação
+3	<i>Evolução Radical</i>
+2	<i>Evolução Moderada</i>
+1	<i>Evolução Leve</i>
0	<i>Estável</i>
- 1	<i>Dcaimento Leve</i>
- 2	<i>Dcaimento Moderado</i>
- 3	<i>Dcaimento Radical</i>

Fonte: Carmargo Filho (2014)

Utilizando o instrumento analítico desenvolvido por Camargo Filho (2014), foi possível avaliar o desenvolvimento, a regressão ou a constância nas fases de avaliação AD1, AD2 e AD3 (avaliações diagnósticas). Essas avaliações foram sintetizadas para formular trajetórias de compreensão conceitual nos grupos estudados. Os alunos receberam as seguintes instruções para realizar as avaliações semióticas: AD1: “Registrar na folha sulfite, utilizando giz de cera, o que entenderam sobre o mundo invisível, relacionado a experiências vividas durante a pandemia.” AD2: “Agora que finalizamos o projeto, desenhemos novamente o que compreendem sobre o mundo invisível, relacionando-se com a pandemia.” AD3: “Desenhem novamente o que vocês sabem sobre o mundo invisível, relacionando-se com a pandemia.” Observa-se que não houve alterações significativas nas instruções entre as fases, mantendo - se um padrão.

A fusão de elementos qualitativos e quantitativos buscou oferecer uma ferramenta analítica eficaz para traçar as trajetórias de compreensão conceitual dos estudantes, desde o conhecimento não científico até o científico. A análise dos dados foi dividida em duas etapas complementares, ambas as técnicas em uma análise individual de cada participante nas três avaliações: AD1, AD2 e AD3, sendo a última realizada após três meses. A partir da análise dos registros semióticos, foi utilizado o referencial analítico para classificar as Categorias de Compreensão Conceitual sobre Microrganismos nas fases AD1, AD2 e AD3. Os resultados

foram apresentados de forma visual, permitindo a comparação entre os três momentos de avaliação e ilustrando as mudanças nas compreensões dos alunos ao longo do tempo.

O quadro de Evolução entre as Categorias de Compreensão Conceitual reflete o grau de progresso dos alunos em relação ao ponto inicial de suas compreensões. O valor +3, presente no quadro, indica uma evolução significativa no nível de entendimento do aluno, representando uma evolução radical. Esse valor não corresponde a uma nova categoria de compreensão, mas sim ao avanço em termos de conhecimento adquirido ao longo da sequência didática.

A Categoria 4, que representa o nível mais elevado de compreensão científica, é o ponto final de evolução esperado. Portanto, um aluno que apresenta uma evolução de +3 começou, por exemplo, na Categoria 1 e progrediu três níveis até atingir a Categoria 4. Esse progresso demonstra a ampliação do entendimento conceitual do aluno sobre o tema, passando de uma compreensão mínima ou inexistente para um nível completo de entendimento científico.

Essa distinção entre o valor de +3, que representa a magnitude da evolução, e a Categoria 4, que indica o nível final de compreensão, é essencial para compreender como os diferentes níveis de progresso se relacionam e como os alunos podem alcançar um domínio mais profundo dos conceitos investigados.

Análise da Avaliação Diagnóstica 1

A presente seção caracteriza a aplicação do referencial analítico na seção proposto para identificar as Categorias de Compreensão Conceitual de cinco participantes da pesquisa por meio de representações semióticas.

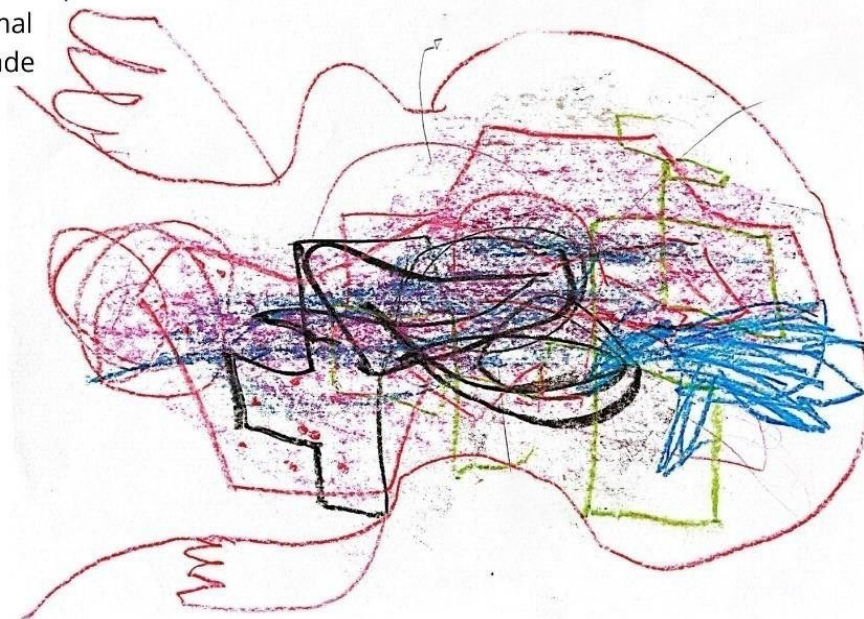
Aluno 1

Avaliação diagnóstica 1

Na figura 15, está apresentada a representação semiótica do aluno 1 na AD1. É possível identificar três elementos principais: "vive no corpo humano," "é do mal," e "é grande."

Figura 15: representação semiótica do aluno 1 durante a avaliação diagnóstica 1.

- 1- Vive no corpo humano
- 2- É do mal
- 3- É grande



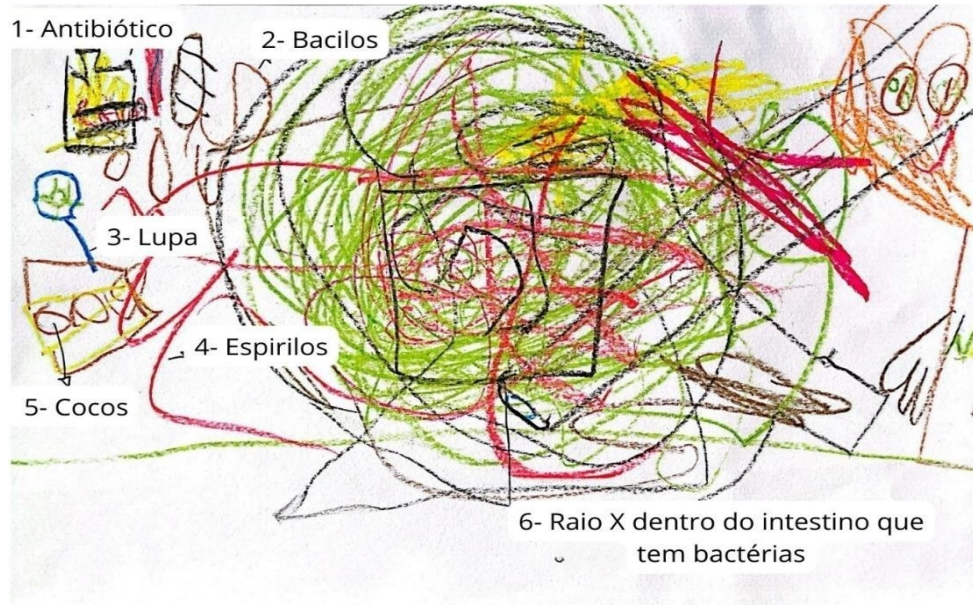
Fonte: autores (2024).

Na análise semântica previamente mencionada, o estudante destacou três características específicas: a localização, a função e a morfologia das bactérias. Foi identificado um critério científico, sendo ele a localização. Em relação à função e morfologia, se enquadram em concepções alternativas. Assim, em termos da categorização conceitual relacionada aos microrganismos, sua representação se alinha com a categoria denominada “Alternativa com Fragmentos Científicos”.

Avaliação diagnóstica 2:

Na segunda avaliação, o Aluno 1 demonstra uma compreensão mais desenvolvida. Agora, o desenho inclui representações que correspondem a "materiais de pesquisa" como microscópios, e referências à "classificação" e "morfologia das bactérias".

Figura 16: representação semiótica do aluno 1 durante a avaliação diagnóstica 2.



Fonte :autores (2024).

Na análise semântica da figura 16, referente à avaliação diagnóstica 2, o aluno 1 registrou quatro características distintas: local, morfologia das bactérias, materiais de pesquisa e controle. Por meio dos elementos representados pelo aluno, foi observado que todos os quatro estão corretos, enquadrando-se, assim, na categoria de "Fragmentos Científicos".

Nesse momento, foi identificada uma "Evolução Moderada", indicada por um aumento de (+2) nas pontuações das categorias de compreensão conceitual. O aluno, anteriormente classificado na categoria "Alternativa com Fragmentos Científicos" na Avaliação Diagnóstica 1 (AD1), progrediu para a categoria "Fragmentos Científicos" na Avaliação Diagnóstica 2 (AD2).

Avaliação diagnóstica 3:

No terceiro desenho, o Aluno 1 apresenta um entendimento refinado, incluindo "controle e profilaxia" destacando o antibiótico, além de "função" ao diferenciar os diferentes formatos das bactérias.

Figura 17: representação semiótica do aluno 1 durante a avaliação diagnóstica 3.



Fonte: autores (2024).

Nesta análise semântica, relacionada à Avaliação Diagnóstica 3 (AD3), o aluno 1 destacou seis características distintas: localização, classificação, morfologia e função, além dos materiais de pesquisa e controle. Observou-se que, dentre os elementos apresentados pelo aluno, apenas um está incorreto: a localização das bactérias, representadas predominantemente como agentes patogênicos. Os critérios estão, portanto, corretos, embora com uma interpretação alternativa, enquadrando-se na categoria de "Fragmentos Científicos".

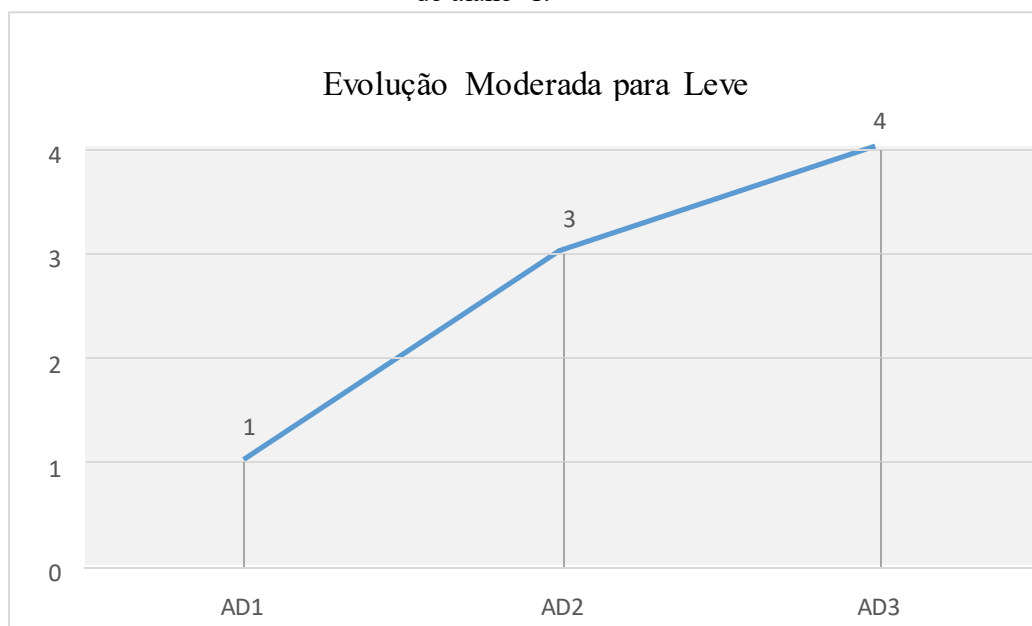
Diante disso, constatou-se uma classificação "Estável", caracterizada pela ausência de variação entre as Categorias de Compreensão Conceitual, evidenciada por uma pontuação neutra (0). O aluno, previamente enquadrado na categoria "Fragmentos Científicos" na (AD2), permaneceu na mesma categoria na (AD3), denotando uma estagnação conceitual.

Na visão dos pesquisadores o aluno poderia progredir para pelo menos a próxima categoria, "Evolução Leve", levando em consideração que, na Avaliação Diagnóstica (AD1) e (AD2), ele demonstrou compreensão de que os microrganismos podem ter efeitos benéficos ou causar patologias, ao representar a presença de bactérias no intestino e no corpo humano. Ou seja, embora na Avaliação Diagnóstica 3 (AD3) tenha representado predominantemente as bactérias como agentes patogênicos, na AD1 e AD2 ele as representou de ambas as formas.

E se analisarmos as falas do estudante podemos observar que o mesmo possui argumentos que sustentam essa evolução entre as categorias, como no turno 99 o aluno participante argumenta e explicou sobre a Penicilina, demonstrando conhecimento no tema.

O gráfico de evolução do Aluno 1 ilustra o progresso conceitual entre AD1 e AD3, refletindo uma mudança significativa, evidenciando a assimilação dos conceitos investigados, desta forma na AD3 o aluno 1 obteve uma “Evolução Leve” para a categoria “Compreensão Científica”.

Gráfico 1: Evolução entre as categorias de compreensão científica das avaliações (AD1, AD2 e AD3) do aluno 1.



Fonte: autores (2024).

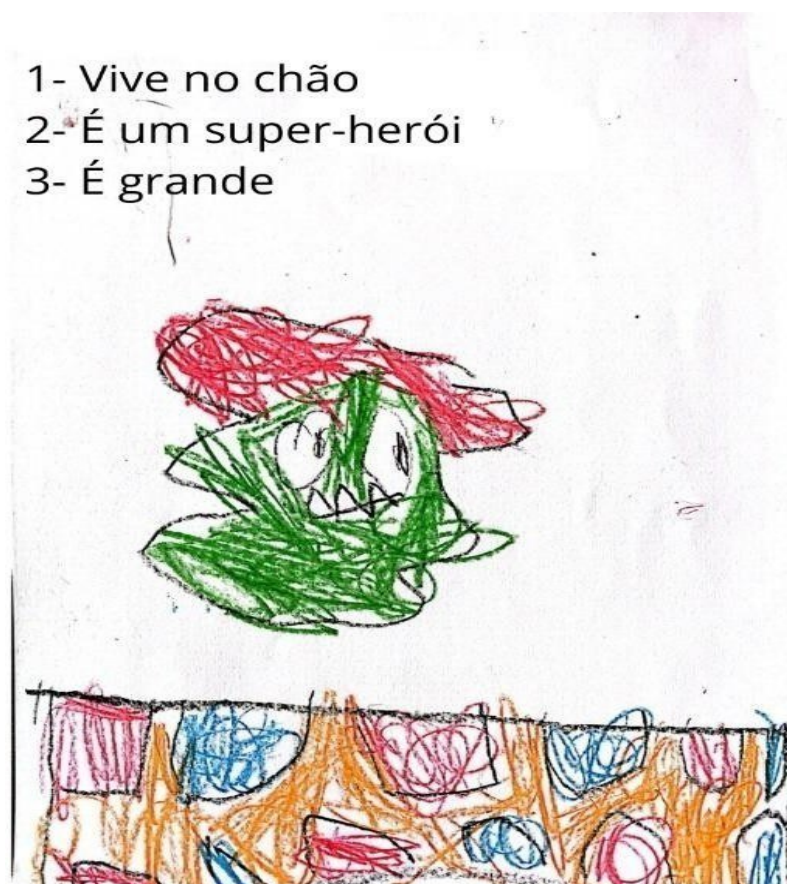
O aluno 1 demonstrou uma notável evolução na AD3, sendo o único estudante que apresentou um aumento na compreensão sobre microrganismos três meses após as aulas, em comparação com o período de aprendizagem imediato. Isso sugere que ele conseguiu integrar o conhecimento científico à sua vivência cotidiana, reconhecendo a relação dos microrganismos com seu dia a dia, o que se alinha à visão de Bybee (1997). Bybee argumenta que o ensino de ciências vai além da simples transmissão de conteúdo, promovendo a compreensão dos conceitos científicos e o desenvolvimento de habilidades investigativas. Esse processo contribui para que os alunos possam interpretar e interagir com o mundo ao seu redor de maneira crítica e informada.

Aluno 2

Avaliação diagnóstica 1:

Na primeira representação do Aluno 2, são identificados os elementos de "localização" (vive em locais sujos), "função" (ser um super-herói) e "morfologia" (é grande).

Figura 24: representação semiótica do aluno 2 durante a avaliação diagnóstica 1.



Fonte: autores (2024).

Na análise semântica acima, o estudante destacou três características específicas: a localização, a função e a morfologia das bactérias. Não foram identificados critérios científicos, esses três elementos representam concepções alternativas. Assim, em termos da categorização conceitual relacionada aos microrganismos, sua representação se alinha com o grupo denominado "Fragmentos Alternativos".

Avaliação diagnóstica 2:

Na segunda avaliação, o aluno enriqueceu com mais elementos, como materiais de pesquisa e classificação, demonstrando avanço na compreensão sobre microrganismos.

Figura 25: representação semiótica do aluno 2 durante a avaliação diagnóstica 2



Fonte :autores (2024).

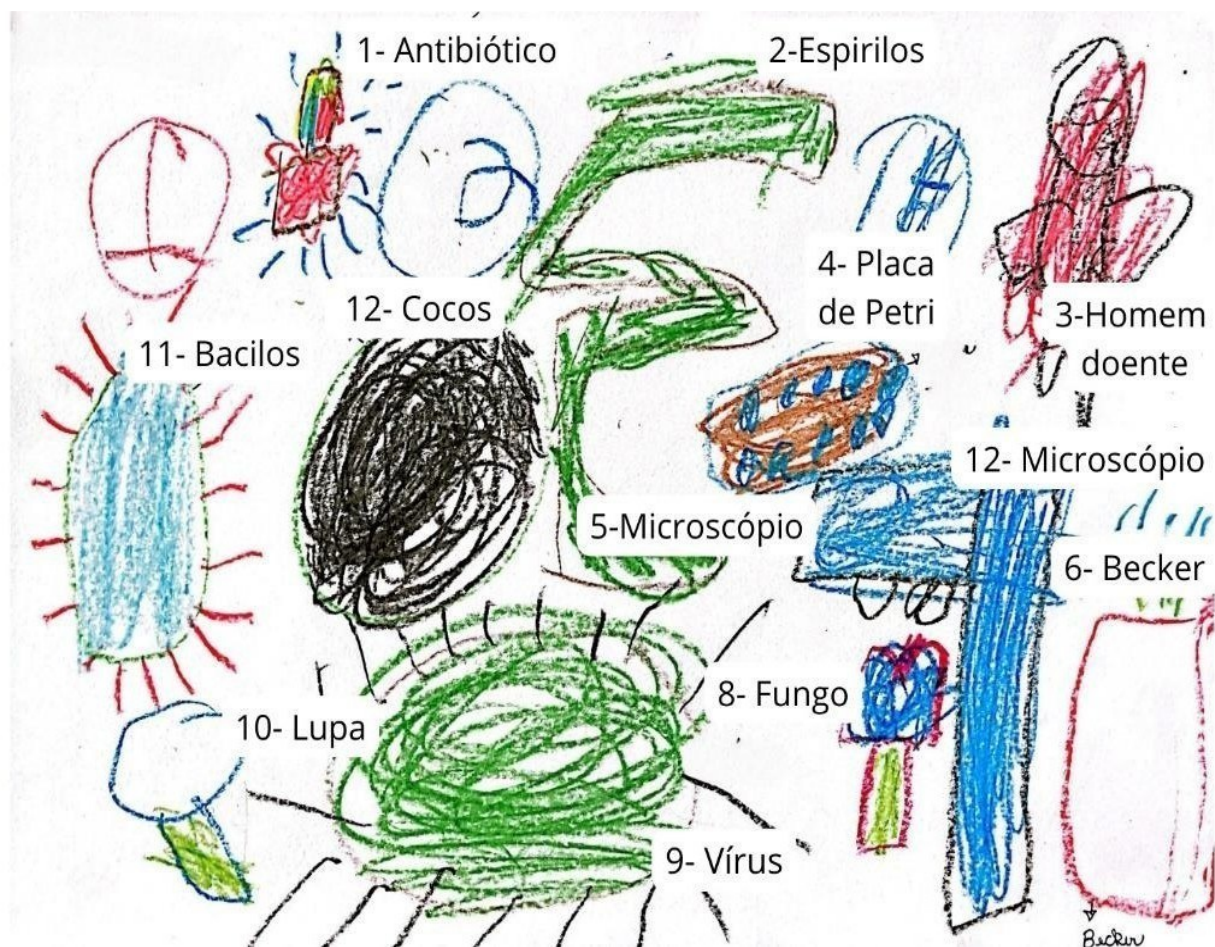
Na análise semântica referente à avaliação diagnóstica 2, o aluno 2 ressaltou cinco características distintas: localização, classificação, morfologia das bactérias, função, materiais de pesquisa e controle. Por meio dos elementos representados pelo aluno, foi observado que cinco elementos estão corretos. Apenas o elemento “função” não foi mencionado, enquadrando-se assim, na categoria de "Fragmentos Científicos".

Nesse momento, foi identificada uma "Evolução Moderada", indicada por um aumento de (+2) nas pontuações das categorias de compreensão conceitual. O aluno, anteriormente classificado na categoria "Fragmentos Alternativos" na Avaliação Diagnóstica 1 (AD1), progrediu para a categoria "Fragmentos Científicos" na Avaliação Diagnóstica 2 (AD2).

Avaliação diagnóstica 3:

É possível observar que a quantidade de elementos representada pelo aluno da AD3 decaiu, pois na AD2 o aluno registrou 15 elementos e na AD3 12 elementos. Porém pelo fato de a quantidade não ser o foco e sim a diversidade entre os elementos, o aluno 2 manteve-se na categoria.

Figura 26: representação semiótica do aluno 2 durante a avaliação diagnóstica 3.

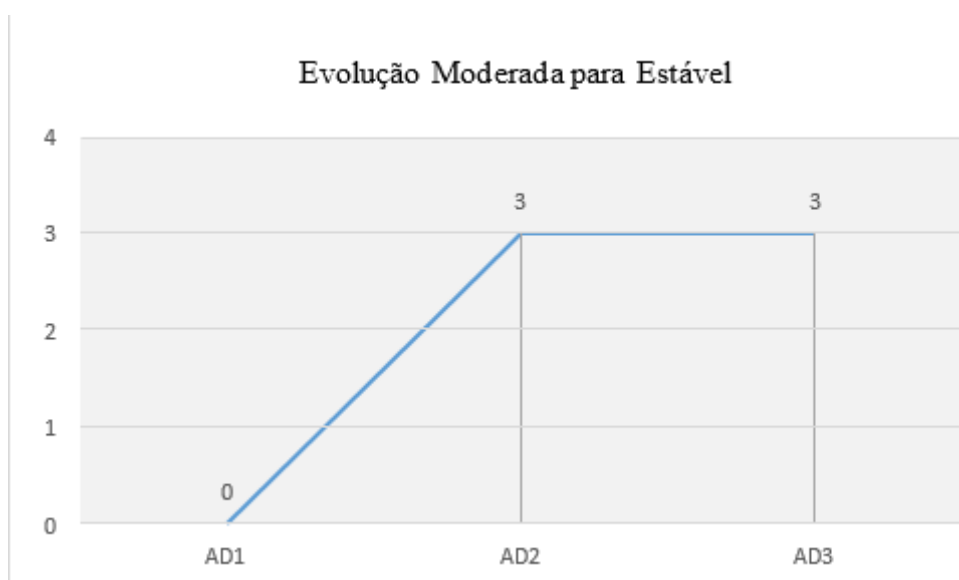


Fonte :autores (2024)

Na análise semântica referente à avaliação diagnóstica 3, o aluno 2 ressaltou seis características distintas: local, classificação, morfologia das bactérias, função, materiais de pesquisa e controle. Por meio dos elementos representados pelo aluno, foi observado que cinco estão corretos, apenas o elemento “função” está incorreto, pois o aluno demonstrou reconhecer os microrganismos predominantemente como agentes patogênicos. Enquadrando-se, assim, novamente na categoria de "Fragmentos Científicos".

Deste modo o aluno 2, se enquadra na classificação “Estável” (0) relacionada Compreensão Conceitual sobre Microrganismos, pois na AD1 o aluno enquadrrou-se na categoria “Fragmentos Alternativos (0), posteriormente na AD2 o aluno teve uma Evolução Radical enquadrando-se na categoria “Fragmentos Científicos”, e por fim na AD3 o aluno não progrediu e não decaiu permanecendo Estável (0).

Gráfico 2: Evolução entre as categorias de compreensão científica das avaliações (AD1, AD2 e AD3) do aluno 2.



Fonte :autores (2024)

Aluno 3

Avaliação diagnóstica 1:

A figura inicial do Aluno 3 apresenta os elementos "localização" (vive na grama), "morfologia" (é do mal), e "função" (é pequeno) sem critério científico.

Figura 18: representação semiótica do aluno 3 durante a avaliação diagnóstica 1.



Fonte :autores (2024).

Na análise semântica previamente mencionada, o estudante destacou três características específicas: a localização, a função e a morfologia das bactérias. Embora não tenham sido identificados critérios científicos, é importante observar que esses três elementos representam concepções alternativas. Assim, em termos da categorização conceitual relacionada aos

microrganismos, sua representação se alinha com o grupo denominado "Fragmentos Alternativos".

Avaliação diagnóstica 2:

Na AD2 é possível visualizar o aumento dos elementos representados pelo aluno, demonstrando dessa forma um avanço na compreensão sobre microrganismos.

Figura 19: representação semiótica do aluno 3 durante a avaliação diagnóstica 2.



Fonte: autores (2024).

Na análise semântica referente à avaliação diagnóstica 2, o aluno 3 ressaltou seis características distintas: localização, classificação, morfologia das bactérias, função, matéria de pesquisa e profilaxia e controle. Por meio dos elementos representados pelo aluno, foi observado que todos os seis estão corretos, enquadrando-se, assim, na categoria de "Compreensão Científica".

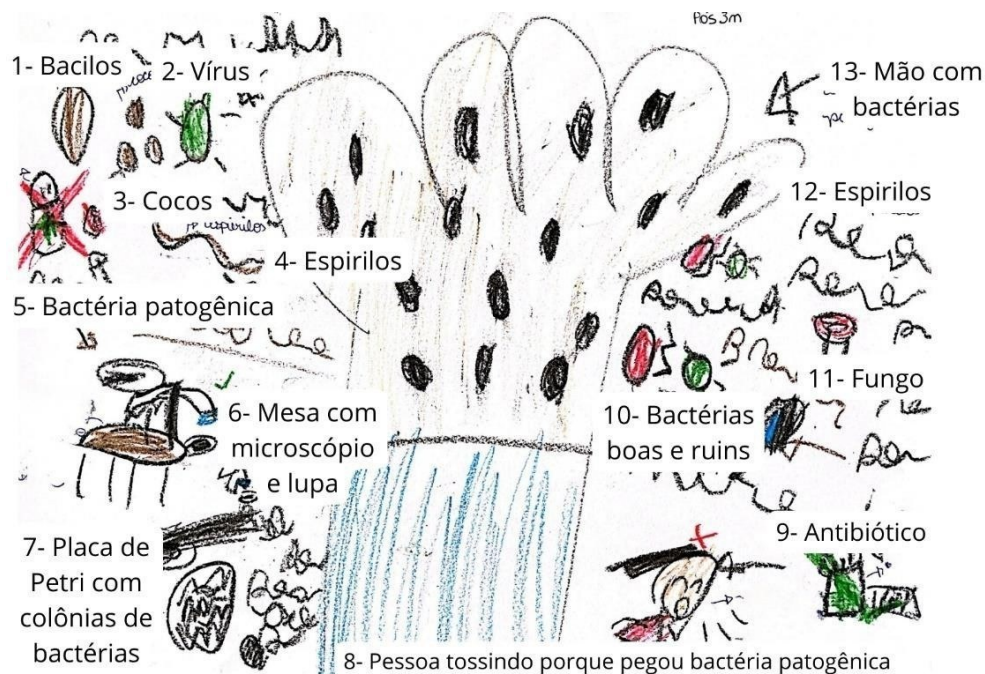
Nesse momento, foi identificada uma "Evolução Radical", indicada por um aumento de (+3) nas pontuações das categorias de compreensão conceitual. O aluno, anteriormente classificado na categoria "Fragmentos Alternativos" na Avaliação Diagnóstica 1 (AD1), progrediu para a categoria "Compreensão Científica" na Avaliação Diagnóstica 2 (AD2).

Avaliação Diagnóstica 3:

Na análise semântica referente à avaliação diagnóstica 3, o aluno 3 ressaltou seis características distintas: localização, classificação, morfologia das bactérias, função, matéria de pesquisa e profilaxia e controle. Por meio dos elementos representados pelo aluno, foi

observado que todos os seis estão corretos, enquadrando-se, assim, novamente na categoria de "Compreensão Científica".

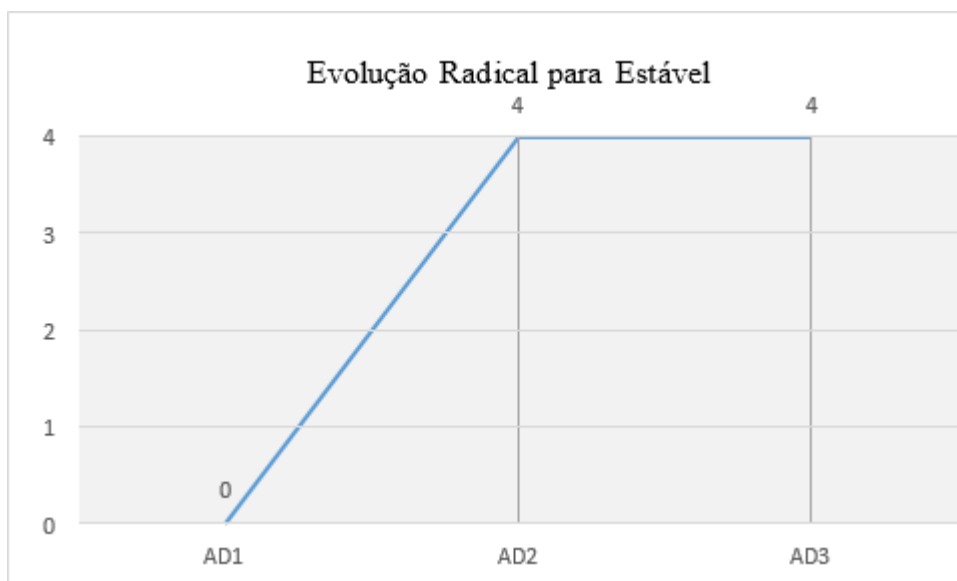
Figura 20: representação semiótica do aluno 3 durante avaliação diagnóstica.



Fonte: autores (2024).

O aluno obteve um aumento significativo em relação a AD1 sendo classificado como “Alternativa com Fragmentos Científicos (1)”, posteriormente na AD2 o aluno obteve uma “Evolução Radical (+3), e por fim na AD3 ele se manteve no mesmo nível de compreensão permanecendo “Estável (0)” relacionado Compreensão Conceitual sobre Microrganismos, pois, não progrediu e não decaiu.

Gráfico 3: Evolução entre as categorias de compreensão científica das avaliações (AD1, AD2 e AD3) do aluno 3.



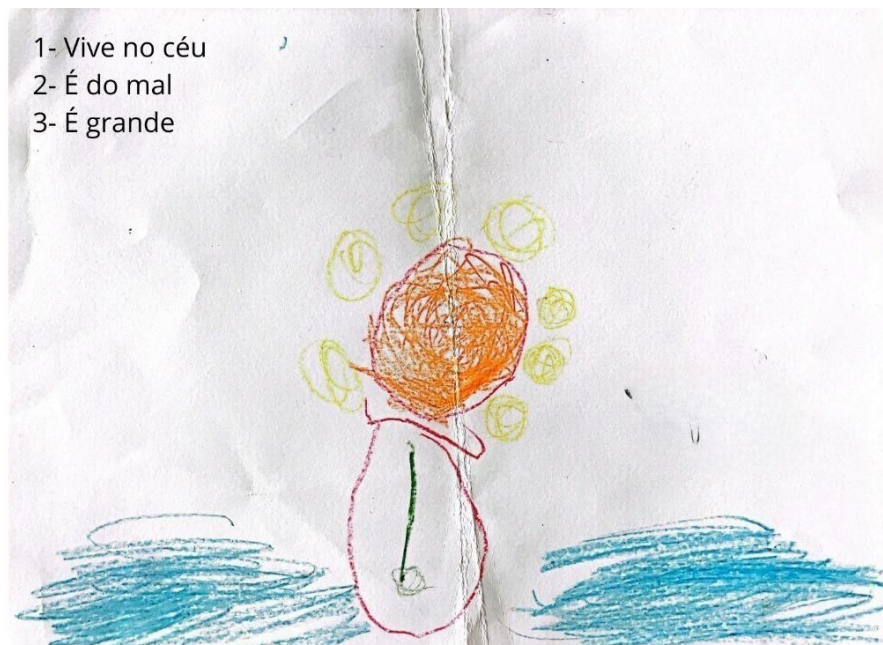
Fonte: autores (2024).

Aluno 4

Avaliação diagnóstica 1:

Na primeira avaliação do Aluno 4, há elementos como "localização" (vive no céu), "função" (é do mal) e morfologia (é grande).

Figura 21: representação semiótica do aluno 4 durante a avaliação diagnóstica 1.



Fonte: autores (2024).

Na análise semântica previamente mencionada, o estudante destacou três características específicas: a localização, a função e a morfologia das bactérias. Não foi identificado critério científico, todos os elementos mencionados foram concepções alternativas. Assim, em termos

da categorização conceitual relacionada aos microrganismos, sua representação se alinha com a categoria denominada “Fragmentos Alternativos”.

Avaliação diagnóstica 2:

No segundo desenho, o aluno expande para "classificação" e "materiais de pesquisa”.

Figura 22: representação semiótica do aluno 1 durante a avaliação diagnóstica 2.



Fonte :autores (2024).

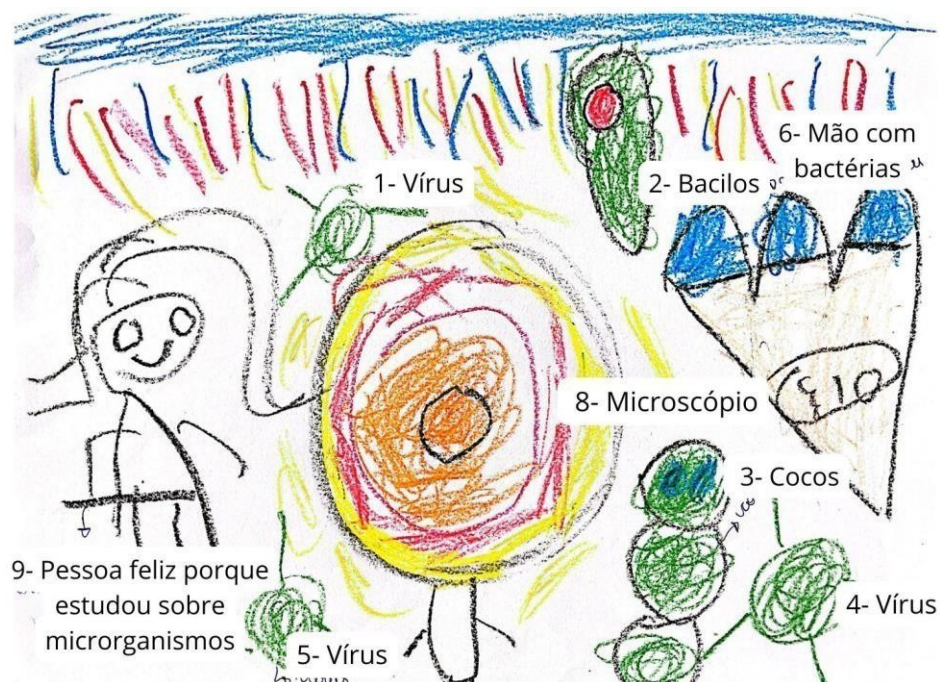
Na análise semântica referente à avaliação diagnóstica 2, o aluno 4 registrou seis elementos distintos: local, classificação, morfologia das bactérias, função, materiais de pesquisa e profilaxia. Por meio dos elementos representados pelo aluno, foi observado que seis elementos estão corretos, enquadrando-se assim, na categoria de "Compreensão Científica".

Nesse momento, foi identificada uma "Evolução Radical", indicada por um aumento de (+3) nas pontuações das categorias de compreensão conceitual. O aluno, anteriormente classificado na categoria “Fragmentos Alternativos” na Avaliação Diagnóstica 1 (AD1), progrediu para a categoria "Compreensão Científica" na Avaliação Diagnóstica 2 (AD2).

Avaliação diagnóstica 3:

Na AD3 é possível identificar que as quantidades de elementos diminuíram, porém o aluno representou a “morfologia” e “classificação” dos microrganismos.

Figura 23: representação semiótica do aluno 4 durante a avaliação diagnóstica 3.

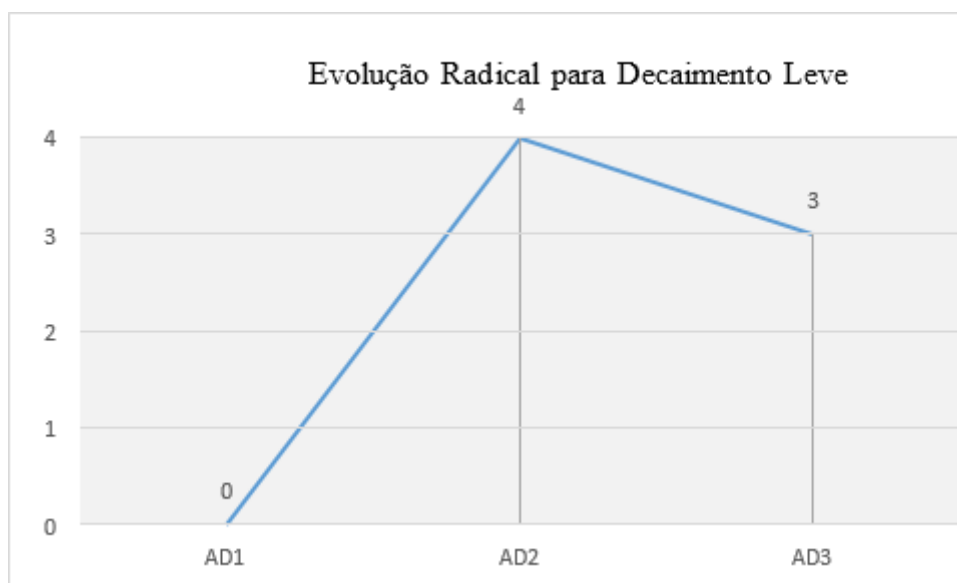


Fonte: autores (2024).

Na análise semântica referente à avaliação diagnóstica 3, o aluno 4 ressaltou quatro características distintas: local, classificação, morfologia das bactérias e materiais de pesquisa. Porém em relação a morfologia das bactérias o aluno não mencionou a bactéria *Espirilos* e também, na classificação, o aluno não mencionou os fungos, porém serão considerados como critérios científicos. Sendo assim, por meio dos elementos representados pelo aluno, foi observado que quatro elementos estão corretos. Os critérios científicos: Profilaxia e/ou controle dos microrganismos e função não foram mencionados, enquadrando-se assim, na categoria de “Fragmentos Científicos”.

O aluno, anteriormente classificado na categoria “Compreensão Científica” na Avaliação Diagnóstica 1 (AD1), decaiu para a categoria “Fragmentos Científicos” na Avaliação Diagnóstica 2 (AD2). E por fim na AD3 foi identificada uma “Decaimento Leve”, indicado por um decaimento de (-1) nas pontuações das categorias de compreensão conceitual.

Gráfico 4: Evolução entre as categorias de compreensão científica das avaliações (AD1, AD2 e AD3) do aluno 4.



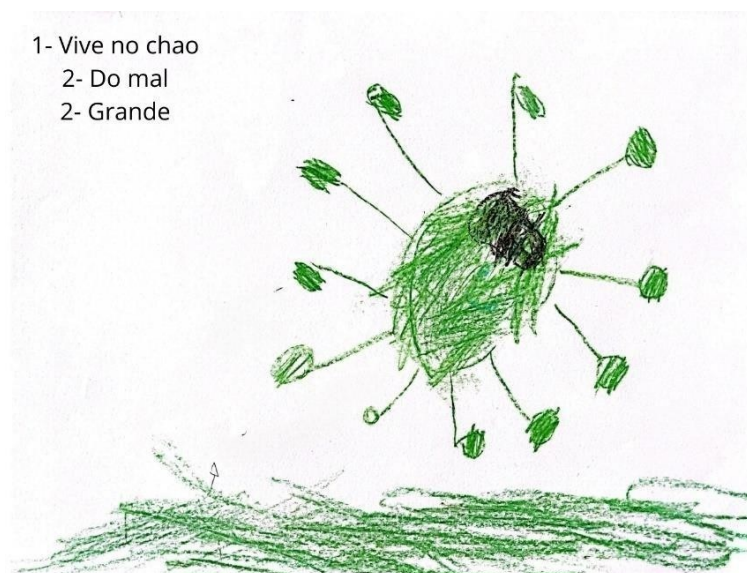
Fonte :autores (2024).

Aluno 5

Avaliação diagnóstica 1:

Na primeira avaliação do Aluno 5, há elementos como “localização” (vive no chão), “função ” (É do mal) e morfologia (é grande). Esses elementos indicam uma visão simplificada e estereotipada dos microrganismos.

Figura 24: representação semiótica do aluno 5 durante a avaliação diagnóstica 1.



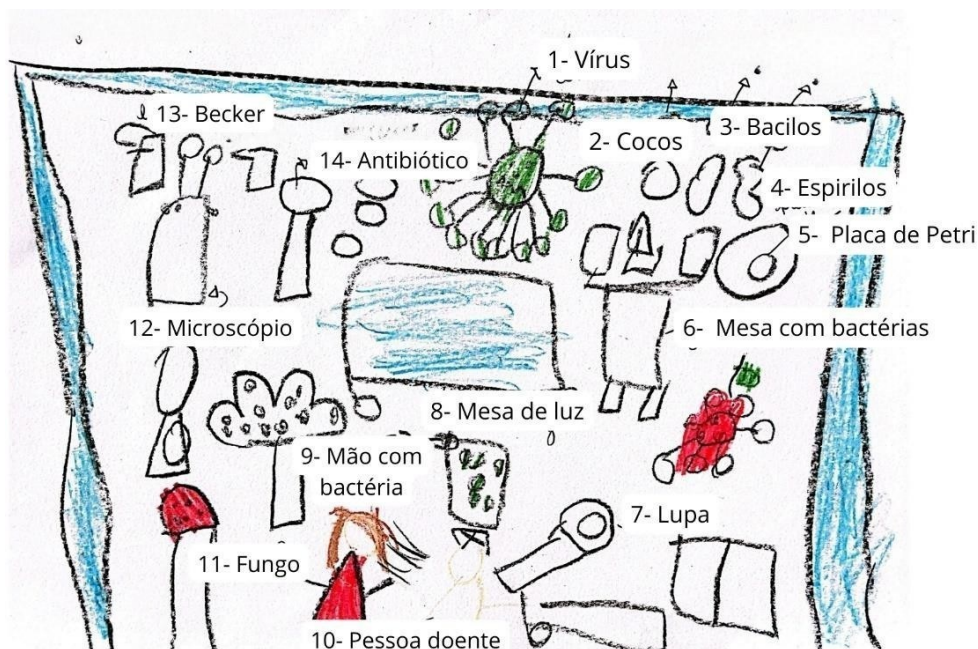
Fonte :autores (2024).

Na análise semântica previamente mencionada, o participante destacou três características específicas: a localização, a função e a morfologia das bactérias. Não foi identificado critério científico, sendo todos elementos concepções alternativas. Assim, em termos da categorização conceitual relacionada aos microrganismos, sua representação se alinha com a categoria denominada “Fragmentos Alternativos”.

Avaliação diagnóstica 2:

Na AD2, o Aluno 5 demonstra progresso ao acrescentar “materiais de pesquisa” (como o uso de um microscópio) e “morfologia” (formatos distintos dos microrganismos).

. **Figura 25:** representação semiótica do aluno 5 durante a avaliação diagnóstica 2.



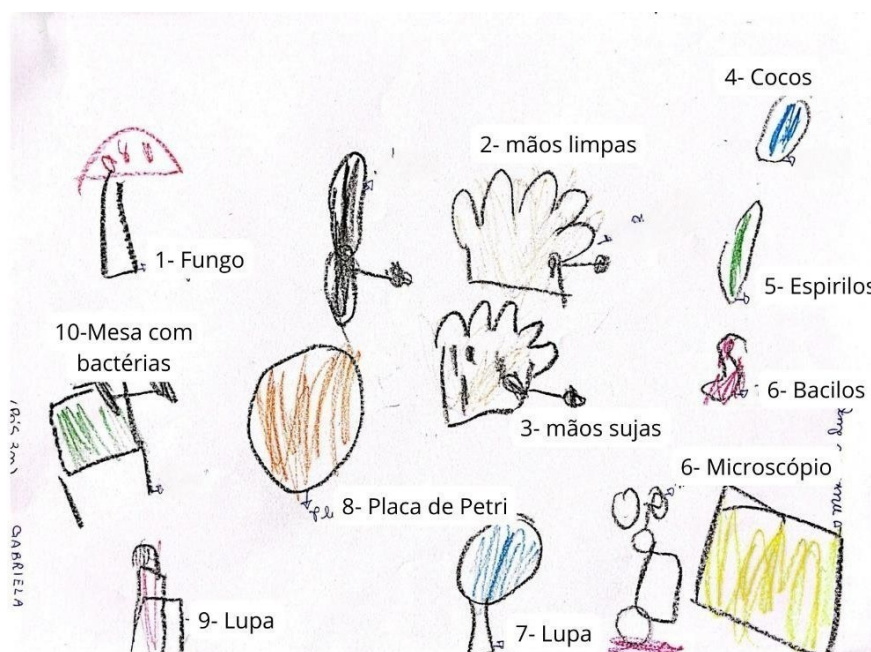
Fonte :autores (2024).

Na análise semântica referente à avaliação diagnóstica 2, o aluno 5 ressaltou seis características distintas: localização, classificação, morfologia das bactérias, função, materiais de pesquisa e controle. Por meio dos elementos representados pelo aluno, foi observado que cinco elementos estão corretos, apenas o elemento “função” está incorrendo, pois, o aluno não mencionou os benefícios dos microrganismos, apenas malefícios sendo ele “pessoa doente” enquadrando-se, assim, na categoria de "Fragmentos Científicos".

Nesse momento, foi identificada uma "Evolução Moderada", indicada por um aumento de (+2) nas pontuações das categorias de compreensão conceitual. O aluno, anteriormente classificado na categoria "Fragmentos Alternativos" na Avaliação Diagnóstica 1 (AD1), progrediu para a categoria "Fragmentos Científicos" na Avaliação Diagnóstica 2 (AD2).
Avaliação diagnóstica 3:

Na AD3 o aluno 5 exibe uma compreensão bem mais elaborada, incluindo "controle" (medidas de higiene para prevenção) e diferenciando novamente a “classificação” e “morfologia” (reconhecendo os diferentes formatos de bactérias).

Figura 26: representação semiótica do aluno 5 durante a avaliação diagnóstica 3.

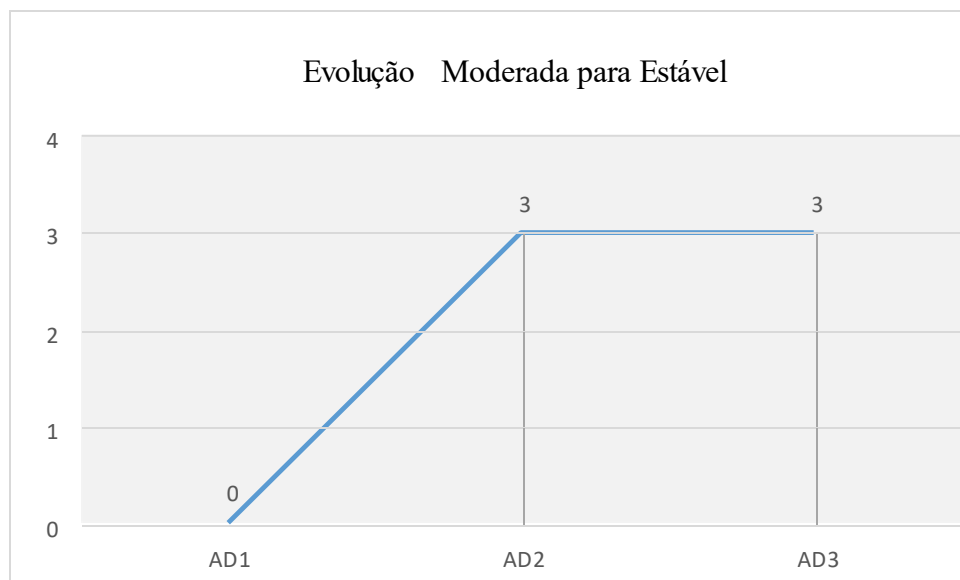


Fonte: autores (2024).

Na análise semântica referente à avaliação diagnóstica 3, o aluno 5 ressaltou cinco características distintas: classificação, morfologia das bactérias, função, materiais de pesquisa e profilaxia. Por meio dos elementos representados pelo aluno, foi observado que todos os cinco estão corretos, enquadrando-se, assim, novamente na categoria de "Fragmentos Científicos".

O aluno 5 na AD1 enquadrou-se na categoria "Fragmentos Alternativos (0)", posteriormente na AD2 houve uma "Evolução Radical (+3)" pois os alunos progrediram para a categoria "Fragmentos Científicos". Por fim na AD3o aluno enquadrou-se novamente na categoria "Fragmentos Científicos", desse modo permanecendo "Estável" (0) relacionado Compreensão Conceitual sobre Microrganismos, pois, não progrediu e não decaiu.

Gráfico 5: Evolução entre as categorias de compreensão científica das avaliações (AD1, AD2 e AD3) do aluno 5.



Fonte: autores (2024).

O gráfico 5 ilustra a progressão dos níveis de compreensão conceitual dos alunos ao longo das três avaliações diagnósticas (AD1, AD2 e AD3), utilizando a categorização de compreensão de microrganismos. Em acordo com as categorias estabelecidas por (Kushnir; Wellman; Gelman, 2009) Camargo (2014) e outros autores citados na literatura, o progresso foi mensurado em cinco níveis: Fragmentos Alternativos (0), Alternativa com Fragmentos Científicos (1), científica com Fragmentos Alternativos (2), Fragmentos Científicos (3) e Compreensão Científica (4).

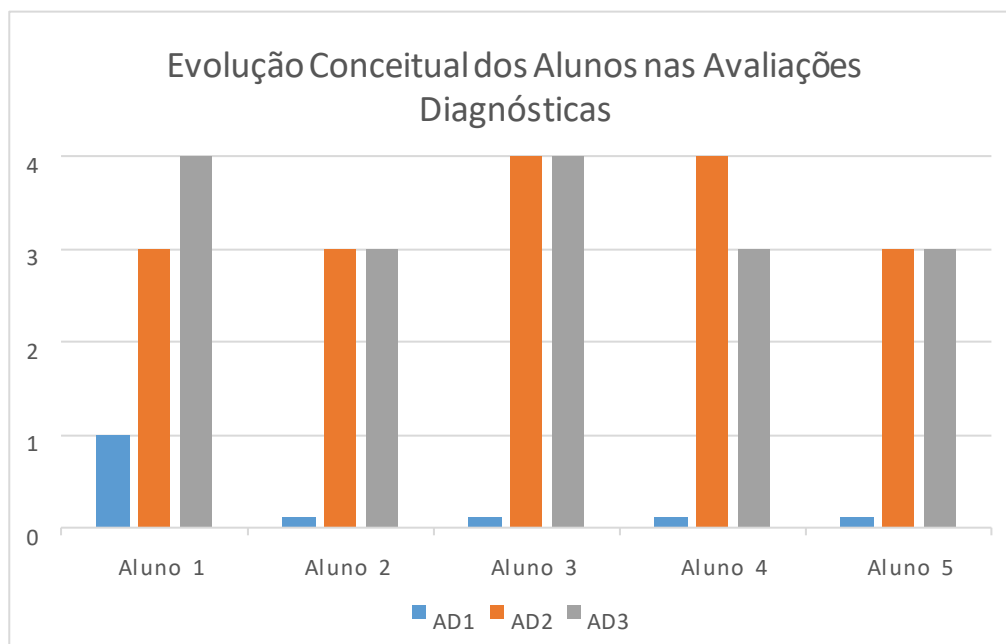
No início, conforme evidenciado na AD1, grande parte dos alunos apresentava uma compreensão limitada, localizada principalmente nas categorias mais baixas da escala (Fragmentos Alternativos e Alternativa com Fragmentos Científicos). Esse resultado inicial indica que os alunos possuíam concepções alternativas sobre os microrganismos, conforme caracterizado por Cassanti et al. (2008) que discutem as dificuldades de crianças em fase inicial de educação para compreender conceitos abstratos e invisíveis como os microrganismos.

Observa-se um avanço significativo na AD2, em que a maioria dos alunos transita para categorias mais elevadas, alcançando em muitos casos a categoria Fragmentos Científicos (3) e Compreensão Científica (4). Esse avanço pode ser atribuído ao uso da metodologia de ensino por investigação, que, segundo Sasseron e Carvalho (2008), promove um ambiente de aprendizado ativo e exploratório, incentivando os alunos a questionarem e construir conhecimento com base em evidências observacionais e experimentações.

Na última avaliação, AD3, a maior parte dos alunos se mantém estável nas categorias Fragmentos Científicos ou Compreensão Científica (4), os níveis mais elevados na escala. Esse resultado evidencia uma assimilação mais robusta dos conceitos, consolidando o entendimento

dos alunos sobre o papel, função e características dos microrganismos. A presença de conceitos mais avançados, como profilaxia e controle de contaminação, indica que os alunos foram capazes de conectar o conhecimento adquirido com práticas cotidianas, o que, de acordo com Carvalho (2008) é um componente essencial para o desenvolvimento de uma alfabetização científica plena.

Gráfico 6: Evolução Conceitual dos Alunos nas Avaliações Diagnósticas



Fonte: autores (2024).

O gráfico 6 demonstra o impacto positivo de uma sequência didática baseada na investigação científica para a Educação Infantil, reforçando que, quando estimuladas, as crianças conseguem alcançar uma compreensão científica sobre temas como os microrganismos, indo além de conceitos alternativos e aproximando-se de uma visão cientificamente fundamentada.

A análise dos desenhos realizados pelos alunos ao longo do projeto revelou mudanças significativas nas suas compreensões sobre microrganismos. Inicialmente, os desenhos indicavam uma mistura de ideias antropomórficas e representações que não se alinhavam com a realidade científica dos microrganismos. Por exemplo, muitos dos primeiros desenhos apresentavam microrganismos com características humanas ou como animais, refletindo concepções alternativas e fantasiosas sobre a forma e natureza desses organismos, o que está de acordo com as observações de Mafra e Simões de Carvalho (2022).

Estudos sobre variações individuais na aprendizagem e retenção ao longo do tempo indicam que, mesmo quando todos os participantes são submetidos ao mesmo processo de instrução, fatores como diferenças no processamento cognitivo, a frequência de revisão e a eficácia das estratégias de recuperação podem levar a resultados variados (Roediger; Karpicke, 2006; Bjork; Bjork, 2011). A capacidade de recuperar informações depende de como cada indivíduo processa e organiza o conhecimento na memória, o que pode resultar em variações significativas na retenção de informações entre os alunos (Toppino; Gerbier, 2014; Delaney et al., 2010). Portanto, o declínio na retenção de conhecimento observado em alguns participantes pode refletir essas diferenças individuais, sugerindo que, mesmo com abordagens educativas consistentes, podem ocorrer diferentes trajetórias de aprendizagem e retenção.

Essa evolução pode ser analisada à luz da Taxonomia de Bloom (1956), que propõe uma hierarquia de habilidades cognitivas, desde o conhecimento básico até a análise e criação. Inicialmente, muitos alunos estavam no nível de "lembrar" e "compreender", mas os desenhos indicam que, após o ensino e a prática, alcançaram estágios superiores, como "analisar" e "avaliar". Isso sugere que a prática contínua e a aplicação de conceitos, conforme mencionado no estudo de Roediger e Pyc (2012), estimulam o desenvolvimento de habilidades mais complexas. Ao representar características científicas com precisão, os alunos demonstram não apenas a retenção de informações, mas também a capacidade de aplicar e sintetizar o conhecimento, conforme proposto por Bloom em níveis mais elevados da taxonomia. Esse processo de aprendizagem ativa, em que o aluno utiliza o que aprendeu para resolver problemas concretos, facilita a construção de uma compreensão mais profunda e duradoura sobre os microrganismos.

Conforme as aulas progrediram, os desenhos do pós-teste imediato tornaram-se cada vez mais sofisticados. As crianças começaram a incorporar detalhes mais complexos e a utilizar uma variedade maior de cores e formas, refletindo uma compreensão mais profunda e diferenciada dos microrganismos. Esse desenvolvimento foi especialmente notável nas representações sobre bactérias, que evoluíram de formas genéricas para desenhos que capturavam características específicas, como flagelos e diferentes morfologias bacterianas (cocos, bacilos, espirilos).

O pós-teste realizado três meses após a conclusão das aulas revelou que, embora houvesse uma ligeira diminuição na complexidade de alguns desenhos, a maioria dos alunos manteve uma compreensão avançada dos conceitos discutidos. Esse resultado sugere que a metodologia de ensino por investigação contribuiu para a retenção de longo prazo dos conceitos científicos.

Além disso, a análise das falas das crianças durante as atividades revelou que aquelas que argumentavam cientificamente e participavam ativamente das discussões produziam desenhos que refletiam uma compreensão mais robusta e integrada dos microrganismos. Isso reforça a importância de uma abordagem pedagógica que incentive o diálogo e a argumentação científica, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

Portanto, a análise detalhada dos gráficos e desenhos dos alunos ao longo do projeto indica que a metodologia de ensino por investigação aplicada foi eficaz não só no desenvolvimento da alfabetização científica, mas também na promoção de uma compreensão sólida dos conceitos relacionados aos microrganismos.

Durante a análise das falas e atividades das crianças no processo de alfabetização científica, emergiu a necessidade de incluir o indicador "crianças exploram". A criação desse indicador foi fundamentada na observação de que muitas das ações das crianças não se enquadravam completamente nos indicadores de alfabetização científica já estabelecidos, principalmente em atividades relacionadas à exploração do ambiente e à manipulação de materiais e ambiente. Em relação ao indicador "crianças exploram", nos turnos 87, 89 e 91 os estudantes estavam utilizando lupas, no qual desconheciam esse objeto e então foi o primeiro contato que tiveram e descobriram a funcionalidade da mesma. Crianças podem aprender de maneira eficaz por meio da exploração espontânea (Baldwin; Markman; Melartin, 1993; Bonawitz et al, 2007; Needham, 2009; Schulz; Bonawitz, 2012) e muitas vezes, aprendem mais quando intervêm diretamente em um processo ou fenômeno do que quando são ajudados por outros (Kushnir; Wellman; Gelman, 2009).

Essa observação está profundamente conectada à metodologia pedagógica de Loris Malaguzzi, idealizador da abordagem Reggio Emilia, que coloca a exploração como um componente central no desenvolvimento cognitivo e na construção do conhecimento pelas crianças. Segundo Malaguzzi (1998), a exploração do ambiente é essencial para a aprendizagem, pois permite que as crianças atuem como protagonistas de suas descobertas, investigando o mundo ao seu redor de forma ativa e curiosa.

A abordagem Reggio Emilia destaca que as crianças são "protagonistas naturais" que constroem conhecimento a partir da interação com o ambiente, outros indivíduos e os materiais disponíveis. Essa ênfase na exploração está diretamente relacionada ao desenvolvimento de habilidades científicas, pois incentiva as crianças a formular hipóteses, observar, investigar e criar explicações para os fenômenos naturais com os quais interagem.

A teoria de Jean Piaget (1973) sobre o desenvolvimento cognitivo também corrobora essa visão, ao afirmar que a interação ativa com o ambiente é essencial para a construção de novos conceitos. Através da exploração, as crianças desenvolvem capacidades de formulação de hipóteses e análise de fenômenos, fortalecendo o entendimento do mundo físico e ampliando suas capacidades investigativas. Essa ação exploratória alinha-se, portanto, com os processos investigativos que são parte central da alfabetização científica, conforme discutido por Bybee (1997), que argumenta que a ciência deve ser contextualizada e conectada ao cotidiano dos alunos.

Conforme o quadro 20 houve a criação do novo indicador de alfabetização científica "crianças exploram", o quadro teórico-analítico dos indicadores de Alfabetização Científica para a Educação Infantil foi ampliado e reformulado:

Quadro 20: quadro teórico-analítico dos indicadores de Alfabetização Científica para a Educação Infantil atualizado.

Referencial teórico	Indicadores de AC
Moura e Camargo Filho (2024)	Crianças exploram.
Howitt, Lewis e Upson (2011)	Crianças fazem predição. Crianças usam observações como evidências.
Samarapungavan, Mantzicopoulos e Patrick (2008)	Crianças comunicam seus achados.
Sasseron e Carvalho (2008)	Organização de informação. Levantamento de hipótese. Explicações.

Fonte: autores (2024).

5.0 CONCEPÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL: O MUNDO INVISÍVEL DOS MICRORGANISMOS

Este produto educacional descreve a estruturação para a aplicação de um material de apoio pedagógico, fundamentado no Ensino por Investigação (EPI). O objetivo do produto é auxiliar professores da Educação Infantil a implementar uma sequência didática voltada para a promoção da alfabetização científica, tendo como tema central o estudo de microrganismos. De acordo com Zabala (1998), uma sequência didática é um conjunto ordenado de atividades planejadas com o objetivo de facilitar a construção progressiva de conhecimento pelos alunos, organizadas de forma a promover a aprendizagem de maneira sistemática e coerente. Exemplos da aplicação de sequências didáticas podem ser encontrados nos trabalhos de Moura et al. (2018) e Richardo (2023), que propuseram atividades com foco na participação ativa dos alunos. A construção deste material foi fundamentada em metodologias de ensino investigativo e pautada pelos estudos de Samarapungavan, Mantzicopoulos e Patrick (2008), bem como pelas contribuições de Zompero, Laburú e Filaça (2019).

A concepção deste material foi orientada pela premissa de que crianças, desde a primeira infância, podem ser protagonistas no processo de aprendizagem científica. O ensino por

investigação proporciona que elas explorem, questionem e construam ativamente seu conhecimento, com ênfase no desenvolvimento de habilidades investigativas e cognitivas. Esse produto educacional, portanto, está diretamente vinculado à aplicação prática da pesquisa conduzida, servindo como um guia para professores interessados em enriquecer a experiência científica de seus alunos por meio de atividades lúdicas e dinâmicas.

5.1 Estruturação do Produto Educacional

Seguindo o modelo de Ensino por Investigação (EPI), a sequência didática é estruturada em três fases principais: pré-investigação, investigação e pós-investigação, permitindo que os alunos explorem e construam o conhecimento ativamente.

Pré-investigação: Essa fase tem como objetivo introduzir o tema e instigar a curiosidade das crianças. Professores podem utilizar recursos lúdicos como histórias, vídeos e teatro de fantoches para despertar o interesse dos alunos e estimular discussões iniciais. Sugere-se que os professores incentivem as crianças a compartilhar suas ideias prévias e a levantar hipóteses sobre a existência de microrganismos e sua relação com o mundo ao redor.

Investigação: Na fase investigativa, os alunos participam de atividades práticas. Recomenda-se que os professores planejem experimentos acessíveis, como a observação de diferentes superfícies com lupas e microscópios simples. Os alunos podem explorar superfícies cotidianas, como a mesa, o chão ou o banheiro, para identificar a presença de microrganismos. Além disso, os professores podem introduzir instrumentos de laboratório adaptados, como placas de Petri e álcool 70, para que as crianças observem o crescimento de colônias bacterianas. Essa fase é fundamental para que as crianças testem suas hipóteses e aprofundem seu entendimento do método científico.

Pós-investigação: Nessa última etapa, os alunos compartilham os resultados de suas investigações e discutem suas descobertas com os colegas. Os professores devem estimular o debate e a comunicação científica, promovendo a reflexão crítica sobre as evidências encontradas. Além disso, atividades de representação, como a criação de modelos tridimensionais de microrganismos, são recomendadas para que as crianças visualizem os conceitos aprendidos e consolidem o conhecimento.

5.2 Relevância Pedagógica

O produto educacional "O Mundo Invisível dos Microrganismos" é uma ferramenta poderosa para promover a alfabetização científica de crianças desde a Educação Infantil. Ele permite que os alunos desenvolvam habilidades como a observação crítica, a formulação de hipóteses, a experimentação e a comunicação de resultados. Ao utilizar o Ensino por Investigação, o material também favorece a criação de um ambiente de aprendizagem ativo e participativo, no qual as crianças são protagonistas de seu processo de descoberta.

Esse produto é especialmente relevante em um contexto em que o conhecimento sobre microrganismos e sua relação com a saúde e a higiene se tornou ainda mais essencial. Além disso, ele oferece aos professores um recurso flexível e replicável, que pode ser adaptado a diferentes realidades escolares e perfis de turma, ampliando o alcance e a eficácia do ensino de ciências na Educação Infantil.

6. Adversidades no desenvolvimento desta pesquisa

Uma das principais adversidades enfrentadas durante a realização desta pesquisa foi a carência de instrumentos adequados para a coleta de dados, especialmente no que se refere à ausência de gravadores de áudio. Essa limitação técnica dificultou o registro preciso e completo das falas e interações das crianças durante as atividades propostas, comprometendo, em certa medida, a riqueza e a profundidade da análise qualitativa dos dados.

Ademais, a falta de um assistente de pesquisa que pudesse se dedicar exclusivamente à observação e registro das sessões, enquanto a pesquisadora conduzia as aulas, representou um obstáculo adicional. Essa carência de apoio logístico sobrecarregou a pesquisadora, que precisou conciliar as demandas da coleta de dados com as exigências da prática docente, o que pode ter impactado a qualidade e a sistematicidade do processo de registro das informações.

Outro desafio significativo decorreu do fato de que as crianças participantes da pesquisa, por se encontrarem na faixa etária da Educação Infantil, ainda não haviam desenvolvido plenamente suas habilidades de leitura e escrita. Essa limitação inerente ao público-alvo da pesquisa exigiu que todas as atividades e instrumentos de coleta de dados fossem elaborados de maneira a privilegiar estratégias visuais, sonoras e manipulativas, em detrimento de abordagens que dependessem da linguagem escrita. Essa adaptação metodológica, embora necessária, pode ter restringido o escopo e a profundidade das informações coletadas.

Em suma, a ausência de recursos técnicos adequados, a falta de apoio logístico e as especificidades do público infantil representaram desafios significativos que precisaram ser superados ao longo da realização desta pesquisa. Apesar dessas adversidades, a pesquisadora empenhou-se em adotar estratégias alternativas e em realizar ajustes metodológicos que permitissem a coleta e a análise de dados relevantes para o alcance dos objetivos propostos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como principal objetivo investigar, de forma longitudinal, como as representações gráficas e as falas de crianças de cinco anos se modificaram ao longo de uma sequência didática sobre microrganismos, utilizando o ensino por investigação. Os resultados demonstraram que a curiosidade natural das crianças, quando estimulada por práticas pedagógicas adequadas, pode ser desenvolvida em aprendizado científico significativo. Os indicadores de alfabetização científica mostraram avanços importantes, especialmente na formulação de perguntas, observações sistemáticas e explicações coerentes. Apesar de variações individuais no progresso conceitual, os objetivos da pesquisa foram amplamente atingidos, evidenciando a eficácia da metodologia investigativa na Educação Infantil.

Entre as principais contribuições, destaca-se a criação do indicador “crianças exploram”, desenvolvido para captar nuances do comportamento investigativo infantil que não eram contempladas por indicadores tradicionais. Este indicador reflete a importância da exploração no aprendizado das crianças, reconhecendo que a curiosidade é um motor essencial para o desenvolvimento cognitivo. Além disso, a pesquisa apresentou a ferramenta dos "Caminhos de Compreensão Científica", projetada para analisar o desenvolvimento do aprendizado infantil, permitindo verificar com precisão o quanto cada criança evoluiu ou não no entendimento de conceitos científicos. Essa ferramenta analítica permite compreender de maneira mais precisa como práticas pedagógicas podem ser ajustadas para atender às necessidades individuais, oferecendo novas perspectivas para o aprimoramento do ensino de ciências na Educação Infantil.

A pesquisa também enfrentou desafios. Um dos principais foi a necessidade de adaptar as atividades e estratégias de ensino para garantir que fossem acessíveis e compreensíveis para crianças de cinco anos, sem perder o rigor investigativo. Essa adaptação exigiu um planejamento detalhado, que resultou em uma sequência didática cuidadosamente elaborada, centrada no tema dos microrganismos. Como produto final, foi desenvolvido um e-book contendo todas as atividades aplicadas, estruturadas com base nos estudos teóricos e nas práticas investigativas realizadas. Esse material pedagógico não apenas traduz o planejamento cuidadoso, mas também amplia o impacto da pesquisa, oferecendo uma ferramenta prática para que outros professores possam vivenciar a alfabetização científica na Educação Infantil e adaptá-la a diferentes contextos educacionais.

Além disso, esta pesquisa contribuiu para preencher uma lacuna na literatura sobre o ensino de Ciências na Educação Infantil, um tema ainda pouco explorado no Brasil. A ausência de práticas sistemáticas para o ensino de Ciências nessa etapa reflete-se em resultados como os do PISA, onde países que integram Ciências desde cedo, como Finlândia e Canadá, apresentam pontuações significativamente mais altas em alfabetização científica (511 e 510 pontos, respectivamente) em comparação ao Brasil, que obteve 403 pontos, abaixo da média da OCDE (485 pontos) (Ocde, 2023). Esses dados reforçam a necessidade de investir em práticas pedagógicas estruturadas e na formação continuada de professores, capacitando-os a promover a alfabetização científica desde os primeiros anos escolares.

Por fim, sugere-se que pesquisas futuras ampliem a amostra de participantes e explorem diferentes contextos educacionais, validando os resultados desta dissertação em outras realidades escolares. Além disso, investigar o impacto de ambientes que favoreçam a exploração científica – considerando fatores físicos, materiais disponíveis e interações sociais – podem complementar e aprimorar práticas pedagógicas. Com isso, espera-se que a curiosidade inata das crianças continue sendo valorizada, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades científicas e para a formação de cidadãos críticos e engajados desde a Educação Infantil.

REFERÊNCIAS

- ADADAN, E.; TRUNDLE, K. C.; IRVING, K. E. Exploring Grade 11 students' conceptual pathways of the particulate nature of matter in the context of multirepresentational instruction. **Journal of Research in Science Teaching**, [s. l.], v. 47, n. 8, p. 1004–1035, 2010.
- AUSUBEL, D. P. Cognitive structure and the facilitation of meaningful verbal learning. **Journal of Teacher Education**, v. 14, n. 2, p. 217-222, 1963.
- AUSTRALIA. Department of Education, Skills and Employment. Early years learning framework for Australia: creating the conditions for learning and development for young children. 2009. Disponível em: <https://www.education.gov.au/early-years-learning-framework>. Acesso em: 25 nov. 2024.
- AHN, W.; KALISH, C.; GELMAN, S. A.; MEDIN, D. L.; LUHMANN, C.; ATRAN, S. et al. Por que as essências são essenciais na psicologia dos conceitos. **Cognição**, v. 82, p. 59-69, 2001.
- BALDWIN, D. A.; MARKMAN, E. M.; MELARTIN, R. L. Infants' ability to draw inferences about nonobvious object properties: Evidence from exploratory play. **Child Development**, v. 64, n. 3, p. 711-728, 1993.
- BANDIERA, M. Micro-Organisms: Everyday Knowledge Predates and Contrasts with School Knowledge. In: PINTÓ, R.; COUSO, D. (Ed.). **Contributions from Science Education Research**. Berlin: Springer, 2007. p. 213-224.
- BINGLE, W. H.; GASKELL, P. J. Scientific literacy for decisionmaking and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, [s. l.], v. 78, p. 185–201, 1994.
- BORGES, R. de C. P.; HAMBURGER, E. W. Formação de formadores para o ensino de ciências baseado em investigação. [s. l.], 2010. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001831560>. Acesso em: 22 nov. 2024.

BJORK, R. A.; BJORK, E. L. A new theory of disuse and an old theory of stimulus fluctuation. In: HEALY, A. F.; KOSSLYN, S. M.; SHIFFRIN, R. M. (Ed.). *From learning processes to cognitive processes: Essays in honor of William K. Estes*. Washington, DC: **American Psychological Association**, 2011. v. 2, p. 35-67.

BONAWITZ, E. B.; SCHULZ, L. E. Serious fun: preschoolers engage in more exploratory play when evidence is confounded. **Developmental Psychology**, v. 43, n. 4, p. 1045, 2007.

BLOOM, B. S. (Editor). *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay Company, 1956.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: [20/11/2024].

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: [20/11/2024].

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Alterada pela Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 17 fev. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: [20/11/2024].

BRASIL. Ministério da Educação. Revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil - Parecer 20/2009.

BYRNE, J. Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of microorganisms from 7 to 14 years old. **International Journal of Science Education**, v. 1, p. 1- 35, 2011.

BRITO, B. W. da C. S.; BRITO, L. T. S.; SALES, E. de S. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 2, n. 1, 2018.

BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. A importância das concepções alternativas na apropriação do conhecimento: a aplicação no estudo de bactérias no Ensino Fundamental e suas implicações para a saúde humana. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, 2014.

BYBEE, Rodger W. **Achieving scientific literacy: From purposes to practices**. Heinemann, 88 Post Road West, PO Box 5007, Westport, CT 06881, 1997.

BYBEE, Rodger W. **The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments**. Arlington, TX: NSTA Press, National Science Teachers Association, 2015.

BYBEE, R. W. **Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices**. [S. l.]: Heinemann, 88 Post Road West, P, 1997. Disponível em: Acesso em: 24 nov. 2024.

CAMARGO FILHO, P. S. de. Estratégia de ensino multirepresentacional aplicada para o desenvolvimento do conceito de medição. 2014. 319 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

CARVALHO, A. M. P. de. Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de. Las prácticas experimentales en el proceso de enculturación científica. In: PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; JONG, T. de; RISEN, S. A. N.; KAMP, E. T.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, 2015.

CASSANTI, A. C.; ARAÚJO, E. E.; URSI, S. Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores. 2008.

CAJAS, F. Alfabetización Científica y Tecnológica: La Transposición Didáctica Del Conocimiento Tecnológico. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 243-254, 2001.

CRAIDY, C. M.; KAERCHER, G. E. *Educação infantil: pra que te quero?*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. *Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 5. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2018.

DA SILVA, C. V. M.; FRANCISCHINI, R. O surgimento da educação infantil na história das políticas públicas para a criança no Brasil. **Práxis Educacional**, v. 8, n. 12, p. 257-276, 2012.

DELANEY, P. F.; VERKOEIJEN, P. P.JL; SPIRGEL, A. Spacing and testing effects: A deeply critical, lengthy, and at times discursive review of the literature. **Psychology of learning and motivation**, v. 53, p. 63-147, 2010.

DEWEY, J. Experience and education. new york, ny: Kappadelta phi. **Touchstone**, v. 8, n. 3, p. 5-31, 1938.

DIAZ, J. A. A.; ALONSO, A. V.; MAS, M. A. M. Papel de la Educación CTS en una Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, 2003.

DUNCAN, R. G.; HMELO-SILVER, C. E. Learning progressions: Aligning curriculum instruction and assessment. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 46, n. 6, p. 606-609, 2009.

EDWARDS, C.; GANDINI, L.; FORMAN, G. The Hundred Languages of Children: The Reggio Emilia Approach to Early Childhood Education. Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1998.

FREITAS, N. A. O.; DE ALMEIDA, N. M. C. B.; TALAMONI, A. C. B. Educação infantil na base nacional comum curricular: pressupostos epistemológicos em Piaget, Vigotsky e Wallon. **Educere-Revista da Educação da UNIPAR**, v. 20, n. 2, 2020.

FOUREZ, G. Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l’enseignement des sciences. Bruxelles: De Boeck-Wesmael, 1994.

FOLINO, C. H. et al. A percepção de crianças cariocas sobre a pandemia de COVID-19 SARS-CoV-2 e os vírus em geral. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, p. e00304320, 2021.

FULLER, R. Probiotics in human medicine. *Gut*, v. 32, n. 4, p. 439, 1991.

GABEL, D. L. (org.). Handbook of Research on Science Teaching and Learning: A Project of the National Science Teachers Association. New York : Toronto : New York: Macmillan Library Reference, 1994.

GEE, J. P. *An Introduction to Discourse Analysis: Theory and Method*. 4. ed. London: Routledge, 2014.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **The Journal of Nutrition**, v. 125, n. 6, p. 1401-1412, 1995.

GREAT BRITAIN. *Department for Education. Early years foundation stage: statutory framework*. 2021. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/early-years-foundation-stage-framework>. Acesso em: 25 nov. 2024.

HODSON, D. Teaching and learning science: Towards a personalized approach. **Open University press**, 1998.

HOWITT, C.; LEWIS, S.; UPSON, E. 'It's a Mystery': A Case Study of Implementing Forensic Science in Preschool as Scientific Inquiry. **Australasian Journal of Early Childhood**, [s.l.], v. 36, n. 3, p. 45-55, 2011.

KROGH, S. L.; MOREHOUSE, P. The early childhood curriculum: Inquiry learning through integration. 4. ed. New York: Routledge, 2020.

KUSHNIR, T.; WELLMAN, H. M.; GELMAN, S. A. A self-agency bias in preschoolers' causal inferences. **Developmental Psychology**, v. 45, n. 2, p. 597, 2009.2011.

Laugksch, R.C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview, *Science Education*, v.84, n.1, 71-94.

HARLEN, Wynne et al. Working with big ideas of science education. Trieste: **The Science Education Programme (SEP) of IAP. Italy**, 2015.

HURD, P.D. Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, [s. l.], v. 82, n. 3, p. 407–416, 1998.

JOHNSTONE, C. L. Dewey, Ethics, and Rhetoric: Toward a Contemporary Conception of Practical Wisdom. *Philosophy and Rhetoric*, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 185–207, 1983.

LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2006.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DAS SÉRIES INICIAIS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 3, p. 45–61, 2001.

MADIGAN, M. T. et al. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2016.

MAFRA, P.; SIMÕES DE CARVALHO, G.; LIMA, N. Modelo de acesso às ideias prévias das crianças acerca dos microrganismos. In: **Proceedings INNODOCT/21. International Conference on Innovation Documentation and Education**. Editorial Universitat Politècnica de València, 2022. p. 789-794.

MALAGUZZI, L. **The hundred languages of children: the Reggio Emilia experience in transformation**. Westport: Bergin & Garvey, 1998.

MASSARANI, L. Textos científicos para crianças. In: **CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL**. 1999. p. 61-73.

MAZARINI, G. P.; FERREIRA, L. do P. Introdução à microbiologia no ensino de ciências da

natureza e suas tecnologias: aproximação entre a teoria e a realidade dos estudantes. 2023

MEMBIELA, P. Sobre La Deseable Relación entre Comprensión Pública de La Ciencia y Alfabetización Científica. **Tecné Episteme y Didaxis**, n. 22, p. 107-111, 2007.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2002. Reimpresso em 2006.

MOURA, P. et al. Caçadores de neuromitos kids: manual de neuroarte. **Florianópolis: Ibies**, 2018.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 9, p. 89–111, 2007.

NEEDHAM, A. Learning in infants' object perception, object-directed action, and tool use. **Learning and the infant mind**, p. 208-226, 2009.

NOGUEIRA, A. V. et al. Microbiologia. Florianópolis: UFSC, 2015.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, [s. l.], v. 87, n. 2, p. 224–240, 2003.

OLIVEIRA, C. de J.; SILVA, P. F. da. As competências e habilidades necessárias ao ensino de ciências por investigação na educação infantil. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. e3833–e3833, 2024.

PÉREZ, D. G.; VILCHES, A. Educación ciudadanía y alfabetización científica: Mitos y Realidades. **Revista iberoamericana de educación**, v. 42, p. 31-53, 2006.

PIAGET, J.; FIÚZA, R. **A representação do mundo na criança**. 1926.

PIAGET, J. **The child and reality: Problems of genetic psychology**. (Trans. Arnold Rosin). Grossman, 1973.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e**

representação. Zahar Editores, 1973.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. Estágio e docência. [s. l.], 2010. Disponível em <https://repositorio.usp.br/item/001837310>. Acesso em: 22 nov. 2024.

RICHARDO, J. "A utilização eficiente da energia elétrica no ambiente escolar." In: Energia que Educa. 2023. p. 25.

ROEDIGER III, H. L.; PYC, M. A. Inexpensive techniques to improve education: Applying cognitive psychology to enhance educational practice. **Journal of Applied Research in Memory and Cognition**, v. 1, n. 4, p. 242-248, 2012.

RUIZ-GALLARDO, J.; PAÑOS, E. Primary school students' conceptions about microorganisms. Influence of theoretical and practical methodologies on learning. **Research in Science & Technological Education**, v. 36, n. 2, p. 165-184, 2018.

SAMARAPUNGAVAN, A.; MANTZICOPOULOS, P.; PATRICK, H. Learning science through inquiry in kindergarten. **Science Education**, [s. l.], v. 92, n. 5, p. 868–908, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica no ensino fundamental 1: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. [s. l.], 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002263232>. Acesso em: 22 nov. 2024.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. São Paulo, v. 265, 2008.

SILVA, J. S. da. Investigar com crianças: subsídios para a formação e trabalho docente: **Univates Editora**, 2016.

SILVA, J. S.; BEUREN, J.; LORENZON, M. Investigar com crianças: subsídios para formação e trabalho docente. Lajeado: Univates, 2016.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N.J. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. Nova York: McGraw-Hill, 1988. 2 ed.

SCHULZ, L. E.; BONAWITZ, E. B. Balancing theories and evidence in children's exploration explanations and learning. **Cognitive Psychology**, v. 64, n. 4, p. 215-234, 2012.

TOPPINO, T. C.; GERBIER, E. *About practice: Repetition, spacing, and abstraction*. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, v. 40, n. 3, p. 714-731, 2014.

TORTORA, G. J.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. *Microbiologia*. 12ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2016.

VARAVALLO, M. A.; THOMÉ, J. N.; TESHIMA, E. Aplicação de bactérias probióticas para profilaxia e tratamento de doenças gastrointestinais. *Semina: Ciências biológicas e da saúde*, v. 29, n. 1, p. 83-104, 2008

VERGNAUD, G. A teoria dos campos conceituais. *Recherches en didactique des mathématiques*, v. 10, n. 2, p. 3, 1990.

VYGOTSKY, L. S.; COLE, M. *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

VOLANTE ZANON, D. A.; DE FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, [s. l.], v. 10, p. 93-103, 2007.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ASPECTOS HISTÓRICOS E DIFERENTES ABORDAGENS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 13, p. 67-80, 2011.

ZOMPERO, A. de F.; LABURÚ, C. E.; VILAÇA, T. Instrumento analítico para avaliar habilidades cognitivas dos estudantes da educação básica nas atividades de investigação. [s. l.], 2019. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/71401>. Acesso em: 22 nov. 2024.

WAJSKOP, G. O brincar na educação infantil. *Cadernos de Pesquisa*, n. 92, p. 62-69, 1995.

YOUNIE, S. et al. Improving young children's handwashing behaviour and understanding of germs: The impact of A Germ's Journey educational resources in schools and public spaces. *PLoS One*, v. 15, n. 11, p. e0242134, 2020.

WHITE, R.; ARZI, H. Longitudinal Studies: Designs, Validity, Practicality, and Value. *Research in Science Education*, v. 35, n. 1, p. 137-149, 2005.

PATTON, M. Q. **Qualitative Research & Evaluation Methods**. 3. ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2002

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

