

ARTIGO ORIGINAL

## INDÍCIOS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM ESTUDANTES DO 9º ANO: UM ESTUDO DIAGNÓSTICO EM ESCOLAS URBANAS E RURAIS NO MUNICÍPIO DE PENALVA-MA

*Eduardo Nunes Silva<sup>1</sup>*  
*Wilza Lemos Privado<sup>2</sup>*  
*Eudes Campos Prazeres<sup>3</sup>*  
*Maria José Moraes Nunes<sup>4</sup>*

### RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma investigação diagnóstica sobre a alfabetização científica de estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental em três escolas públicas do município de Penalva-MA. A pesquisa foi realizada com turmas de uma escola da zona urbana e duas da zona rural, com o objetivo de identificar indícios de alfabetização científica antes da aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Para isso, aplicou-se um questionário diagnóstico fundamentado nos eixos e indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008), e as respostas foram analisadas qualitativamente com base em um roteiro interpretativo desenvolvido a partir do mesmo referencial. Os resultados revelaram desigualdades marcantes entre os contextos urbanos e rurais: os estudantes da zona urbana apresentaram maior domínio conceitual e argumentativo, enquanto os alunos das escolas rurais demonstraram fragilidades significativas. A pesquisa confirma a hipótese de que é possível diagnosticar, com clareza e rigor, indícios de alfabetização científica por meio de instrumentos avaliativos bem estruturados. Além disso, destaca-se que o tempo de permanência na escola não garante, por si só, avanços na aprendizagem científica, sendo indispensável o uso de práticas pedagógicas mais intencionais, investigativas e contextualizadas. Os dados evidenciam a importância da avaliação diagnóstica como etapa formativa e orientadora de propostas de ensino mais equitativas e eficazes no campo das Ciências.

**Palavras-chave:** Alfabetização científica, Ensino por investigação, Ensino de Ciências, Educação pública.

1. Universidade Vale do Taquari (UNIVATES) - eduardo.silva35@universo.univates.br

2. Secretaria Municipal de Educação de Penalva/MA - wilzaprivado67@gmail.com

3. Secretaria Municipal de Educação de Penalva/MA - eudesquimicauema2022@gmail.com

4. Universidade Estadual do Maranhão - mariajnunes09@gmail.com



## **SIGNS OF SCIENTIFIC LITERACY IN 9TH GRADE STUDENTS: A DIAGNOSTIC STUDY IN URBAN AND RURAL SCHOOLS IN THE MUNICIPALITY OF PENALVA-MA**

### **ABSTRACT**

This article presents the results of a diagnostic investigation on scientific literacy among 9th-grade students from three public schools in the municipality of Penalva, Maranhão, Brazil. The research was conducted with one urban school and two rural schools, aiming to identify signs of scientific literacy prior to the implementation of an Inquiry-Based Teaching Sequence (IBTS). A diagnostic questionnaire was applied, based on the axes and indicators proposed by Sasseron and Carvalho (2008), and the students' answers were qualitatively analyzed using an interpretative framework built from the same theoretical foundation. The results revealed significant disparities between urban and rural contexts: urban students showed a greater command of scientific concepts and argumentative ability, while students from rural schools exhibited considerable weaknesses. The findings confirm the hypothesis that it is possible to diagnose, with clarity and rigor, signs of scientific literacy through well-structured evaluative instruments. Moreover, the study highlights that increased school time alone does not ensure advances in science learning. Intentional, contextualized, and inquiry-oriented pedagogical practices are essential. The data reinforce the relevance of diagnostic evaluation as a formative stage and a guiding tool for more equitable and effective science teaching approaches.

**Keywords:** Scientific literacy, Inquiry-based teaching, Science education, Public education.

## **Indicios de Alfabetización Científica en Estudiantes de Noveno Grado: un estudio diagnóstico en escuelas urbanas y rurales del municipio de Penalva-MA**

### **RESUMEN**

Este artículo presenta los resultados de una investigación diagnóstica sobre la alfabetización científica de estudiantes del noveno año de la Educación Básica en tres escuelas públicas del municipio de Penalva, Maranhão, Brasil. La investigación se llevó a cabo en una escuela ubicada en la zona urbana y en dos situadas en el medio rural, con el objetivo de identificar indicios de alfabetización científica antes de la aplicación de una Secuencia de Enseñanza por Indagación (SEI).



Se aplicó un cuestionario diagnóstico fundamentado en los ejes e indicadores propuestos por Sasseron y Carvalho (2008), y las respuestas fueron analizadas cualitativamente a partir de un guión interpretativo elaborado con base en el mismo marco teórico. Los resultados revelaron desigualdades significativas entre los contextos urbano y rural: los estudiantes de la zona urbana demostraron mayor dominio conceptual y capacidad argumentativa, mientras que los estudiantes de las escuelas rurales presentaron debilidades importantes. Los hallazgos confirman la hipótesis de que es posible diagnosticar, con claridad y rigor, indicios de alfabetización científica mediante instrumentos evaluativos bien estructurados. Además, se destaca que el aumento del tiempo escolar, por sí solo, no garantiza avances en el aprendizaje científico. Son esenciales prácticas pedagógicas intencionales, contextualizadas y basadas en la indagación. Los datos refuerzan la importancia de la evaluación diagnóstica como etapa formativa y orientadora de propuestas de enseñanza más equitativas y eficaces en el campo de las Ciencias.

**Palabras clave:** Alfabetización científica, Enseñanza por indagación, Enseñanza de Ciencias, Educación pública.

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências no Ensino Fundamental enfrenta, historicamente, o desafio de superar abordagens fragmentadas, conteudistas e descontextualizadas que, muitas vezes, pouco contribuem para a formação crítica e significativa dos estudantes. No contexto de uma sociedade marcada por profundas transformações tecnológicas, ambientais e sociais, torna-se imperativo repensar o papel da educação científica escolar, reconhecendo sua função não apenas informativa, mas formadora de sujeitos capazes de interpretar o mundo, argumentar com base em evidências e tomar decisões fundamentadas. Nesse cenário, a proposta de alfabetização científica desponta como eixo estruturante para o ensino de Ciências, entendida não apenas como domínio conceitual, mas como processo que articula práticas epistêmicas, linguagem científica e reflexão crítica sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

A perspectiva da alfabetização científica, tal como sistematizada por Sasseron e Carvalho (2008), contempla três eixos formativos centrais: (I) a compreensão de conceitos e processos científicos; (II) a compreensão da natureza da ciência como prática social, histórica e discursiva; e (III) a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). Cada um desses eixos, quando mobilizado no cotidiano escolar, favorece a constituição de um sujeito científico em sentido amplo, não apenas alguém que conhece termos e definições, mas alguém que compreende, interpreta, argumenta e se posiciona criticamente diante dos desafios do mundo contemporâneo.

Nesse contexto, compreende-se que a alfabetização científica não é resultado exclusivo da aplicação de metodologias investigativas ou de projetos pontuais, mas um processo que se manifesta de maneira diversa e gradativa ao longo da trajetória escolar dos estudantes. Assim, antes mesmo da implementação de abordagens como o Ensino por Investigação, é possível identificar indícios do nível de desenvolvimento conceitual, epistêmico e sociocultural dos alunos, desde que se disponha de instrumentos avaliativos sensíveis e fundamentados nos indicadores da alfabetização científica. Essa premissa constitui o ponto de partida da presente investigação.

Este artigo tem por objetivo apresentar os resultados de um estudo diagnóstico realizado com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, em três escolas públicas do município de Penalva-MA, com vistas a identificar indícios de alfabetização científica antes da aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa. Para isso, foi aplicado um questionário estruturado com base nos eixos e indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008), e as respostas foram analisadas qualitativamente a partir de um roteiro de análise também fundamentado nessa matriz teórica. A investigação abrangeu três turmas distintas, sendo uma localizada na zona urbana e duas situadas na zona rural do município, o que possibilitou também uma análise comparativa entre contextos educacionais diversos. Os resultados obtidos evidenciam discrepâncias significativas entre os grupos investigados, apontando para a necessidade de aprofundar o debate sobre equidade formativa, acesso ao conhecimento científico e práticas pedagógicas que valorizem a construção ativa e crítica do saber em todos os espaços escolares.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ensino de Ciências Naturais no Ensino Fundamental, sobretudo entre os anos finais da Educação Básica, continua desafiado por lacunas estruturais e epistemológicas que comprometem sua função formadora. As práticas pedagógicas tradicionais, ainda marcadas pela centralidade na exposição de conteúdos, na memorização e na desarticulação com o cotidiano dos estudantes, revelam um distanciamento entre a escola e as formas contemporâneas de letramento científico (PEREIRA; MENEZES, 2022). Apesar das diretrizes curriculares mais recentes, como a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), o cotidiano escolar ainda carece de propostas didáticas que priorizem o desenvolvimento da autonomia intelectual, da argumentação e da reflexão crítica.

Esses problemas são intensificados por um modelo escolar que, como apontam Mortimer e Scott (2002), tende a reprimir o discurso dos estudantes e a privilegiar a voz autoritária do professor, silenciando o potencial dialógico da aula de Ciências. A ausência de práticas investigativas e discursivas não apenas empobrece o processo de ensino e aprendizagem, mas compromete a construção de competências científicas essenciais para a formação cidadã. Como destacam Freitas e Santana (2021), a aprendizagem das Ciências deve articular o saber conceitual ao desenvolvimento de práticas epistêmicas e à capacidade de interpretar criticamente a realidade.

Essa precarização do ensino torna-se ainda mais grave quando observamos as desigualdades estruturais entre escolas urbanas e rurais, frequentemente denunciadas na literatura educacional como expressão concreta das assimetrias sociais e territoriais. Estudos recentes (SANTOS; PENA, 2020; ALMEIDA; BARROS, 2022) têm demonstrado que os estudantes da zona rural continuam enfrentando barreiras significativas: infraestrutura precária, ausência de materiais didáticos, dificuldades de acesso a tecnologias e carência de formação docente específica. Essas limitações não são apenas operacionais; são expressões de uma desigualdade histórica que compromete o direito ao conhecimento científico e reforça as distâncias entre diferentes territórios educativos.

A educação rural, como já afirmava Arroyo (2004), deve ser pensada como um campo com identidade própria, e não como uma adaptação simplificada do modelo urbano. No entanto, ainda prevalece uma lógica escolar hegemônica, que desconsidera os saberes locais e impõe práticas descontextualizadas às realidades do campo. Como apontam Klein e Coutinho (2020), essa lógica produz uma exclusão pedagógica que se soma à exclusão social, fragilizando o processo formativo dos estudantes rurais. A equidade educacional, nesse contexto, precisa ser compreendida não como mera igualdade formal, mas como justiça curricular, sensibilidade territorial e compromisso com a democratização do saber.

A defesa da alfabetização científica como eixo formativo no ensino de Ciências surge, portanto, como resposta teórico-política à necessidade de um ensino que forme sujeitos intelectualmente autônomos, discursivamente competentes e socialmente engajados. Conforme sistematizado por Sasseron e Carvalho (2008), esse processo envolve o desenvolvimento da compreensão de conceitos e processos científicos, da natureza da ciência como construção social e das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). Entretanto, a alfabetização científica, mais do que um objetivo didático, deve ser compreendida como uma prática pedagógica que se efetiva por meio da mediação intencional, da problematização e da escuta das ideias dos estudantes.

Estudos recentes vêm corroborando essa perspectiva, ao evidenciar a importância da avaliação diagnóstica como recurso formativo capaz de revelar os níveis de apropriação dos estudantes em relação aos saberes científicos. Silva et al. (2020) demonstram que a análise qualitativa das respostas dos alunos, a partir de instrumentos bem elaborados, permite identificar indicadores do pensamento científico, da argumentação e da elaboração conceitual, oferecendo ao docente subsídios reais para replanejar sua prática. Essa concepção é reafirmada por Reis (2023), ao defender que a análise das falas, produções e justificativas dos estudantes pode tornar visível o desenvolvimento da alfabetização científica em suas múltiplas dimensões.

É nesse horizonte que se inscreve a presente pesquisa, a partir da hipótese de que é possível identificar, por meio de instrumentos avaliativos fundamentados nos indicadores da alfabetização científica, indícios do nível de desenvolvimento conceitual, epistêmico e sociocultural dos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental no ensino de Ciências, antes da aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa. Tal hipótese se alinha a uma compreensão da avaliação como processo diagnóstico, formativo e mediador, e não como instrumento meramente classificatório.

Ao lançar mão de um questionário estruturado com base nos indicadores de alfabetização científica e de uma análise qualitativa sensível às nuances discursivas dos estudantes, esta investigação demonstra não apenas a viabilidade da hipótese, mas sua potência pedagógica. Trata-se de uma pesquisa que, ao valorizar o diagnóstico prévio, reforça a necessidade de uma escuta pedagógica qualificada, comprometida com a equidade e com a construção de um ensino mais justo, intencional e transformador. Mais do que medir o que o aluno sabe, propõe-se aqui compreender como ele pensa, argumenta, interpreta e se apropria do conhecimento científico. E é justamente nesse processo que reside o impacto formativo dessa proposta.

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa possui natureza qualitativa e foi concebida com base em pressupostos teóricos e metodológicos que valorizam o aprofundamento interpretativo dos fenômenos educacionais, a partir da análise situada dos sujeitos, dos contextos e das práticas escolares. Como ressalta André (1995), a pesquisa qualitativa, ao buscar compreender os significados atribuídos pelos participantes aos acontecimentos e práticas vividas, revela-se particularmente adequada aos estudos em educação, pois permite captar nuances, discursos e interações que não se evidenciam por meio de abordagens quantitativas. Trata-se, portanto, de um percurso investigativo que, mais do que mensurar, busca interpretar com profundidade os processos formativos dos sujeitos envolvidos.

A investigação foi realizada no município de Penalva, estado do Maranhão, envolvendo três escolas públicas do Ensino Fundamental. Em cada escola, foi selecionada uma turma do 9º ano, totalizando três turmas participantes da pesquisa. Dentre as unidades escolares, duas estão situadas na zona rural do município e uma na zona urbana, permitindo, assim, uma análise comparativa entre contextos educativos distintos - marcados por desigualdades estruturais, socioeconômicas e formativas. A escolha por esse recorte territorial também se justifica pelo interesse em discutir a equidade educacional e as assimetrias que caracterizam o acesso ao conhecimento científico em diferentes realidades escolares.

Como instrumento de coleta de dados, foi utilizado um questionário diagnóstico estruturado com base nos eixos formadores e nos indicadores da alfabetização científica, conforme propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Os eixos da alfabetização científica que sustentam o instrumento estão apresentados no Quadro 1, juntamente com os principais indicadores que guiaram tanto a elaboração do questionário quanto os critérios posteriores de análise.

**Quadro 1.** Eixos da Alfabetização Científica e seus Indicadores

Eixo da Alfabetização Científica	Descrição	Indicadores de Alfabetização Científica
Compreensão de conceitos e processos científicos	Domínio dos conceitos científicos estruturantes e dos processos que caracterizam o fazer científico, como observação, experimentação, sistematização e raciocínio lógico.	Identificação de variáveis; elaboração de hipóteses; interpretação de fenômenos; construção de explicações fundamentadas; uso de conceitos e terminologias científicas.
Compreensão da natureza da ciência	Entendimento da ciência como construção humana, social, histórica e provisória, sujeita a mudanças, influenciada por contextos culturais, valores e práticas sociais.	Reconhecimento de que o conhecimento científico é construído historicamente; compreensão dos modos de validação das ideias na ciência; análise crítica de diferentes fontes de informação.
Compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA)	Capacidade de compreender as implicações sociais, éticas, ambientais e políticas da ciência e da tecnologia, refletindo criticamente sobre sua presença no cotidiano e suas consequências para a sociedade.	Análise de problemas socioambientais; tomada de decisão fundamentada; reconhecimento de relações CTSA; reflexão sobre o papel da ciência na transformação da sociedade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Com base nesses eixos, foi elaborado um questionário composto por questões abertas, cuidadosamente organizadas para permitir que os estudantes expressassem suas concepções sobre fenômenos científicos, práticas investigativas, compreensão da ciência e suas relações com o cotidiano. O modelo do instrumento aplicado está apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2.** Modelo de Questionário Diagnóstico - Alfabetização Científica

<b>Eixo da Alfabetização Científica</b>	<b>Pergunta Diagnóstica</b>	<b>Indicador de Alfabetização Científica Relacionado</b>
Compreensão de conceitos e processos científicos	P1 - Explique, com suas palavras, o que é um fenômeno científico que você já estudou. Como você aprendeu sobre ele?	Domínio de conceitos científicos e uso da linguagem científica.
Compreensão de conceitos e processos científicos	P2 - O que você costuma fazer para entender como algo funciona na natureza? Você já tentou pensar hipóteses ou fazer testes?	Formulação de hipóteses; mobilização do raciocínio investigativo.
Compreensão de conceitos e processos científicos	P3 - Você já realizou alguma atividade experimental em Ciências? O que aprendeu com ela?	Capacidade de interpretar fenômenos por meio da experimentação.
Compreensão da natureza da ciência	P4 - Você acha que os conhecimentos científicos mudam com o tempo? Por quê?	Compreensão da ciência como construção histórica e social.
Compreensão da natureza da ciência	P5 - Você acredita que cientistas sempre concordam entre si? Por que isso acontece ou não acontece?	Reconhecimento da ciência como campo com debates e revisões.
Compreensão das relações CTSA	P6 - Você consegue lembrar de algum problema da sociedade que envolva a ciência ou a tecnologia? Como você entende essa relação?	Capacidade de articular ciência e sociedade; reflexão crítica.
Compreensão das relações CTSA	P7 - Na sua opinião, por que é importante estudar Ciências hoje em dia? Isso ajuda em quê na vida das pessoas?	Tomada de decisão fundamentada e consciência social sobre ciência.

*Fonte: Elaborado pelos autores (2025)*

Após a aplicação do instrumento, as respostas dos estudantes foram analisadas com base em um roteiro de análise qualitativa, construído a partir dos mesmos indicadores da alfabetização científica utilizados no planejamento do questionário. Esse roteiro permitiu identificar, com maior precisão, os indícios de desenvolvimento conceitual, epistêmico e sociocultural nas manifestações escritas dos estudantes, organizando os dados em critérios analíticos coerentes com o referencial teórico adotado. A estrutura do roteiro está apresentada no Quadro 3.

**Quadro 3.** Roteiro de Análise Qualitativa das Respostas dos Estudantes

<b>Indicador de Alfabetização Científica</b>	<b>CrITÉrios para Análise Qualitativa das Respostas</b>
Domínio de conceitos científicos e uso da linguagem científica	Identifica corretamente conceitos científicos; utiliza vocabulário adequado; demonstra compreensão do fenômeno descrito.
Formulação de hipóteses; raciocínio investigativo	Relata atitudes investigativas; menciona testes, suposições ou hipóteses; evidencia pensamento exploratório.
Interpretação de fenômenos e compreensão do processo experimental	Demonstra aprendizado a partir de experiências práticas; reconhece o papel da experimentação para validar ideias.
Compreensão da ciência como construção histórica e social	Reconhece que o conhecimento muda com o tempo; menciona exemplos de transformações científicas ao longo da história.
Reconhecimento da ciência como campo com debates e revisões	Aponta divergências entre cientistas; compreende que o conhecimento é construído por meio de debates e validações.
Articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA)	Estabelece relações entre temas científicos e problemas sociais, ambientais ou tecnológicos contemporâneos.
Tomada de decisão fundamentada e consciência social sobre ciência	Demonstra senso crítico; reflete sobre o papel da ciência na vida cotidiana e sua relevância para a sociedade.

*Fonte: Elaborado pelos autores (2025)*

Vale destacar que o foco da pesquisa não foi medir o domínio conceitual dos estudantes de forma quantitativa, mas identificar indícios qualitativos de alfabetização científica em suas manifestações discursivas. Essa perspectiva analítica permitiu reconhecer elementos como a mobilização de hipóteses, a elaboração de argumentos, o uso de vocabulário científico, a articulação com temas sociais e ambientais, entre outros aspectos que expressam dimensões formativas muitas vezes invisibilizadas por abordagens tradicionais de avaliação.

A escolha por realizar a avaliação diagnóstica antes da aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) responde à necessidade de compreender, com profundidade, o estágio de desenvolvimento dos estudantes e, assim, planejar ações pedagógicas mais alinhadas às suas reais necessidades formativas. Como ressaltam Sasseron (2015) e Silva et al. (2020), a avaliação diagnóstica, quando bem estruturada e interpretada à luz de referenciais teóricos consistentes, representa um instrumento valioso não apenas para o planejamento didático, mas para a valorização da aprendizagem como processo dinâmico, discursivo e emancipador.

Dessa forma, a metodologia adotada nesta pesquisa integra uma concepção crítica de ensino e avaliação, ancorada na mediação pedagógica, na escuta ativa dos estudantes e na busca por práticas educativas que promovam, de fato, a equidade e o direito à ciência como linguagem, cultura e cidadania.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

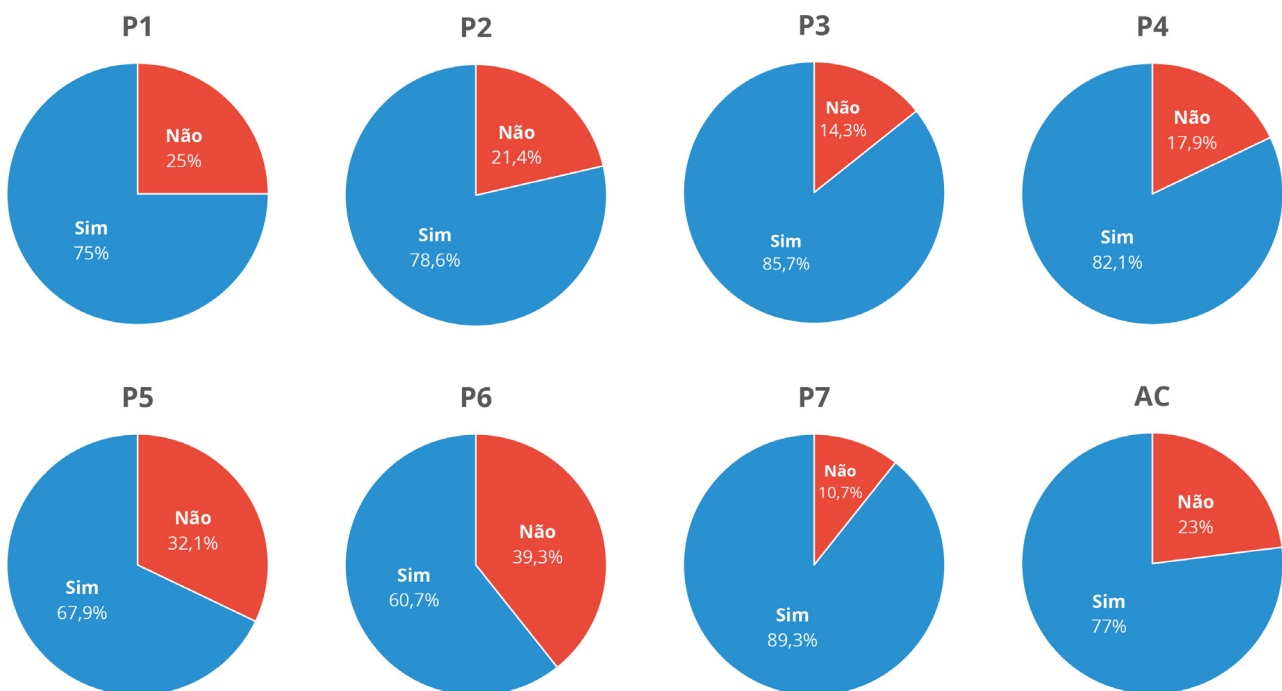
Nesta seção, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário diagnóstico estruturado com base nos eixos e indicadores da alfabetização científica. A análise dos dados, de natureza qualitativa, foi realizada com foco na identificação de indícios de desenvolvimento conceitual, epistêmico e sociocultural dos estudantes, conforme os referenciais teóricos adotados. Para facilitar a leitura e valorizar as particularidades de cada realidade escolar, os resultados são organizados em subseções, cada uma correspondente a uma das escolas participantes da pesquisa. Em seguida, é apresentada uma síntese interpretativa dos achados, à luz da hipótese investigada.

### 4.1. UMI Centro Educacional Penalvense – Escola da Zona Urbana

A primeira unidade escolar investigada foi a UMI Centro Educacional Penalvense, localizada no centro urbano do município de Penalva-MA. Trata-se de uma escola pública de tempo integral, que atende estudantes da sede da cidade e dispõe de infraestrutura mais consolidada em relação às escolas do campo. A turma do 9º ano selecionada para a aplicação do questionário diagnóstico era composta por 28 alunos presentes no dia da coleta.

Os resultados obtidos com base nas sete perguntas do questionário, construídas a partir dos eixos e indicadores da alfabetização científica (Quadro 2), evidenciam que há, de modo geral, indícios expressivos de alfabetização científica entre os estudantes dessa escola. Como se observa na Figura 1, em todas as sete questões aplicadas (P1 a P7), o percentual de respostas consideradas como indicativas de alfabetização científica foi superior a 60%, alcançando índices notavelmente altos em diversas categorias.

**Figura 1.** Indícios de Alfabetização Científica – UMI Centro Educacional Penalvense



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A análise do gráfico P1 da Figura 1, por exemplo, revela que 75% dos estudantes foram capazes de descrever um fenômeno científico com clareza conceitual, mobilizando termos e compreensões coerentes com o vocabulário da ciência escolar. O gráfico P2 reforça essa tendência, com 78,6% dos alunos relatando formas de raciocínio exploratório e investigativo, incluindo o uso de hipóteses e estratégias de teste empírico.

As perguntas P3 e P4, voltadas à descrição de atividades experimentais e à compreensão da natureza mutável do conhecimento científico, apresentaram percentuais ainda mais elevados, com 85,7% e 82,1%, respectivamente, demonstrando que os estudantes reconhecem a ciência como prática experiencial e socialmente construída. Essa é uma indicação importante de que a escola, além de promover a aprendizagem de conceitos, favorece uma visão mais ampliada e epistemologicamente crítica da ciência.

Nas perguntas P5 e P6, voltadas à percepção da discordância entre cientistas e à articulação entre ciência e sociedade, também houve expressiva presença de respostas indicativas de pensamento científico: 67,9% na P5 e 60,7% na P6. Ainda que esses dois itens apresentem percentuais ligeiramente inferiores aos demais, os dados mostram que boa parte dos estudantes consegue reconhecer a ciência como campo de debates e vincular seus conteúdos a problemáticas sociais, o que se alinha aos indicadores do eixo CTSA.

A pergunta P7, que explora a relevância social da ciência e sua aplicação na vida cotidiana, teve o maior índice de concordância: 89,3% dos estudantes expressaram opiniões críticas e fundamentadas sobre a importância do ensino de Ciências no contexto atual, mobilizando argumentos conectados à saúde, ao meio ambiente e à tecnologia.

Quando somadas as frequências absolutas das sete perguntas, o gráfico AC revela que 77% das respostas totais foram classificadas como representativas de alfabetização científica, contra 23% de respostas que não evidenciaram tal apropriação. Esse resultado global reforça o entendimento de que os estudantes da UMI Centro Educacional Penalvense demonstram um nível consistente de desenvolvimento conceitual, epistêmico e sociocultural, compatível com os parâmetros de alfabetização científica estabelecidos por Sasseron e Carvalho (2008).

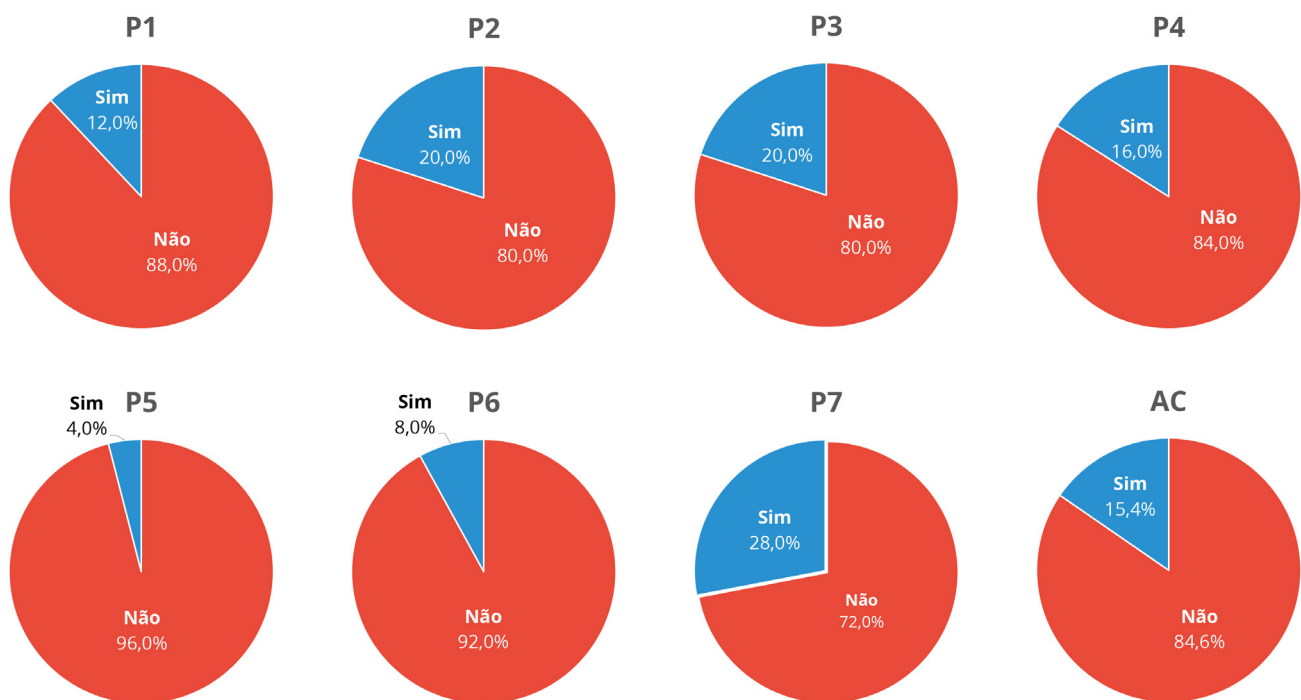
Esse desempenho está possivelmente relacionado ao maior investimento pedagógico e estrutural da escola, à formação continuada dos docentes, bem como à presença de práticas investigativas ou experiências didáticas mais articuladas com os princípios da ciência escolar. Embora a pesquisa não tenha como foco avaliar diretamente as práticas docentes, os indícios encontrados sugerem um ambiente mais favorável à construção ativa do conhecimento científico. A análise dos dados dessa escola servirá, portanto, como importante parâmetro de comparação com as demais realidades escolares investigadas.

## 4.2. UMI Gonçalves Dias – Escola da Zona Rural

A segunda escola participante da investigação foi a UMI Gonçalves Dias, localizada no povoado Jacaré, na zona rural do município de Penalva-MA. Trata-se de uma escola pública de tempo integral, vinculada ao Programa Nacional de Educação Integral, que atende estudantes de comunidades rurais com jornada estendida. Apesar dessa ampliação de tempo escolar, os desafios enfrentados pela educação rural, tanto em infraestrutura quanto em acesso qualificado ao conhecimento científico, ainda se impõem de forma significativa no cotidiano pedagógico. No dia da coleta de dados, 25 alunos do 9º ano estavam presentes e responderam ao questionário diagnóstico.

A análise dos resultados, conforme apresentado na Figura 2, revela um quadro de grande fragilidade nos indícios de alfabetização científica entre os estudantes dessa escola. O gráfico P1 mostra que apenas 12% dos alunos apresentaram algum nível de apropriação conceitual sobre fenômenos científicos, enquanto 88% não evidenciaram qualquer articulação adequada de linguagem científica em suas respostas.

**Figura 2.** Indícios de Alfabetização Científica – UMI Gonçalves Dias



*Fonte: Elaborado pelos autores (2025)*

A tendência de baixos índices de alfabetização científica se manteve nos gráficos subsequentes. No gráfico P2, 20% dos alunos demonstraram algum elemento de raciocínio investigativo, como o uso de hipóteses ou a tentativa de explicação exploratória de fenômenos, ao passo que 80% não mobilizaram nenhum indicador cognitivo compatível com esse eixo formativo. A pergunta P3, que trata da experimentação, obteve o mesmo percentual de 20%, indicando que apenas 1 em cada 5 estudantes demonstrou compreender minimamente o papel das atividades experimentais na construção do conhecimento científico.

As perguntas P4, P5 e P6 revelam percentuais ainda mais críticos. Apenas 16% dos estudantes indicaram compreender a ciência como processo histórico e social (P4), 4% demonstraram reconhecer a existência de divergências entre cientistas e o caráter não absoluto do saber científico (P5), e apenas 8% conseguiram estabelecer relações entre ciência e sociedade (P6), dentro do eixo CTSA. Tais resultados sugerem uma ausência generalizada de vivências escolares que favoreçam a apropriação dessas dimensões epistêmicas e sociais do conhecimento científico.

A pergunta P7, relacionada à relevância da ciência no cotidiano, alcançou um índice um pouco mais elevado, com 28% de respostas consideradas representativas de alfabetização científica. Ainda assim, 72% dos estudantes apresentaram argumentos frágeis, desconectados da realidade social ou ausentes de elementos conceituais que justificassem a importância das Ciências na vida cotidiana.

A soma geral das respostas analisadas está representada no gráfico AC, que revela que apenas 15,4% das respostas totais foram classificadas como indicativas de alfabetização científica, enquanto 84,6% não atenderam aos critérios estabelecidos pelo roteiro de análise qualitativa. Essa discrepância aponta para um baixo grau de desenvolvimento conceitual, epistêmico e sociocultural dos estudantes da UMI Gonçalves Dias no que se refere à apropriação do conhecimento científico escolar.

Esse resultado exige uma reflexão profunda sobre a materialidade das desigualdades no campo educacional. Embora inserida em um programa de jornada ampliada, a escola rural ainda enfrenta limites estruturais que afetam diretamente o desenvolvimento da alfabetização científica: a escassez de recursos didáticos, a limitação de acesso a práticas experimentais e a pouca integração entre ciência escolar e realidade social das comunidades do campo. Como afirmam Klein e Coutinho (2020), não basta estender o tempo de permanência dos estudantes na escola; é preciso garantir condições reais de aprendizagem, valorizando os saberes locais e construindo práticas contextualizadas.

A aplicação do questionário diagnóstico fundamentado nos indicadores de Sasseron e Carvalho (2008) revelou-se, neste caso, um instrumento eficaz para tornar visível aquilo que a rotina escolar muitas vezes não consegue captar. O mapeamento das fragilidades formativas dos estudantes fornece subsídios valiosos para a elaboração de intervenções mais intencionais e transformadoras, como a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que poderá reverter, ao menos em parte, os déficits identificados. Dessa forma, a análise desta escola rural reforça não apenas a importância do diagnóstico prévio, mas também a urgência de políticas públicas e ações pedagógicas voltadas à equidade no ensino de Ciências.

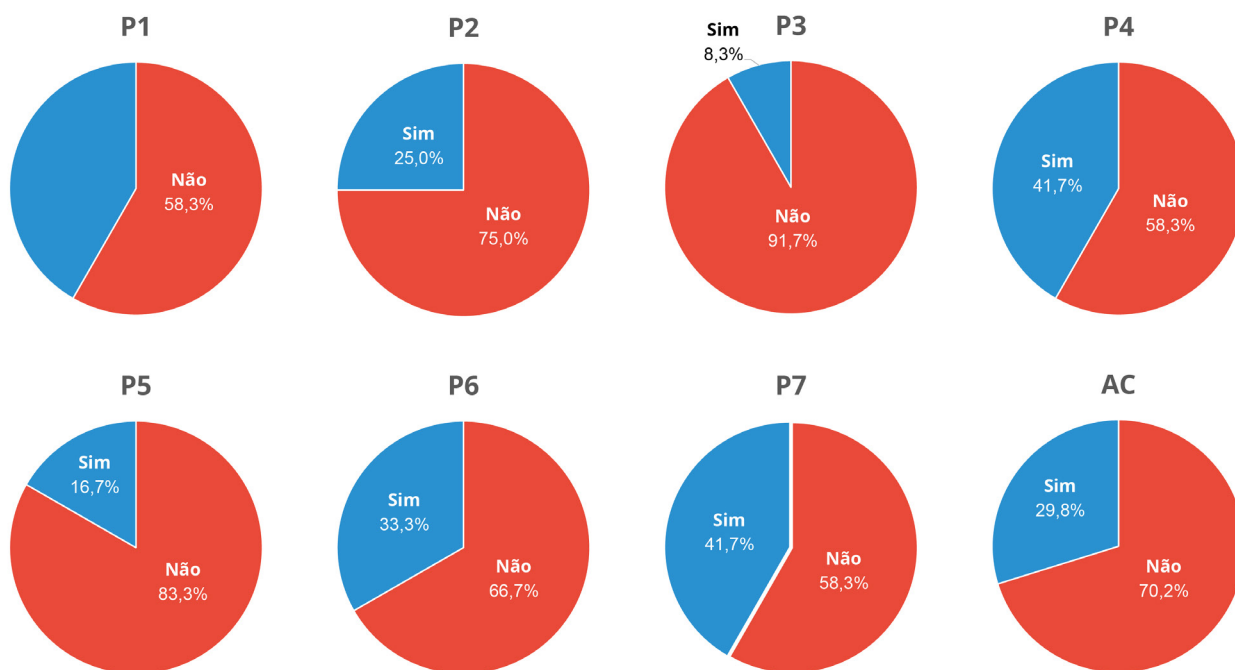
#### 4.3. Unidade Escolar Padre Batista Costa – Escola da Zona Rural

A terceira escola analisada nesta pesquisa foi a Unidade Escolar Padre Batista Costa, situada no povoado Ricoa, zona rural do município de Penalva-MA. Trata-se de uma escola pública de ensino regular, com jornada simples e estrutura básica, que atende uma comunidade rural com condições de acesso ao conhecimento científico significativamente mais restritas.

No dia da aplicação do questionário diagnóstico, participaram 12 estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, que responderam às sete questões abertas, conforme os indicadores de alfabetização científica sistematizados por Sasseron e Carvalho (2008).

Os dados, apresentados por gráficos na Figura 3, revelam um desempenho variável entre as perguntas, com alguns indícios positivos em determinadas dimensões da alfabetização científica, mas ainda marcados por importantes fragilidades conceituais e argumentativas. O gráfico P1 mostra que 41,7% dos alunos conseguiram apresentar alguma explicação sobre fenômenos científicos com base em vocabulário escolar e estrutura coerente, enquanto 58,3% não demonstraram domínio conceitual suficiente. O mesmo percentual de 41,7% reaparece na pergunta P4, relacionada à compreensão da ciência como processo histórico e não absoluto, o que indica alguma capacidade crítica em relação à natureza do conhecimento científico.

**Figura 3.** Índices de Alfabetização Científica – Unidade Escolar Padre Batista Costa



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Entretanto, o gráfico P2, que avalia o raciocínio investigativo, apresenta um resultado mais baixo: apenas 25% dos estudantes expressaram ideias relacionadas à formulação de hipóteses ou tentativas de experimentação, enquanto 75% revelaram ausência desse tipo de construção cognitiva. Essa dificuldade é ainda mais acentuada na pergunta P3, que investiga especificamente o papel da experimentação: apenas 8,3% dos alunos apresentaram respostas compatíveis com os indicadores esperados, enquanto 91,7% mostraram desconhecimento ou desvalorização dessa dimensão prática da ciência escolar.

As perguntas P5 e P6, voltadas ao eixo CTSA, também apresentaram resultados limitados. Na P5, apenas 16,7% dos estudantes reconheceram a ciência como campo de debates e divergências, o que indica baixa compreensão da natureza social e argumentativa da produção científica.

Já a P6 mostra que 33,3% dos alunos conseguiram estabelecer, ainda que parcialmente, relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, o que representa o segundo melhor resultado desta turma em termos percentuais, embora ainda insuficiente para caracterizar uma compreensão consolidada.

Por fim, a pergunta P7, que convida os estudantes a refletirem sobre a importância da ciência no cotidiano, apresentou novamente o percentual de 41,7% de respostas consideradas indicativas de alfabetização científica, o que sugere que parte dos estudantes é capaz de reconhecer a aplicabilidade dos saberes científicos na vida social e pessoal, mesmo que de forma ainda superficial ou pouco articulada.

A consolidação dos dados aparece no gráfico AC, que representa o somatório de todas as respostas: 29,8% das manifestações dos estudantes foram classificadas como indicativas de alfabetização científica, enquanto 70,2% não atenderam aos critérios de análise estabelecidos. Esse resultado aponta para um desempenho um pouco superior à média das demais escolas rurais analisadas, mas ainda insuficiente para caracterizar um processo formativo efetivo no campo da ciência escolar.

Apesar das limitações, os dados sugerem a existência de potencialidades formativas latentes entre os estudantes da Unidade Escolar Padre Batista Costa. A presença de indícios de alfabetização científica em algumas questões, especialmente aquelas que demandam reflexão social ou posicionamento sobre o papel da ciência no cotidiano, indica que há terreno fértil para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais investigativas, mediadas e intencionais. A avaliação diagnóstica realizada permite, nesse sentido, delinear caminhos para a proposição de uma futura Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que dialogue com os saberes locais, valorize as experiências dos estudantes e promova o avanço nos indicadores de alfabetização científica, contribuindo para uma formação mais crítica, argumentativa e emancipada.

#### 4.4. Análise interpretativa dos resultados

A análise dos dados coletados por meio do questionário diagnóstico aplicado aos estudantes do 9º ano das três escolas públicas investigadas no município de Penalva-MA revelou um cenário marcado por desigualdades expressivas na apropriação do conhecimento científico, evidenciando distintos níveis de desenvolvimento conceitual, epistêmico e sociocultural entre os estudantes das zonas urbana e rural. Esses achados dialogam diretamente com a hipótese inicial da pesquisa, que sustentava ser possível identificar, por meio de instrumentos avaliativos fundamentados nos indicadores da alfabetização científica, indícios formativos relevantes mesmo antes da aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

Os resultados demonstraram que a escola localizada na zona urbana (UMI Centro Educacional Penalvense) apresentou percentuais elevados de respostas compatíveis com os indicadores da alfabetização científica em todas as sete questões do questionário, culminando em 77% de respostas consideradas qualificadas.

Os estudantes dessa escola demonstraram, de modo geral, domínio conceitual, capacidade argumentativa, articulação com temas sociais e apropriação da linguagem científica, o que sugere um ambiente pedagógico mais propício ao desenvolvimento de competências científicas, ainda que o estudo não tenha se debruçado diretamente sobre as práticas docentes.

Em contraste, os dados oriundos das duas escolas da zona rural - UMI Gonçalves Dias (povoado Jacaré) e Unidade Escolar Padre Batista Costa (povoado Ricoa) - revelaram índices significativamente mais baixos de alfabetização científica. A primeira delas obteve apenas 15,4% de respostas classificadas como indicativas de alfabetização científica, enquanto a segunda atingiu 29,8%, sendo a mais expressiva entre as escolas rurais avaliadas. As maiores fragilidades observadas nas turmas do campo dizem respeito à compreensão dos conceitos científicos, à capacidade de elaborar hipóteses e argumentos e à articulação entre ciência, sociedade e ambiente - componentes centrais dos eixos estruturantes da alfabetização científica.

Essas discrepâncias acentuadas reforçam o que já vem sendo amplamente discutido na literatura educacional: as desigualdades estruturais e curriculares entre escolas urbanas e rurais persistem e influenciam diretamente a formação científica dos estudantes (KLEIN; COUTINHO, 2020; SANTOS; PENA, 2020). Ainda que os estudantes rurais estejam matriculados em escolas públicas sob a mesma legislação e diretrizes curriculares, suas condições objetivas de aprendizagem - infraestrutura, acesso a recursos didáticos, vivência de práticas investigativas e integração com a cultura científica - são frequentemente mais precárias, afetando diretamente os processos de apropriação do saber escolar.

Além disso, os dados também evidenciam que o tempo de permanência na escola, por si só, não garante avanços formativos consistentes, como demonstra o caso da UMI Gonçalves Dias, unidade de jornada ampliada, cujos estudantes apresentaram índices inferiores aos da escola regular do povoado Ricoa. Tal constatação sugere que a qualidade e a intencionalidade das práticas pedagógicas são mais determinantes que o tempo formal dedicado à escolarização, especialmente no campo do ensino de Ciências.

A realização desta avaliação diagnóstica, fundamentada nos eixos e indicadores da alfabetização científica, mostrou-se altamente eficaz não apenas para identificar lacunas conceituais e discursivas, mas também para compreender o nível real de inserção dos estudantes nas práticas epistêmicas e argumentativas próprias da ciência escolar. Essa leitura reforça a pertinência da abordagem metodológica adotada na pesquisa e confirma a hipótese de que é possível diagnosticar, com base em critérios qualitativos rigorosos, o estágio formativo dos estudantes antes da intervenção com uma SEI.

Mais do que apresentar um panorama estático, os resultados interpretados nesta etapa fornecem elementos concretos para a proposição de práticas pedagógicas mais responsivas, equitativas e contextualizadas, reafirmando a importância do diagnóstico como ponto de partida para qualquer processo educativo transformador. Com isso, reafirma-se o compromisso da pesquisa com uma perspectiva de ensino de Ciências que reconhece a diversidade dos sujeitos e a urgência de políticas e práticas que enfrentem, de fato, as desigualdades históricas que permeiam a escola pública brasileira.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação teve como propósito central identificar indícios de alfabetização científica entre estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, a partir da aplicação de um instrumento diagnóstico qualitativo, elaborado com base nos eixos estruturantes e indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Os dados analisados, oriundos de três escolas públicas do município de Penalva-MA, permitiram observar distintos níveis de apropriação do conhecimento científico escolar, refletindo diretamente as desigualdades educacionais existentes entre as zonas urbana e rural.

As análises revelaram que os estudantes da escola situada na sede urbana apresentaram um desempenho expressivamente superior aos das escolas localizadas na zona rural, evidenciando maior domínio conceitual, raciocínio epistêmico mais desenvolvido e capacidade de articular saberes científicos às problemáticas sociais. Em contrapartida, as respostas provenientes das escolas rurais indicaram fragilidades significativas no domínio da linguagem científica, na formulação de hipóteses, na compreensão da ciência como construção histórica e nas conexões com os eixos CTSA. Esses resultados confirmam a hipótese inicialmente formulada: é plenamente possível diagnosticar, por meio de instrumentos avaliativos bem estruturados, os níveis de desenvolvimento conceitual, epistêmico e sociocultural dos estudantes antes da aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa.

A utilização do referencial teórico de Sasseron e Carvalho (2008), ao sistematizar a alfabetização científica em três eixos, a compreensão dos conceitos e processos científicos, a compreensão da natureza da ciência e a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, revelou-se extremamente eficaz para a análise qualitativa das respostas. Tal estrutura permitiu não apenas categorizar os dados com precisão, mas também compreender as múltiplas dimensões da alfabetização científica como um processo complexo, gradual e profundamente dependente das condições escolares, culturais e pedagógicas em que os estudantes estão inseridos.

Do ponto de vista educacional, os resultados reiteram a urgência de políticas públicas voltadas à equidade no ensino de Ciências, com ênfase na formação crítica, contextualizada e argumentativa. O tempo de permanência na escola, isoladamente, mostrou-se insuficiente para garantir avanços significativos quando não está associado a práticas pedagógicas investigativas, mediadas por professores preparados e comprometidos com a construção do pensamento científico. As fragilidades observadas nas escolas do campo revelam não apenas uma ausência de conteúdos científicos, mas, sobretudo, a carência de experiências formativas que estimulem o questionamento, a explicação fundamentada e a articulação com os saberes do cotidiano.

Este trabalho contribui, assim, para a consolidação do diagnóstico pedagógico como etapa fundamental no processo de ensino por investigação. Mais do que apontar o que falta, a avaliação diagnóstica proposta nesta pesquisa torna visível o que os estudantes já sabem, como pensam e quais caminhos podem ser trilhados para avançar. Os dados obtidos serão, portanto, fundamentais para subsidiar a construção de uma futura Sequência de Ensino Investigativa, elaborada a partir das reais necessidades identificadas em cada contexto escolar. Acredita-se que, por meio dessa articulação entre diagnóstico e intervenção, seja possível promover uma formação científica mais justa, emancipada e verdadeiramente significativa.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. L.; BARROS, V. F. Desigualdades territoriais e qualidade da educação no Brasil: um estudo sobre escolas urbanas e rurais. *Revista Brasileira de Educação*, v. 27, e270058, 2022.
- ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazio Afonso de. *Etnografia da prática escolar*. 2. ed. Campinas, SP: Papirus, 1995.
- ARROYO, M. G. *Políticas educacionais e desigualdade social: reflexões sobre a educação do campo*. Petrópolis: Vozes, 2004.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 09 mar. 2025.
- FREITAS, D. R.; SANTANA, J. P. A investigação no ensino de Ciências e o desenvolvimento da argumentação: uma revisão da literatura. *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 2, p. 74–95, 2021.
- KLEIN, R.; COUTINHO, C. C. Ensino de Ciências e desigualdades territoriais: um estudo sobre políticas públicas para escolas do campo. *Educar em Revista*, Curitiba, v. 36, e75555, 2020.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. *Ensinar Ciências: a construção do discurso científico na sala de aula*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.
- PEREIRA, C. A.; MENEZES, L. F. Alfabetização científica no Ensino Fundamental: práticas e desafios na formação de sujeitos críticos. *Revista Ciência e Educação*, v. 28, n. 2, p. 331–349, 2022.
- REIS, M. T. *Ensino e aprendizagem de Astronomia sob a perspectiva do Ensino por Investigação e da Teoria dos Campos Conceituais a partir da BNCC*. 2023. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2023.
- SANTOS, A. M.; PENA, V. S. Educação rural no Brasil: desafios e desigualdades estruturais. *Revista Retratos da Escola*, Brasília, v. 14, n. 33, p. 205–224, 2020.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 3, p. 97–115, 2015.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica no ensino fundamental: estruturando o ensino por investigação. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333–352, 2008.
- SILVA, A. P. et al. Avaliação da alfabetização científica na educação básica: caminhos para o desenvolvimento de práticas epistêmicas. *Revista Práxis Educacional*, v. 16, n. 40, p. 222–243, 2020.