ANÁLISE DO SOLO AMAZÔNICO COM A CROMATOGRAFIA DE PFEIFFER: INICIAÇÃO CIENTÍFICA NA ESCOLA A PARTIR DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA

ANALYSIS OF AMAZONIAN SOIL USING PFEIFFER CHROMATOGRAPHY: SCIENTIFIC INITIATION IN SCHOOLS THROUGH INVESTIGATIVE EXPERIMENTAL ACTIVITY

ANÁLISIS DEL SUELO AMAZÓNICO MEDIANTE LA CROMATOGRAFÍA DE PFEIFFER: INICIACIÓN CIENTÍFICA EN LA ESCUELA A PARTIR DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA

10.56238/sevened2026.037-041

Denilson Boff
Mestre em Ensino de Física
Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)
E-mail: denilson.boff4495@escola.seduc.pa.gov.br

Emanuelly Tomás dos Santos
Estudante do Ensino Médio
Instituição: Escola Estadual Waldemar Lindermayer, SEDUC-PA.
E-mail: emanuellytomas61@gmail.com

Gabryelly Kauany Vitória dos Santos Moreira
Egresso do Ensino Médio
Instituição: Escola Estadual Waldemar Lindermayer, SEDUC-PA
E-mail: gabryellymoreira5@gmail.com

Lais Cardins de Oliveira
Egresso do Ensino Médio
Instituição: Escola Estadual Waldemar Lindermayer, SEDUC-PA
E-mail: laiscardins@gmail.com

RESUMO
O capítulo relata uma experiência de iniciação científica com estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual Waldemar Lindermayer, em Novo Progresso (PA), que investigaram a saúde do solo em áreas de floresta nativa, pastagem, lavoura e mata secundária usando a Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP). O método, criado por Ehrenfried Pfeiffer na década de 1920, é qualitativo e integrador: não mede teores de nutrientes, mas revela em uma única imagem a estrutura, a matéria orgânica e a atividade biológica do solo. Por usar materiais de baixo custo, é viável na escola pública ou comunidades. O percurso metodológico seguiu as sete etapas do guia de atividades experimentais investigativas de Boff (2024) e o protocolo da EMBRAPA, com 22 amostras coletadas. Os cromatogramas evidenciaram padrão mais harmônico na mata nativa e compactação e perda biológica

na pastagem, confirmando que o uso da terra altera a saúde do solo. O trabalho culminou na divulgação em feiras de ciências, incluindo a FECITBA 2026.

Palavras-chave: Cromatografia de Pfeiffer. Análise do Solo Amazônico. Iniciação Científica. Atividade Experimental Investigativa.

ABSTRACT
This chapter describes a scientific initiation project involving high school students from the Waldemar Lindermayer State School in Novo Progresso, Pará (PA). The students investigated soil health across various land uses—native forest, pasture, cropland, and secondary forest—using Pfeiffer Circular Chromatography (PCC). Developed by Ehrenfried Pfeiffer in the 1920s, this qualitative, integrative method does not measure specific nutrient concentrations; instead, it provides a single visual representation of the soil's structure, organic matter content, and biological activity. Because it utilizes low-cost materials, the method is highly accessible for use in public schools and local communities. The methodological approach followed the seven stages outlined in Boff's (2024) guide for investigative experimental activities, alongside the protocol established by EMBRAPA, with a total of 22 samples collected. The resulting chromatograms revealed a more harmonious pattern in the native forest, while showing signs of compaction and a loss of biological activity in the pasture—confirming that land use significantly alters soil health. The project culminated in presentations at science fairs, including FECITBA 2026.

Keywords: Pfeiffer Chromatography. Amazonian Soil Analysis. Scientific Initiation. Investigative Experimental Activity.

RESUMEN
El capítulo relata una experiencia de iniciación científica con estudiantes de educación secundaria de la Escuela Estatal Waldemar Lindermayer, en Novo Progresso (PA), quienes investigaron la salud del suelo en áreas de bosque nativo, pastizal, cultivos y bosque secundario utilizando la Cromatografía Circular de Pfeiffer (CCP). El método, creado por Ehrenfried Pfeiffer en la década de 1920, es cualitativo e integrador: no mide los niveles de nutrientes, sino que revela, en una sola imagen, la estructura, la materia orgánica y la actividad biológica del suelo. Al emplear materiales de bajo costo, resulta viable para su aplicación en escuelas públicas o comunidades. El recorrido metodológico siguió las siete etapas de la guía de actividades experimentales investigativas de Boff (2024) y el protocolo de la EMBRAPA, a partir de 22 muestras recolectadas. Los cromatogramas mostraron un patrón más armónico en el bosque nativo, mientras que en el pastizal evidenciaron compactación y pérdida biológica, lo que confirma que el uso de la tierra altera la salud del suelo. El trabajo culminó con su divulgación en ferias de ciencias, incluida la FECITBA 2026.

Palabras clave: Cromatografía de Pfeiffer. Análisis del Suelo Amazónico. Iniciación Científica. Actividad Experimental Investigativa.

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia vive transformações aceleradas no uso da terra, que convertem floresta em pastagem e lavoura em ritmo superior à capacidade de regeneração dos ecossistemas. Nesse processo, o solo é frequentemente tratado como mero suporte físico e revela-se um compartimento biótico dinâmico e vivo, que sustenta a ciclagem de nutrientes e a formação de húmus. Compreender a saúde do solo é compreender a saúde do território regional, e essa compreensão não pode ficar restrita às instituições de pesquisa.

Transpor essas questões socioambientais para a escola exige metodologias que superem o ensino transmissivo. Nesse horizonte, este capítulo relata a experiência de iniciação científica de estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual Waldemar Lindermayer, em Novo Progresso-PA, que investigaram a saúde do solo de diferentes áreas do entorno do município com a Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP). A metodologia adotada é um guia de atividades experimentais investigativas de Boff (2024), dividido em 7 etapas, e as orientações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) de Pilon et al., (2018) as quais permitiram o materialização da Iniciação Científica na escola, permitindo ao estudante ser protagonistas de sua aprendizagem e trazer para a comunidade científicas conhecimentos relevantes quanto a análise do solo.

1.1 A ORIGEM DA PROPOSTA E A PERGUNTA INVESTIGATIVA

A proposta surgiu no clube de robótica e programação da escola, onde nossa observação estava voltada para uma estação meteorológica com sensores e Arduino para medir temperatura e umidade do solo. Nas discussões, o interesse dos estudantes deslocou-se dos números para o próprio solo, mas nossa observação limitava-se à granulometria e à cor. Dessa insatisfação nasceu a pergunta investigativa: Como seria possível analisar as variações existentes no solo em relação a sua qualidade e a sua saúde entre áreas de floresta nativa preservada, pastagens e plantações na região de Novo Progresso – PA?

O levantamento bibliográfico (SATYAGRAHA, 2011; PILON et al., 2018) nos levou à CCP como alternativa metodológica acessível. Constituímos então o grupo: de aproximadamente quinze estudantes do 1º, 2º e 3º anos, convidados por interesse declarado. Criamos um grupo de WhatsApp para circulação de materiais e diálogos, e a primeira reunião de orientação ocorreu na escola em 02 de março de 2026. Era um grupo de pesquisadores em formação, em escola pública, sem laboratório especializado, jovens da terra investigando a terra.

2 A CROMATOGRAFIA DE PFEIFFER COMO METODOLOGIA ACESSÍVEL

2.1 O QUE É E POR QUE É ACESSÍVEL

A Cromatografia Circular de Pfeiffer é um método qualitativo, integrador e multidimensional, concebido por Ehrenfried Pfeiffer na década de 1920 no escopo da agricultura biodinâmica, que compreende o solo como organismo vivo (PFEIFFER, 1984; PILON et al., 2018; ALVES et al., 2025). Diferente das análises químicas quantitativas de rotina que mensuram potássio, fósforo e nitrogênio de forma pontual e descontextualizada do metabolismo biológico, a CCP oferece uma imagem do comportamento integrado do solo.

Sua acessibilidade é o que torna a pesquisa possível na escola pública: reagentes e materiais de baixo custo e disponibilidade local, ausência de equipamentos sofisticados e execução viável em laboratório escolar ou sala adaptada, com atenção às normas de segurança no manuseio do Hidróxido de Sódio e do Nitrato de Prata. Essa condição amplia a autonomia de professores, estudantes, agricultores e técnicos no monitoramento do próprio solo.

2.2 O PROTOCOLO EXECUTADO PELOS ESTUDANTES

O protocolo seguiu o documento orientativo da EMBRAPA (PILON et al., 2018). Coletamos amostras na superfície e a aproximadamente 25 cm de profundidade; secagem completa à sombra e peneiramento, com identificação por local e profundidade, garantindo rastreabilidade. Preparamos solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 1% e misturamos 50 mL a 5 g de solo; realizamos três séries de agitação manual padronizada (7 giros alternados para a direita e 7 para a esquerda, totalizando 49 repetições por série), intercaladas por repousos de 15 e 60 minutos; decantação de aproximadamente 6 horas, com formação de duas fases. Coletamos o sobrenadante com seringa de 20 mL (cerca de 10 mL), descartando a fração densa depositada no fundo. A figura 1 mostra parte deste procedimento.

Figura 1: Procedimento experimental da CCP.



Fonte: Autores 2026

O extrato foi impregnado por capilaridade em discos de papel-filtro sensibilizados com solução de nitrato de prata ($AgNO_3$) a 0,5%, em ambiente de baixa luminosidade; secagem ao abrigo da luz, progressão cromatográfica no escuro, sem interrupções, e repouso de 15 dias em armário ventilado para revelação e pré-análise. A migração capilar distribui substâncias de diferentes tamanhos, pesos moleculares, estruturas e cargas em coroas concêntricas, reveladas pela reação com o nitrato de prata, mostrados na figura 2.

Figura 2: Impregnação da solução do solo nos filtros impregnados com solução de Nitrato de Prata.



Fonte: Autores 2026

2.3 A LEITURA DAS QUATRO ZONAS

A leitura organiza-se em quatro zonas e no critério de harmonia. A Zona Central (ZC) revela porosidade, aeração e respiração microbiológica: zona clara e ampla indica metabolismo aeróbico pleno; núcleo escuro e contraído, anaerobiose e compactação. A Zona Interna (ZI) expressa a atividade

e a diversidade mineral. A Zona Média (ZM) traduz a matéria orgânica, a fauna do solo, os fungos e as bactérias: tons amarelados, bege ou dourados integrados indicam boa ciclagem e húmus ativo. A Zona Externa (ZE) informa a atividade enzimática e nutricional: picos e manchas escuras integradas na borda indicam elevada atividade enzimática. Quanto mais suaves as transições entre zonas e mais proeminentes as plumas e feixes radiais, maior a integração e a fertilidade sistêmica (PFEIFFER, 1984; GRACIANO, 2018; BARROS; FRANCO, 2022).

3 A INICIAÇÃO CIENTÍFICA VIVENCIADA ETAPA POR ETAPA

Esta seção narra como o grupo viveu as sete etapas do guia (BOFF, 2024). Buscamos superar a experimentação demonstrativa e situar a atividade nos graus de liberdade 3 e 4 de Carvalho (2018), nos quais o problema e o plano são construídos com e pelos estudantes (HIGA; OLIVEIRA, 2012; HODSON, 1988; SASSERON, 2015; 2018; CARVALHO, 2013).

3.1 PROPOSTA DO PROBLEMA: DA CURIOSIDADE AO PROBLEMA DE PESQUISA

Começamos com uma tempestade de ideias, incentivando os estudantes a gerar o maior número possível de perguntas, sem julgamento prévio: por que a pastagem fica mais dura quando seca? O milho do Castelo dos Sonhos cresce num solo vivo? Discutimos a lista quanto à investigabilidade com os recursos da escola, e a escolha coletiva da questão foi feita por votação fundamentada, registrada no diário de bordo. O estudante tornou-se autor da pergunta: Como seria possível analisar as variações existentes no solo em relação a sua qualidade e a sua saúde entre áreas de floresta nativa preservada, pastagens e plantações na região de Novo Progresso – PA?

3.2 LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES: AS PRIMEIRAS SUPOSIÇÕES DO GRUPO

Encorajamos os estudantes a formular suposições fundamentadas antes da pesquisa bibliográfica. As hipóteses eram intuitivas e regionais: a mata teria o solo mais vivo; a pastagem seria fértil pelo esterco; a lavoura adubada superaria a floresta. Registramos todas no diário de bordo, sabendo que seriam testadas, o que permitiu, meses depois, revisá-las diante da evidência.

3.3 ELABORAÇÃO DO PLANO DE TRABALHO: DECIDIR EM CONJUNTO

Na reunião de elaboração do plano, estabelecemos com os estudantes o procedimento experimental, os materiais, a forma de coleta e de análise e os cuidados de segurança. O grupo foi

dividido em três equipes por área de coleta; Aldeia Ronkô, Castelo dos Sonhos e Novo Progresso, cada uma responsável pelas suas amostras e pelo seu registro. As decisões foram coletivas; o professor atuou como orientador, problematizando escolhas sem decidir pelo grupo.

3.4 MONTAGEM DO ARRANJO EXPERIMENTAL E COLETA DE DADOS: FAZER PESQUISA DE VERDADE

Foram coletadas 22 amostras, em superfície e em profundidade, em quatro áreas com históricos distintos: mata nativa preservada na Aldeia Indígena Ronkô (Terra do Meio, Pará); lavoura de milho e Área de Preservação Permanente de mata secundária (Castelo dos Sonhos, Pará); pastagem e mata secundária próximas ao rio Jamanxim e à FLONA do Jamanxim (Novo Progresso-PA). Acompanhamos tudo como mediadores, sem intervenção direta na execução, com uso de orientações da EMBRAPA e dos materiais e equipamentos de segurança da escola. Na área próxima ao rio Jamanxim, sensores e Arduino monitoraram temperatura e umidade do solo, articulando o clube de robótica à pesquisa.

Figura 3: Coleta do solo (pastagem) em região próxima ao rio Jamnxim. Novo Progresso-PA.

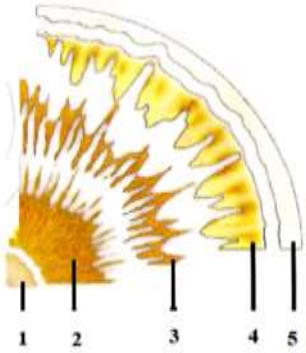


Fonte: Autores 2026

3.5 ANÁLISE DOS DADOS: APRENDER A OLHAR O CROMATOGRAMA

A análise comparou sistematicamente os cromatogramas, tomando como referência o solo da mata nativa da Aldeia Ronkô. Os estudantes leram as quatro zonas em cada amostra e descreveram as observações por escrito. As divergências de leitura foram tratadas e compreendidas sob a análise dos trabalhos de (GRACIANO, 2018; PILON et al., 2018). Usando como referência a figura 4.

Figura 4: zonas de interpretação dos cromatogramas.



1. *Zona central: zona da atividade mineral, processos de mineralização, oxigenação e sistema poroso do solo.*
2. *Zona interna: zona da química do solo. Relaciona-se com atividade microbiológica (fungos e bactérias); observa-se aqui também a textura do solo e propriedades da argila.*
3. *Zona intermediária: zona da matéria orgânica do solo. Refere-se também à zona da fauna do solo*
4. *Zona externa: zona do alimento potencial do solo, também zona do húmus disponível e atividade enzimática/microbiológica*

Fonte: PILON et al. (2018)

3.6 CONCLUSÃO: RESPONDER À PERGUNTA COM EVIDÊNCIA PRÓPRIA

A etapa de conclusão não representou um fechamento burocrático do trabalho, mas o momento em que o grupo precisou, efetivamente, responder à pergunta investigativa: Como seria possível analisar as variações existentes no solo em relação a sua qualidade e a sua saúde entre áreas de floresta nativa preservada, pastagens e plantações na região de Novo Progresso – PA? com base naquilo que havia produzido ao longo de todo o percurso. Compreendemos que essa resposta não poderia ser construída por dedução, a partir de consultas pontuais à literatura, nem por mera reprodução de conteúdos já consolidados. Ela emergiu da compreensão progressiva das hipóteses formuladas pelo grupo, à medida que a atividade experimental investigativa e a análise sistemática dos cromatogramas foram fornecendo elementos concretos de julgamento, sustentados pelos estudos aprofundados que realizamos durante todo o percurso.

Essa compreensão das hipóteses deu-se de modo gradual e confrontativo. As suposições levantadas na etapa 3.2 eram hipóteses fundamentadas, formuladas deliberadamente antes da pesquisa bibliográfica, quando os estudantes ainda não dispunham de respaldo teórico para julgar suas intuições sobre o solo. Ao longo da investigação, essas hipóteses foram confrontadas com três fontes simultâneas: os dados obtidos na atividade experimental, a leitura sistemática e comparativa dos

cromatogramas e os estudos aprofundados da literatura (Pfeiffer, 1984; Pilon et al., 2018; Graciano, 2018; Satyagraha, 2011). Foi o entrecruzamento dessas três fontes, e não qualquer uma delas isoladamente, que permitiu ao grupo compreender em que medida as hipóteses iniciais se sustentavam, em que ponto precisavam ser reformuladas e em que circunstância deveriam ser abandonadas.

Componente central dessa passagem da intuição à evidência foi a análise sistemática dos cromatogramas, que não consistiu na observação impressionista de uma imagem bonita ou feia, mas na comparação controlada entre amostras. Tomamos o cromatograma da mata nativa da Aldeia Ronkô como referência e, em cada disco, examinamos as quatro zonas (ZC, ZI, ZM, ZE), a suavidade ou a abruptude das transições entre elas, a presença e a continuidade dos feixes radiais e a configuração da borda. Foi essa sistematicidade que permitiu ao grupo transformar a percepção visual em evidência argumentável, capaz de sustentar ou refutar uma hipótese.

O resultado dessa compreensão foi concreto: o grupo verificou que a hipótese de que o manejo antrópico altera a saúde do solo se sustentava nos dados, e que a Cromatografia de Pfeiffer se mostrava capaz de revelar essa alteração de forma acessível, com materiais de baixo custo e critérios de leitura ao alcance dos estudantes. Registramos, também, o que aprenderam sobre o próprio fazer científico: que uma hipótese não se confirma por vontade nem por aparência, mas pelo confronto persistente com dados, critérios de leitura e literatura. Por isso, a conclusão foi construída como modelo explicativo próprio do grupo, e não como reprodução de uma resposta de livro didático o que caracteriza, na sua forma mais genuína, a iniciação científica na Educação Básica.

3.7 EXPOSIÇÃO DOS RESULTADOS: O FECHAMENTO DO CICLO

A última etapa foi o fechamento do ciclo: o preparo da apresentação, a organização de banners, cartazes e do material experimental, e a apresentação para a comunidade escolar em feiras de ciência da escola e na região alem da comunicação na rádio local. Explicar a pesquisa a quem não participou dela exigiu reorganizar todo o conhecimento construído, e construir novas habilidades como a de comunicação.

4 OS RESULTADOS COMO EVIDÊNCIA DA SAÚDE DO SOLO

Nos cromatogramas da mata nativa da Aldeia Ronkô observamos o padrão mais harmônico: abertura central clara e ampla, tonalidade bege dourada na transição para a zona interna, feixes radiais contínuos e cadenciados até a borda, transições graduais, solo bem estruturado, poroso, com intensa

atividade biológica e enzimática. Na pastagem próxima ao rio Jamanxim, o quadro se inverteu: núcleo central reduzido, denso e escuro, passagem abrupta para a zona interna, anéis rígidos e escurecidos, ausência quase total de plumas radiais e atividade enzimática quase inexistente; compactação, baixa oxigenação e perda severa da biodiversidade microbiana.

Figura 5; Cromatograma obtido da Aldeia Ronkô.



Fonte: Autores 2026

Na lavoura de milho em Castelo dos Sonhos-PA, a zona central aparecia pequena, escura e concentrada, com transição abrupta e limite circular bem marcado, coloração castanho-avermelhada na zona interna, organização predominantemente concêntrica e compartimentada e feixes radiais pouco diferenciados, simplificação do solo e menor integração biológica.

Figura 6: Cromatograma de uma lavoura de milho em Castelos dos Sonhos -PA



Fonte: Autores 2026

Na Área de Preservação Permanente de mata secundária, observamos abertura central pequena e bem delimitada, numerosos feixes radiais finos e contínuos na zona média e expansão ampla até a periferia, com borda mais escura e irregular; recuperação gradual da vida no solo, sem reproduzir o padrão da floresta primária. A comparação evidenciou que a qualidade e a saúde do solo estão associadas ao grau de preservação e ao uso da terra, e que a CCP permitiu aos estudantes produzir evidência própria sobre essa relação.

Figura 7: Area de preservação permanente (APP) em Castelo dos Sonhos -PA.



Fonte: Autores 2026

5 A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM FEIRA DE CIÊNCIAS

A feira de ciências é um evento social, científico e cultural que divulga para a comunidade os resultados de pesquisas realizadas por estudantes sob orientação de um professor, e uma oportunidade de diálogo com visitantes (PAVÃO; LIMA, 2019; NEVES; GONÇALVES, 1989; HARTMANN; ZIMMERMANN, 2009; FIORESI; SILVA, 2022). Para nós, a divulgação científica é dimensão

formativa, e não apêndice: explicar para públicos não especialistas exige reorganizar o conhecimento, e é essa reorganização que consolida a aprendizagem formativa de diversas habilidades materializando diversos saberes da ciência.

O projeto de pesquisa dos estudantes foi aprovado para participar do FECITBA 2026; Feira de Ciências da Mesoregião do Baixo Amazonas - Pará, promovida pela UFOPA em Santarém, além de comunicar os resultados em mídias locais. Nas feiras, os estudantes responderam perguntas, defenderam critérios de leitura dos cromatogramas e desenvolveram habilidades de argumentação, oralidade e protagonismo na resolução de problemas locais (BOFF, 2024; 2026; CARVALHO, 2018; SASSERON, 2018). Na perspectiva sócio-histórica de Vygotsky (2000), as interações sociais da feira atuam na Zona de Desenvolvimento Proximal. Há, por fim, o retorno social: levamos à comunidade um conhecimento sobre a saúde do solo produzido com recursos locais e linguagem acessível, em uma região diretamente afetada pelo uso da terra.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo descreveu a trajetória de uma experiência de iniciação científica desenvolvida com um grupo de estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual Waldemar Lindermayer, em Novo Progresso (PA), que investigou a saúde do solo de diferentes áreas do municipio e região por meio da Cromatografia Circular de Pfeiffer. O percurso metodológico seguiu a fundamentação do produto educacional da dissertação de Boff (2024). Foi possível acompanhar como essa sequência, da coleta em campo à socialização pública dos dados, se articulou de modo coerente, e cabem agora algumas considerações sobre o que a experiência revelou.

O primeiro ponto a destacar é a natureza do próprio instrumento. Observou-se que a Cromatografia de Pfeiffer não fornece um olhar quantitativo de nutrientes: não mede teores de potássio, de fósforo ou de nitrogênio e, por isso, não substitui as análises químicas de rotina. Em contrapartida, apresenta um profundo diagnóstico físico, químico e biológico da terra, revelando a natureza da sua saúde. O cromatograma não informa quanto há de cada nutriente, mas mostra como o solo funciona: a estrutura e a porosidade, a mineralização, a qualidade e a quantidade de matéria orgânica, a atividade microbiana e a atividade enzimática, integradas em uma única imagem. Constatou-se que essa é justamente a sua força, e não a sua limitação: onde a análise quantitativa fragmenta o solo em números isolados, a cromatografia o lê como sistema vivo. Essa natureza qualitativa e integradora, somada ao

baixo custo e à simplicidade dos materiais, é o que torna a técnica acessível à escola pública e ao agricultor.

O segundo aspecto positivo reside na iniciação científica na escola por meio de atividades experimentais investigativas. Essa combinação promove o conhecimento da biodiversidade local e do território, uma vez que os estudantes investigam o solo, a vegetação e as áreas ao seu redor, com os problemas reais da sua comunidade, e não com exemplos distantes do livro didático. O estudante deixa de ser espectador e passa a ser pesquisador do próprio lugar onde vive, reconhecendo o território como objeto legítimo de conhecimento científico. Essa vivência desenvolve, ainda, autonomia, protagonismo, argumentação e responsabilidade sobre o dado produzido.

O terceiro ponto positivo refere-se às feiras de ciências, espaços que promovem diversos saberes e conhecimentos. A feira não é apenas uma mostra de resultados: constitui um espaço de circulação do conhecimento, no qual o estudante precisa reorganizar o que aprendeu para explicar a públicos diversos e no qual a comunidade escolar e local tem acesso ao conhecimento produzido na escola. Essa compreensão encontra respaldo em Azevedo (2018), em Pavão e Lima (2019) e em Vygotsky (2000), para quem as interações sociais são centrais na aprendizagem, de modo que a mediação estabelecida na feira situa os estudantes na Zona de Desenvolvimento Proximal, impulsionando-os além do que conseguiriam realizar sozinhos. A participação do grupo na FECITBA 2026, promovida pela UFOPA em Santarém, além da comunicação científica em mídias locais, confirmou esse potencial. Verificou-se, assim, que a escola pública amazônica pode ser produtora de conhecimento sobre o seu próprio território, e que a Cromatografia de Pfeiffer, a atividade experimental investigativa e a feira de ciências formam, juntas, um caminho viável e replicável para isso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos estudantes pesquisadores que contribuíram na pesquisa e a Escola Estadual Waldemar Lindermayer pelo apoio e financiamento do projeto.

Figura 8



Fonte: Autores 2026

REFERÊNCIAS

ALVES, S. F.; OLIVEIRA, D. A.; RIBEIRO, E. V. Cromatografia de Pfeiffer como indicadora da qualidade do solo em diferentes usos da terra no distrito de Santa Rita de Ouro Preto/MG. **Revista GeoUERJ**, Rio de Janeiro, n. 48, e76082, 2025.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. 2004. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BARROS, C. E.; FRANCO, F. S. Contribuições da Cromatografia Circular de Pfeiffer para análise da saúde do solo. **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, Bogotá, v. 31, n. 2, p. 395-413, jul./dez. 2022.

BOFF, D. Guia de orientações para desenvolvimento de projetos experimentais investigativos no ensino de Física. Orientadora: Nilzilene Gomes de Figueiredo. 2024. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2024.

BOFF, D. Iniciação científica: laboratório aberto e tempestade de ideias como estratégias para promover a alfabetização científica com estudantes do Ensino Médio. **Revista REGEO**, São José dos Pinhais, v. 17, n. 2, p. 1-23, 2026.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. v. 1.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794, dez. 2018.

FIORESI, C. A.; SILVA, H. C. da. Ciência popular, divulgação científica e Educação em Ciências: elementos da circulação e textualização de conhecimentos científicos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 28, e22049, 2022.

GRACIANO, I. Avaliação da saúde do solo por meio da cromatografia de Pfeiffer: aspectos metodológicos e aplicações. 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2018.

HARTMANN, Â. M.; ZIMMERMANN, E. Feira de ciências: a interdisciplinaridade e a contextualização em produção de estudantes de ensino médio. In**: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 7., 2009, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis, 2009.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. de. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos**. Educar em Revista**, Curitiba, n. 44, p. 75-92, abr./jun. 2012.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. Educational Philosophy and Theory, [S. l.], v. 20, p. 53-66, 1988.

NEVES, S. R. G.; GONÇALVES, T. V. O. Feiras de ciências e feiras de conhecimentos: diferenças e complementaridades. 1989. Trabalho apresentado em evento científico, 1989.

PAVÃO, A. C.; LIMA, M. E. C. C. O papel da experimentação e da divulgação científica na educação básica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 157-166, 2019.

PFEIFFER, E. E. Chromatography applied to quality testing. Alemanha: Biodynamic Literature, 1984.

PILON, L. C.; CARDOSO, J. H.; MEDEIROS, F. S. Guia prático de Cromatografia de Pfeiffer. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 16 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840, 455).

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

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, dez. 2018.

SATYAGRAHA, J. C. Cartilha da saúde do solo e inocuidade dos alimentos: (Cromatografia de Pfeiffer). [S. l.]: Juquira Candiru Satyagraha, 2011. 64 p.

VYGOTSKY, L. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2000.