

Professores como Mediadores da Cidadania Digital: Uma Proposta Metodológico-Computacional para o Uso Pedagógico de Dados Governamentais Abertos

Jonas F. Ferreira^{1,2}, Flavia C. Bernardini¹

¹Instituto de Computação – Universidade Federal Fluminense (UFF) – Niterói – RJ – Brasil

²Grupo de Informática para Pesquisa em Computação – Instituto Federal do Acre (IFAC)
Rio Branco – AC – Brazil

jonas.ferreira@ifac.edu.br, fcbernardini@ic.uff.br

Abstract. *Despite the growing availability of open government data, its pedagogical use in basic education remains limited by the lack of adequate teacher training strategies. This paper presents initial results from an ongoing intervention-based study on a methodological-computational approach for teacher education. The proposal positions teachers as mediators of digital citizenship, combining methodological (PPDAC cycle as investigative framework), thematic (digital citizenship and open government data literacy), and computational (accessible tools) dimensions in a 20-hour training with public school teachers in Acre, Brazil. Results indicate: the effectiveness of PPDAC as a disciplinarily inclusive scaffold; the role of local data in fostering engagement; the contribution of computational tools to reducing technical barriers; and the emergence of digital citizenship as a substantive category in participants' outputs, contributing to teacher education for civic use of public data.*

Resumo. *Apesar da crescente disponibilidade de dados governamentais abertos, seu uso pedagógico na educação básica permanece limitado pela ausência de estratégias formativas para professores. Este artigo apresenta resultados iniciais de uma pesquisa-intervenção voltada ao desenvolvimento e avaliação de uma proposta metodológico-computacional para formação docente. A proposta posiciona o professor como mediador da cidadania digital, articulando dimensões metodológica (ciclo PPDAC como estrutura investigativa), temática (cidadania digital e letramento em dados governamentais abertos) e computacional (ferramentas acessíveis) em uma formação de 20 horas com professores da rede pública do Acre. Os resultados indicam: a efetividade do PPDAC como andaime disciplinarmente inclusivo; o papel dos dados locais como motor de engajamento; a contribuição das ferramentas computacionais para reduzir barreiras técnicas; e a emergência da cidadania digital como categoria substantiva nas produções dos participantes, contribuindo para o campo da formação docente no uso cívico de dados públicos.*

1. Introdução

O movimento global por dados abertos produziu, no Brasil, um ecossistema informacional de considerável riqueza: portais como o Dados GovBR, IBGE, o DataSUS, e o

INPE oferecem séries históricas detalhadas sobre educação, saúde, meio ambiente e economia, gratuitamente e sem restrições técnicas de acesso. No Acre, dados sobre desmatamento, cobertura vacinal, evasão escolar e desigualdades socioespaciais estão disponíveis e atualizados. Entretanto, como demonstram [Zuiderwijk and Reuver 2021], a mera disponibilidade técnica dos dados não garante seu uso cívico significativo: cidadãos e profissionais carecem das competências necessárias para localizar, interpretar e reutilizar informações públicas de forma crítica e autônoma. Na esfera educacional, essa lacuna é ainda mais pronunciada: a literatura internacional documenta que a maioria das iniciativas de uso pedagógico de dados abertos concentra-se no ensino superior, relegando a educação básica a papel marginal [Celis Vargas et al. 2024, Coughlan 2020], e as experiências de formação docente específica para esse uso são mais escassas ainda [Raffaghelli 2021, Atenas and Havemann 2016].

É a partir dessa problemática que se situa a pesquisa aqui relatada. A questão central é: como professoras e professores da educação básica podem ser preparados para incorporar dados governamentais abertos às suas práticas pedagógicas, fortalecendo sua cidadania digital e seu papel de mediadores dessa competência junto aos estudantes? A escolha de trabalhar com professores, em vez de intervir diretamente com alunos é uma decisão estratégica: cada docente formado tem o potencial de impactar dezenas ou centenas de estudantes ao longo de sua trajetória profissional, amplificando os efeitos da formação em escala que nenhuma intervenção direta poderia replicar [Atenas et al. 2015, Robertson and Farrell 2023]. A proposta investigada articula três dimensões complementares: metodológica, operacionalizada pelo ciclo PPDAC como estrutura investigativa disciplinarmente neutra para o trabalho com dados; temática, centrada em cidadania digital e letramento em dados governamentais abertos como competência docente; e computacional, que provê ferramentas acessíveis para que professores de qualquer área possam localizar, analisar, visualizar e comunicar evidências baseadas em dados públicos.

Este artigo apresenta os resultados iniciais da primeira implementação dessa proposta formativa, denominada Ciclo 1, concebida como parte de uma pesquisa-intervenção em andamento junto a professores da rede pública do Acre, nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Mais do que relatar uma experiência de formação, o estudo busca investigar a viabilidade de uma abordagem metodológico-computacional para capacitar professores da educação básica a utilizar dados governamentais abertos em contextos pedagógicos. O artigo está organizado em fundamentação teórica (Seção 2), trabalhos relacionados (Seção 3), metodologia (Seção 4), design da formação (Seção 5), resultados (Seção 6) e considerações finais (Seção 7).

2. Fundamentação Teórica

2.1. Letramento em Dados como Competência Docente

Dados governamentais abertos são informações produzidas por órgãos públicos e disponibilizadas para livre acesso, uso e reutilização, sem restrições técnicas ou legais significativas [Open Knowledge Foundation 2015]. No Brasil, portais como IBGE, DataSUS, INEP, INPE e MapBiomias disponibilizam séries históricas sobre educação, saúde, meio ambiente e economia, de acesso gratuito. A literatura demonstra, contudo, que disponibilidade técnica não é condição suficiente para uso cívico significativo: barreiras cognitivas, institucionais e culturais limitam a apropriação social das informações públicas

[Zuiderwijk and Janssen 2014, Conradie and Choenni 2014], e é nesse ponto que a escola assume relevância estratégica [Atenas et al. 2015, Reggi and Dawes 2022].

O letramento em dados envolve a capacidade de formular questões relevantes, localizar dados adequados, avaliá-los criticamente, interpretá-los e comunicar resultados fundamentados em evidências [Wolff et al. 2016] — uma competência multidimensional que articula habilidades técnicas, pensamento crítico e consciência ética [Pedersen and Caviglia 2019, Pangrazio and Selwyn 2021]. No campo educacional, essa competência assume caráter ampliado ao integrar dimensões técnicas, pedagógicas e éticas da atuação docente [Raffaghelli 2021].

[Mandinach and Gummer 2016] distinguem o letramento em dados genérico do letramento especificamente docente: este último envolve não apenas saber interpretar dados, mas utilizá-los para tomar decisões pedagógicas informadas e desenvolver práticas baseadas em evidências. O framework proposto em [Gummer and Mandinach 2015] organiza o letramento docente em dados em torno de dois eixos — o domínio do conteúdo dos dados e o domínio pedagógico —, sugerindo que a formação continuada não pode se limitar ao treinamento técnico. Raffaghelli [2021] amplia essa perspectiva ao propor o conceito de literacia de dados educacional, que posiciona o educador como agente crítico capaz de problematizar as condições de produção, circulação e uso dos dados, tornando-se mediador que ajuda os estudantes a desenvolverem uma relação crítica e autônoma com a informação quantitativa.

2.2. Cidadania Digital e o Professor como Mediador e Multiplicador

A cidadania digital refere-se ao conjunto de competências, direitos e responsabilidades que permitem aos indivíduos participar de forma ativa, crítica e ética na sociedade mediada por tecnologias digitais [Council of Europe 2022, DQ Institute 2019]. Mais do que o uso competente de ferramentas tecnológicas, envolve a capacidade de avaliar criticamente a informação, compreender os mecanismos de produção e circulação dos dados, e agir de forma responsável em ambientes digitais [Carmi et al. 2020]. No contexto escolar, sua operacionalização nas práticas pedagógicas cotidianas permanece limitada pela ausência de estratégias formativas adequadas; docentes frequentemente reconhecem sua importância, mas relatam insegurança quanto às formas de abordá-la de maneira integrada às suas disciplinas [Vajen et al. 2023].

Essa perspectiva fundamenta o posicionamento do **professor como mediador e multiplicador** da cidadania digital: ao desenvolver essa competência e incorporá-la às suas práticas, o docente torna-se agente de transformação cultural, e cada professor formado tem o potencial de alcançar dezenas ou centenas de estudantes ao longo de sua trajetória [Atenas et al. 2015, Robertson and Farrell 2023]. Esse argumento de escala articula-se ao conceito de literacia de dados cívica [Atenas et al. 2020], que posiciona o letramento em dados como prática coletiva orientada à participação informada na vida pública.

2.3. O Ciclo PPDAC como Estrutura Investigativa

O ciclo PPDAC (Problema, Plano, Dados, Análise e Conclusão) foi proposto por [Wild and Pfannkuch 1999] como modelo de pensamento estatístico para a investigação empírica, organizando o raciocínio em torno de ciclos completos: da formulação de

uma questão relevante à comunicação de conclusões fundamentadas, passando pelo planejamento da coleta, organização e análise dos dados. Sua vocação disciplinarmente neutra, aplicável a qualquer área do conhecimento que envolva questões investigativas, constitui uma das razões de sua adoção crescente em contextos educacionais diversos [Lee et al. 2022].

A literatura educacional mais recente adaptou o PPDAC à exploração de dados abertos e ao desenvolvimento do letramento em dados. [Wolff et al. 2016] incorporaram o ciclo em um quadro educacional mais amplo, combinando proficiência estatística com resolução de problemas do mundo real e dimensões éticas. [Celis Vargas et al. 2023, Celis Vargas et al. 2024, Celis Vargas 2025] documentam aplicações do PPDAC especificamente voltadas ao uso de dados abertos em escolas de educação básica, identificando os elementos essenciais para o desenvolvimento de competências de dados abertos em estudantes do ensino fundamental. [Vahey et al. 2012] evidenciaram seu potencial para integrar competências quantitativas a questões socialmente relevantes em múltiplas disciplinas, característica particularmente relevante para professores de diferentes áreas que precisam encontrar pontos de entrada compatíveis com seus saberes disciplinares.

A atual disponibilidade de grandes conjuntos de dados públicos na internet ampliou consideravelmente as possibilidades pedagógicas do PPDAC: professores e estudantes já não precisam coletar dados de forma manual e laboriosa, podendo concentrar sua energia cognitiva no raciocínio sobre incerteza, padrões e implicações sociais [Celis Vargas 2025]. Nessa configuração, o PPDAC conecta-se diretamente às dimensões de cidadania digital: a formulação de perguntas investigativas, a avaliação crítica da origem e qualidade dos dados, a interpretação de evidências e a comunicação de conclusões articulam letramento em dados e participação cívica informada [Pangrazio and Selwyn 2021]. Quando aplicado a dados governamentais abertos, o PPDAC torna-se, assim, não apenas um método para aprender estatística, mas um instrumento para desenvolver a capacidade de questionar, compreender e participar das dinâmicas da vida pública mediada por dados. É a partir dessa articulação - entre PPDAC, dados governamentais abertos e cidadania digital - que se sustenta a proposta metodológico-computacional investigada neste trabalho.

3. Trabalhos Relacionados

Esta seção mapeia a produção científica relevante para o posicionamento desta pesquisa em três eixos: o panorama internacional sobre o uso pedagógico de dados abertos; as iniciativas nacionais com PPDAC e letramento estatístico na educação básica; e as propostas voltadas à formação docente para o uso de dados abertos. A análise evidencia a lacuna que esta investigação busca preencher

3.1. Panorama Internacional: Dados Abertos na Educação

A literatura internacional concentra-se predominantemente no ensino superior. [Coughlan 2020] identificou padrões de uso, desafios e princípios para o design de atividades com dados públicos, mas com foco em atividades com estudantes, não em formação de professores. [Atenas et al. 2015] propuseram o uso de dados abertos como Recursos Educacionais Abertos para o desenvolvimento de competências transversais e cidadania global, também em contexto de ensino superior. [Saddiqa et al. 2019] constituem uma exceção relevante ao relatarem uma experiência em escolas dinamarquesas, demons-

trando que o engajamento dos estudantes é ampliado quando os dados dizem respeito à sua realidade local, achado que ressoa com os resultados desta pesquisa.

O grupo de pesquisa mais sistemático no campo da educação básica com dados abertos é o de Celis Vargas e colaboradores (Aalborg University). [Celis Vargas et al. 2023] identificaram que as iniciativas de letramento em dados abertos na educação básica são escassas e carecem de frameworks pedagógicos consolidados. Em seguida, os autores desenvolveram e avaliaram, por meio de DBR em três ciclos com 117 estudantes e nove professores em escolas dinamarquesas do 7º ao 9º ano, um design de aprendizagem baseado em resolução autêntica de problemas [Celis Vargas et al. 2024]. O trabalho mais recente do grupo [Celis Vargas 2025] aprofunda o conceito de investigação autêntica com dados abertos, identificando que autenticidade pessoal, contextual e profissional amplifica o engajamento. Em todos esses estudos, a intervenção ocorre diretamente com alunos, o papel do professor é secundário e o contexto é o norte-europeu, com características institucionais e de infraestrutura digital distintas do contexto brasileiro.

Estudos focados em formação docente com dados abertos e DBR são ainda mais escassos. [Dermentzi et al. 2022] avaliaram um módulo de educação em dados abertos para universitários de Informática Aplicada na Grécia usando PBL e DBR, mas limitam-se ao ensino superior e não incorporam dimensão de cidadania digital. Em revisão sistemática sobre letramento em dados para tomada de decisão docente, [Sandoval-Ríos et al. 2025] analisaram 16 estudos publicados entre 2014 e 2023 e reafirmam a escassez de programas de formação específica em letramento em dados nos currículos docentes, lacuna diretamente endereçada pela proposta investigada neste artigo.

3.2. Contexto Brasileiro: PPDAC e Letramento Estatístico na Educação Básica

No Brasil, o uso do ciclo PPDAC na educação básica tem sido objeto de investigação recente, com foco predominante no desenvolvimento do letramento estatístico em contextos disciplinares específicos, sobretudo Matemática, com estudantes, e não com professores. [de Vasconcelos et al. 2024] desenvolveram uma sequência de ensino baseada no PPDAC para o 2º ano do Ensino Fundamental, evidenciando como o ciclo mobiliza progressivamente elementos do letramento estatístico. Em [da Penha Lourenço et al. 2024], os autores relatam uma prática com o PPDAC no Ensino Médio em Natal (RN), confirmando seu potencial para aumentar o engajamento dos estudantes em Estatística, mas com dados coletados pelos próprios estudantes, sem exploração de bases governamentais abertas nem articulação com cidadania digital ou formação docente.

Esse padrão é representativo da produção nacional: as aplicações do PPDAC na educação básica brasileira concentram-se em conceitos estatísticos circunscritos à Matemática, com dados primários coletados pelos estudantes e sem conexão sistemática com dados públicos governamentais, participação cívica ou formação de professores. A articulação entre PPDAC, dados abertos e cidadania digital que esta pesquisa propõe não encontra precedente direto na literatura nacional identificada.

3.3. Formação Docente para Dados Abertos: Iniciativas e Lacunas

A revisão da literatura revela que a grande maioria das iniciativas de uso pedagógico de dados abertos, tanto internacionais quanto nacionais, dirige-se aos alunos como público final, com o professor exercendo papel de facilitador ou participante passivo. Iniciativas

que posicionam o professor como sujeito da formação são significativamente mais raras. Na América Latina, [Atenas and Ciociola 2016] propuseram um modelo de formação docente que trata dados abertos como Recursos Educacionais Abertos, defendendo seu potencial para desenvolver habilidades de pesquisa, pensamento crítico e cidadania. Trata-se da iniciativa mais próxima, em termos de público-alvo e propósito, da pesquisa aqui relatada. Contudo, o modelo foi concebido para o ensino superior latino-americano, voltado à formação de docentes universitários, sem aplicação documentada na educação básica, sem dimensão computacional acessível e sem cidadania digital como dimensão transversal.

[Raffaghelli 2021] posiciona a literacia de dados docente como competência crítica que vai além do domínio técnico, envolvendo a capacidade de problematizar as condições de produção, circulação e uso dos dados. Embora esse referencial seja amplamente mobilizado na literatura internacional, sua aplicação em programas de formação continuada para professores da educação básica com foco em dados governamentais abertos permanece um campo pouco desenvolvido, o que confere relevância específica à proposta aqui investigada.

3.4. Síntese do Posicionamento desta Pesquisa

A revisão permite identificar três lacunas convergentes: (1) as iniciativas internacionais concentram-se no ensino superior e intervêm diretamente com estudantes, deixando a educação básica e a formação docente sub-representadas; (2) as experiências nacionais com PPDAC focam em competências estatísticas com alunos, sem articulação com dados governamentais abertos, cidadania digital ou formação de professores; (3) as propostas voltadas à formação docente para dados abertos limitam-se ao ensino superior, sem oferecer um framework metodológico-computacional para professores da educação básica. Esta pesquisa posiciona-se na interseção dessas três lacunas: propõe e avalia uma formação continuada que articula dados governamentais abertos, letramento em dados, cidadania digital e o ciclo PPDAC, tomando o professor como sujeito da formação e mediador da cidadania digital, diferenciando-se das iniciativas existentes e contribuindo para um campo ainda incipiente na literatura brasileira e internacional.

4. Metodologia

A pesquisa adota um delineamento de pesquisa-intervenção com abordagem mista [Creswell and Creswell 2018]. O componente interventivo consiste no design, na implementação e no refinamento iterativo de uma formação docente. O componente investigativo examina seus efeitos sobre as percepções, competências e intenções pedagógicas dos participantes. Esse duplo papel, da formação como intervenção e como campo de coleta de dados é próprio das pesquisas de *Design-Based Research (DBR)*, abordagem que informa o enquadramento metodológico deste estudo [Anderson and Shattuck 2012, McKenney and Reeves 2018].

A seleção dos participantes ocorreu por edital público institucional, buscando diversidade de área disciplinar, nível de ensino (anos finais do ensino fundamental e ensino médio), tempo de experiência profissional e grau de familiaridade com tecnologias digitais. O grupo resultante foi composto por professoras e professores das áreas de Língua-gens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas, com perfis heterogêneos: parte relatou experiência prévia com recursos digitais, enquanto outros(as) indicaram con-

tato limitado com análise de dados ou bases públicas. Essa heterogeneidade foi considerada no design, especialmente na estrutura de trilhas de produto final

4.1. Coleta de Dados

A coleta de dados organizou-se em três momentos temporalmente distintos. O **diagnóstico inicial (T_0)** utilizou instrumento estruturado que operacionalizou três constructos centrais: (1) letramento docente em dados, avaliado a partir das dimensões propostas por [Raffaghelli 2021], como o acesso, interpretação crítica e uso pedagógico de dados; (2) cidadania digital, mensurada com base no referencial [Council of Europe 2022] nas dimensões de participação cívica mediada por tecnologia e avaliação crítica de informação; e (3) conhecimento sobre dados governamentais abertos, operacionalizado a partir dos princípios de abertura, reutilização e impacto cívico [Zuiderwijk and Reuver 2021]. Complementarmente, o instrumento mapeou práticas pedagógicas atuais e condições institucionais dos participantes.

A **avaliação pós-formação imediata (T_1)**, aplicada ao término da formação, registrou as mudanças percebidas pelos participantes, a avaliação da experiência formativa, os materiais pedagógicos produzidos e as intenções declaradas de aplicação em sala de aula. O instrumento foi estruturado em torno dos mesmos três constructos do T_0 , permitindo comparação pré/pós.

O **acompanhamento diferido (T_2)** será aplicado aproximadamente seis meses após o encerramento da formação, quando os participantes já terão retornado ao ambiente escolar e tido oportunidade concreta de aplicar, ou não, os conhecimentos construídos. Seu foco é deliberadamente distinto dos momentos anteriores: em vez de captar intenções, busca registrar práticas efetivamente realizadas; em vez de expectativas, documenta experiências reais com os(as) estudantes, frequência de uso das abordagens aprendidas, adaptações realizadas e barreiras concretas encontradas no contexto escolar.

O **acompanhamento processual**, conduzido ao longo de toda a formação, combinou questionários intermediários, entrevistas semiestruturadas realizadas na metade e ao término da formação, grupos focais temáticos e portfólios pedagógicos desenvolvidos progressivamente pelos participantes. Os portfólios constituem o principal registro longitudinal das competências em desenvolvimento: por serem construídos ao longo de todo o processo formativo e não apenas em um único momento de avaliação, permitem identificar deslocamentos graduais nas concepções e nas práticas, que dificilmente seriam capturáveis por instrumentos pontuais.

4.2. Estratégia de Análise

A análise combinou estatística descritiva e análise temática reflexiva [Braun and Clarke 2019] em estratégia de triangulação longitudinal de métodos [McKenney and Reeves 2018]. Essa estratégia parte do pressuposto de que transformações pedagógicas substantivas não são identificáveis em um único momento de coleta, mas nas continuidades, deslocamentos e reformulações que emergem entre os diferentes pontos temporais [Clarke and Hollingsworth 2002]. A estrutura $T_0 \rightarrow T_1 \rightarrow T_2$ permite construir uma narrativa por participante que articula o repertório inicial, as mudanças percebidas imediatamente após a formação e as práticas efetivamente sustentadas meses depois, revelando tendências de mudança, transformações consolidadas e lacunas que só se tornam visíveis no retorno à prática.

A análise completa dos dados, incluindo T2, será objeto de publicação subsequente. Este artigo reporta os resultados emergentes de T₀ e T₁ da primeira edição da formação.

4.3. Cuidados Éticos

O projeto foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer nº 90541125.6.0000.0233), em conformidade com as Resoluções CNS nº 466/2012 e nº 510/2016. Todos os participantes assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes do início das atividades.

5. Design e Execução da Formação

A formação foi desenvolvida no Campus Rio Branco do IFAC, destinada a professores da rede pública de educação básica, sem exigência de conhecimentos técnicos prévios. O Ciclo 1 contou com a participação de 22 professores de diferentes áreas disciplinares, favorecendo a diversidade de perspectivas e contextos de atuação ao longo das atividades formativas. Com 20 horas, 16h síncronas em oito encontros de 2h30 e 4h de microatividades assíncronas, estrutura-se em torno de três dimensões: metodológica (progressão formativa), temática (cidadania digital e letramento em dados abertos) e computacional (ferramentas acessíveis para acesso, análise e visualização). O ciclo PPDAC opera como andaime investigativo disciplinarmente neutro articulando as três dimensões. A Semana 1 foi presencial no campus; as Semanas 2 a 4 foram conduzidas remotamente via videoconferência. A denominação Ciclo 1 indica o caráter iterativo da pesquisa em consonância com os princípios da DBR [McKenney and Reeves 2018].

5.1. Macroprocesso Formativo

A progressão formativa organiza-se em quatro macroestágios - Mobilizar, Explorar, Desenvolver e Refletir, cada um associado a objetivos pedagógicos específicos e articulado às etapas do ciclo PPDAC. A Tabela 1 detalha as atividades centrais de cada macroestágio.

Tabela 1. Estrutura do macroprocesso formativo

Macroestágio	Atividades centrais
Mobilizar	Introdução a dados abertos, letramento em dados e cidadania digital; ética informacional com exemplos locais; PPDAC por área disciplinar; diagnóstico inicial (T ₀); formulação da pergunta investigativa.
Explorar	Busca, filtro e avaliação crítica de datasets governamentais (origem, atualidade, vieses); definição de fontes, variáveis e recorte; elaboração do plano investigativo.
Desenvolver	Análise e interpretação crítica dos dados; elaboração do produto pedagógico na trilha escolhida; articulação entre evidências e objetivos de aprendizagem da disciplina; feedback formativo entre pares e do formador.
Refletir	Socialização e debate crítico dos produtos; grupos focais e meta-reflexão; portfólio pedagógico reflexivo; avaliação pós-formação (T ₁).

5.2. Operacionalização do Ciclo PPDAC

A introdução ao PPDAC seguiu um formato misto: contextualização teórica breve seguida de imersão imediata em dados reais relativos a problemas das próprias disciplinas dos participantes — evasão escolar, cobertura vacinal, desmatamento, desigualdades socioespaciais. As ferramentas foram selecionadas pelo critério de acessibilidade:

gratuitas, baseadas em navegador, sem instalação ou programação [Raffaghelli 2021, Celis Vargas et al. 2024]. A Tabela 2 apresenta a operacionalização semanal integrando macroestágios, etapas do PPDAC, atividades e ferramentas utilizadas.

Tabela 2. Organização das atividades formativas

Semana	Macroestágio (PPDAC)	O que os participantes fizeram	Ferramentas e bases utilizadas
S1 Presencial	Mobilizar (Problema)	Diagnóstico inicial (T_0) em três constructos: letramento em dados, cidadania digital e dados abertos; apresentação do PPDAC com exemplos modelados por área disciplinar; formulação da pergunta investigativa em grupos	Portais: GovBR, IBGE/IBGEeduca, INEP/Censo Escolar, <i>Dataclassroom</i> , DataSUS, INPE/TerraBrasilis, MapBiomias, Portal da Transparência, QEDu, <i>Our World in Data</i>
S2 Remota	Explorar (Plano e Dados)	Avaliação crítica de dados governamentais (origem, atualidade, vieses); definição de fontes, variáveis e recortes; elaboração do plano investigativo.	Portais (exportação CSV/XLS), Planilhas Google, Microsoft Excel, IBGEeduca interativo, Datawrapper (introdução)
S3 Remota	Desenvolver (Análise + Conclusão)	Análise dos dados e construção de visualizações; elaboração da proposta didática na trilha; articulação com objetivos de aprendizagem.	Planilhas Google, Datawrapper e Flourish (análise e visualização), Infogram e Canva (comunicação dos resultados)
S4 Remota	Refletir (revisão e consolidação)	Apresentação dos produtos com feedback entre pares; grupos focais e meta-reflexão; avaliação pós-formação (T_1) e portfólio finalizado.	Produto final concluído; portfólio pedagógico finalizado; instrumento T_1 respondido.

5.3. Trilhas de Produto Final

O produto final foi estruturado em três trilhas ancoradas no uso de dados governamentais abertos: (a) Plano de Implementação — sequência didática estruturada pronta para aplicação em sala de aula; (b) Protótipo de Material Pedagógico — infográfico, mapa temático ou visualização interativa com dados reais e proposta de uso pedagógico; e (c) Análise de Estudo de Caso — análise de um problema educacional ou social local com dados públicos como evidência, propondo encaminhamentos pedagógicos. Essa flexibilidade, combinada ao uso de dados com relevância local (Acre), foi identificada como um dos fatores de engajamento e é retomada na análise dos resultados

6. Resultados e Discussões

Os resultados têm caráter emergente e derivam da primeira implementação da proposta. Com o acompanhamento longitudinal ainda em andamento, as análises concentram-se nas evidências produzidas durante o ciclo formativo: portfólios pedagógicos, grupos focais, registros reflexivos e observações do formador.

6.1. Investigações por Área Disciplinar

Os participantes tiveram autonomia para definir os temas investigados. A Tabela 3 apresenta exemplos representativos do percurso PPDAC realizado, evidenciando a aplicação

Tabela 3. Exemplos de aplicação do PPDAC por área disciplinar

Área	Pergunta investigativa	Base de dados	Produto desenvolvido	Trilha
Língua Portuguesa	Como evoluiu a proficiência leitora nos municípios acreanos no SAEB (2017–2023)?	INEP / SAEB	Sequência de produção textual argumentativa a partir de tabelas de proficiência	Plano de Implementação
Geografia	Quais municípios acreanos perderam mais cobertura florestal entre 2010 e 2023?	MapBiomas / INPE	Análise espacial comparativa sobre dinâmicas de desmatamento	Estudo de Caso
Matemática	Como se distribui a renda domiciliar per capita nos municípios acreanos?	IBGE (Censo / PNAD)	Representação gráfica e interpretação estatística de indicadores socioeconômicos	Protótipo Material
História	Como variou o gasto municipal com educação no Acre nos últimos cinco anos?	Portal da Transparência / TCE-AC	Análise de série histórica e debate sobre transparência pública	Estudo de Caso
Ciências	Existe relação entre cobertura vacinal e incidência de sarampo no Acre?	DataSUS (SI-PNI / SINAN)	Interpretação comparativa de indicadores epidemiológicos	Estudo de Caso
Artes	Como os municípios acreanos investem em equipamentos culturais?	IBGE (MUNIC) / MinC	Visualização de desigualdades no acesso a equipamentos culturais	Protótipo Material

transversal do ciclo e o uso efetivo de bases governamentais abertas em seis áreas disciplinares distintas.

Além dos exemplos apresentados, os participantes investigaram temas transversais como evasão escolar, acesso à internet em escolas públicas e desigualdades socioespaciais.

6.2. O PPDAC como Andaime Disciplinarmente Inclusivo

O resultado mais consistente foi o potencial do ciclo PPDAC como estrutura investigativa comum entre áreas muito distintas. Professoras e professores de Língua Portuguesa, História e Artes, com percepção inicial de baixa familiaridade com o trabalho orientado por dados, formularam perguntas investigativas robustas e percorreram o ciclo com autonomia crescente a partir da Semana 2. Nos registros reflexivos, os exemplos modelados na Semana 1 foram identificados como o momento em que participantes de áreas não técnicas compreenderam a viabilidade de incorporar dados em suas próprias práticas pedagógicas.

Nos portfólios, expressões como “*não achei que conseguiria formular uma pergunta com dados*” e “*agora vejo que minha aula de História pode partir de dados reais*” indicam deslocamentos de percepção compatíveis com os achados de [Coughlan 2020] sobre o papel da autenticidade dos dados no engajamento docente. O caráter disciplinar-

mente neutro do PPDAC mostrou-se condição necessária para esse resultado.

6.3. Descoberta dos Dados Locais como Motor de Engajamento

Identificou-se um padrão recorrente de engajamento em três movimentos: (i) surpresa diante da quantidade e acessibilidade dos dados públicos disponíveis; (ii) reconhecimento de sua relevância para a própria área de atuação; e (iii) formulação de uma questão investigativa. Esse padrão tornou-se particularmente visível quando os participantes localizaram informações relacionadas aos seus próprios municípios ou escolas.

A professora de Ciências que localizou a cobertura vacinal do seu município no DataSUS, o professor de História que acessou os gastos em educação via TCE-AC, a professora de Língua Portuguesa que encontrou microdados do SAEB com resultados de escolas acreanas, esses momentos foram registrados como pontos de inflexão no engajamento. [Saddiqi et al. 2019] documentaram fenômeno análogo em escolas dinamarquesas, ao constatar que dados locais elevaram o interesse e estimularam discussões mais aprofundadas. A especificidade do contexto acreano constituiu, portanto, não apenas pano de fundo, mas recurso pedagógico ativo.

6.4. A Dimensão Computacional como Redutora de Barreiras de Acesso

A dimensão computacional foi concebida com o critério de acessibilidade como condição não negociável: todas as ferramentas são gratuitas, baseadas em navegador e dispensam instalação ou programação. Essa escolha reflete a compreensão de que acesso, interpretação, visualização e comunicação de dados são competências de cidadania digital e devem estar ao alcance de professores de todas as áreas do currículo [Raffaghelli 2021, Celis Vargas et al. 2024].

Um resultado relevante para o campo da Informática na Educação foi o papel dessas ferramentas na mediação do acesso aos dados por professores sem formação técnica. O *Datawrapper* foi identificado nos portfólios como ferramenta de ruptura: uma professora de Artes descreveu como *“a primeira vez que consegui fazer um gráfico bonito com dados reais sem pedir ajuda para o professor de informática”*; um professor de História relatou ter publicado sua visualização de gastos municipais em uma aula. Esses registros indicam que a dimensão computacional não serviu apenas como suporte técnico, mas como elemento de empoderamento pedagógico, conferindo autonomia docente para selecionar, interpretar, representar e comunicar evidências.

6.5. Cidadania Digital nas Produções dos Participantes

A cidadania digital emergiu de forma consistente nas produções como categoria substantiva. Nos portfólios e apresentações, observou-se: (a) capacidade de avaliar criticamente a origem, atualidade e possíveis vieses dos dados utilizados; (b) reconhecimento dos dados públicos como instrumento de participação cívica informada; e (c) formulação de perguntas investigativas conectando evidências empíricas a temas relacionados a direitos, políticas públicas e problemas sociais.

Diversos participantes mencionaram a intenção de utilizar os dados não apenas em sala de aula, mas em reuniões com famílias e projetos escolares junto à comunidade. Em conjunto, esses indicativos sugerem que a formação contribuiu para deslocar o papel atribuído aos participantes: de usuários ocasionais de dados públicos para mediadores capazes de incorporar práticas de investigação orientadas por dados em contextos escolares e de promover discussões sobre cidadania digital junto aos estudantes.

6.6. Desafios Identificados

Quatro desafios merecem registro para informar as próximas edições da formação. O primeiro refere-se à volatilidade das interfaces dos portais públicos: ao menos duas bases modificaram layouts durante a formação, exigindo adaptações nos roteiros em tempo real, com replanejamento imediato das demonstrações e atividades síncronas para preservar o fluxo da oficina, problema já documentado por [Coughlan 2020] e que reforça a necessidade de materiais modulares e continuamente atualizáveis.

O segundo refere-se à heterogeneidade tecnológica entre participantes: a estratégia de trilhas atenuou o efeito, mas diferenças no tempo de apropriação das ferramentas persistiram. O terceiro é a carga docente múltipla, que em alguns casos limitou o aproveitamento das atividades assíncronas — reforçando a decisão de mantê-las como microatividades breves. Por fim, parte das produções finais consistiu em propostas de aplicação futura, recomendando cautela na interpretação do alcance transformador e reforçando a importância do T_2 para capturar a diferença entre intenção declarada e prática efetivamente realizada.

7. Considerações Finais

Este trabalho apresentou os resultados emergentes da primeira implementação de uma proposta metodológico-computacional para formação continuada de professores da educação básica voltada ao uso pedagógico de dados governamentais abertos. Concebida no âmbito de uma pesquisa-intervenção em andamento, a proposta articula cidadania digital, letramento em dados, o ciclo PPDAC como estrutura investigativa disciplinarmente inclusiva, e ferramentas computacionais acessíveis. Este artigo reporta as evidências produzidas nos momentos T_0 e T_1 do Ciclo 1; a análise longitudinal completa, incluindo T_2 , será objeto de publicação subsequente.

Embora os resultados ainda sejam preliminares, as evidências produzidas oferecem indícios consistentes da viabilidade da proposta. Os achados sugerem que: (1) o ciclo PPDAC pode atuar como estrutura investigativa disciplinarmente inclusiva, apoiando docentes de diferentes áreas na formulação de perguntas, análise de evidências e construção de conclusões fundamentadas, inclusive aqueles sem familiaridade prévia com análise de dados; (2) o uso de dados governamentais locais favorece o engajamento ao conectar o percurso formativo a problemas percebidos como concretos e relevantes pelos participantes; (3) ferramentas gratuitas e baseadas em navegador reduziram barreiras técnicas e ampliaram a autonomia docente no trabalho com dados públicos; e (4) a cidadania digital emergiu como categoria transversal, evidenciada pela capacidade dos participantes de avaliar criticamente dados públicos e articulá-los a questões de participação cívica e interesse coletivo.

Como próximos passos, estão previstos a continuidade do acompanhamento longitudinal dos participantes, a triangulação entre os três momentos de coleta e o refinamento dos componentes metodológicos e computacionais da proposta com base nos dados do Ciclo 1, em consonância com os princípios da DBR [McKenney and Reeves 2018]. Espera-se que essas etapas permitam aprofundar a compreensão sobre os mecanismos de mudança observados e subsidiem o desenvolvimento de um framework metodológico-computacional para apoiar professores da educação básica no uso pedagógico de dados abertos e na promoção da cidadania digital em contextos escolares.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

A redação deste artigo contou com apoio de ferramenta de Inteligência Artificial Generativa para revisão gramatical e formatação. A definição do problema de pesquisa, do desenho metodológico, da análise dos dados, dos resultados e das conclusões apresentadas são de responsabilidade exclusiva dos autores, que assumem integral responsabilidade pelo conteúdo final do artigo.

Referências

- Anderson, T. and Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1):16–25.
- Atenas, J. and Ciociola, C. (2016). Datos abiertos como recursos educativos abiertos: Modelo de formación docente para américa latina.
- Atenas, J. and Havemann, L. (2016). Framing open educational practices from a social justice perspective. *Open Praxis*, 8(2):169–184.
- Atenas, J., Havemann, L., and Priego, E. (2015). Open data as open educational resources: Towards transversal skills and global citizenship. *Open Praxis*, 7(4):377–389.
- Atenas, J., Havemann, L., and Timmermann, C. (2020). Critical literacies for a datafied society: academic development and curriculum design in higher education. *Research in Learning Technology*, 28.
- Braun, V. and Clarke, V. (2019). Reflecting on reflexive thematic analysis. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 11(4):589–597.
- Carmi, E., Yates, S. J., Lockley, E., and Pawluczuk, A. (2020). Data citizenship: Rethinking data literacy in the age of disinformation, misinformation, and malinformation. *Internet policy review*, 9(2):1–22.
- Celis Vargas, A. (2025). Open data usage in school education: Toward authentic and game-oriented learning designs to develop open data competencies and literacy.
- Celis Vargas, A., Magnussen, R., Mulder, I., and Larsen, B. (2023). Towards a framework for open data literacy in education: A systematic mapping review. *Interaction Design and Architecture(s)*, (57):133–151.
- Celis Vargas, A., Magnussen, R., Mulder, I., and Larsen, B. (2024). Open data learning designs in elementary school: Defining the essential elements for developing open data competencies. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*.
- Clarke, D. and Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and teacher education*, 18(8):947–967.
- Conradie, P. and Choenni, S. (2014). On the barriers for local government releasing open data. *Government information quarterly*, 31:S10–S17.
- Coughlan, T. (2020). The use of open data as a material for learning. *Educational Technology Research and Development*, 68(1):383–411.
- Council of Europe (2022). Digital citizenship education (dce).
- Creswell, J. W. and Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications, Thousand Oaks, CA, 5th edition.

- da Penha Lourenço, R. S., Borges, G. C. C. A., Brito, S. L. d. S. L., and Maia, D. L. (2024). Ensino de estatística pelo ciclo investigativo ppdac no ensino médio no rio grande do norte. *Revista Ensino em Debate*, 4:e2024022–e2024022.
- de Vasconcelos, M. L., Utsumi, M. C., de Castro, J. B., Lautert, S. L., et al. (2024). Ciclo investigativo ppdac: uma sequência de ensino para desenvolver elementos do letramento estatístico nos anos iniciais. *Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância*, 16(30).
- Dermentzi, E., Zotou, M., Tambouris, E., and Tarabanis, K. (2022). Using the problem based learning method and educational technologies to teach open data: A design-based research approach. *Education and information technologies*, 27(6):8859–8882.
- DQ Institute (2019). Dq global standards report 2019: Common framework for digital literacy, skills and readiness.
- Gummer, E. S. and Mandinach, E. B. (2015). Building a conceptual framework for data literacy. *Teachers College Record*, 117(4):1–22.
- Lee, H., Mojica, G., Thrasher, E., and Baumgartner, P. (2022). Investigating data like a data scientist: Key practices and processes. *Statistics Education Research Journal*, 21(2):3–3.
- Mandinach, E. B. and Gummer, E. S. (2016). What does it mean for teachers to be data literate: Laying out the skills, knowledge, and dispositions. *Teaching and Teacher Education*, 60:366–376.
- McKenney, S. and Reeves, T. (2018). *Conducting educational design research*. Routledge.
- Open Knowledge Foundation (2015). Open data handbook.
- Pangrazio, L. and Selwyn, N. (2021). Towards a school-based ‘critical data education’. *Pedagogy, Culture & Society*, 29(3):431–448.
- Pedersen, A. Y. and Caviglia, F. (2019). Data literacy as a compound competence. In Antipova, T. and Rocha, A., editors, *Digital Science*, pages 166–173, Cham. Springer International Publishing.
- Raffaghelli, J. E. (2021). Educators’ data literacy: Understanding the bigger picture. In Pangrazio, L. and Sefton-Green, J., editors, *Learning to Live with Datafication: Educational Case Studies and Initiatives from Across the World*. Routledge, London.
- Reggi, L. and Dawes, S. S. (2022). Creating open government data ecosystems: Network relations among governments, user communities, ngos and the media. *Government information quarterly*, 39(2):101675.
- Robertson, J. and Farrell, K. (2023). Teaching primary learners how to be data citizens. In *Primary (K–5) Computing Education Research – Teaching and Teachers*, volume 4 of *Understanding Computing Education*. Raspberry Pi Foundation. Proceedings of the Raspberry Pi Foundation Research Seminars.
- Saddiq, M., Rasmussen, L., Magnussen, R., Larsen, B., and Pedersen, J. M. (2019). Bringing open data into danish schools and its potential impact on school pupils. In *Proceedings of the 15th International Symposium on Open Collaboration (OpenSym)*. ACM.

- Sandoval-Ríos, F., Gajardo-Poblete, C., and López-Núñez, J. A. (2025). Role of data literacy training for decision-making in teaching practice: a systematic review. *Frontiers in Education*, Volume 10 - 2025.
- Vahey, P., Rafanan, K., Patton, C., Swan, K., van't Hooft, M., Kratcoski, A., and Stanford, T. (2012). A cross-disciplinary approach to teaching data literacy and proportionality. *Educational Studies in Mathematics*, 81(2):179–205.
- Vajen, B., Kenner, S., and Reichert, F. (2023). Digital citizenship education—teachers' perspectives and practices in germany and hong kong. *Teaching and Teacher Education*, 122:103972.
- Wild, C. J. and Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3):223–248.
- Wolff, A., Gooch, D., Cavero Montaner, J. J., Rashid, U., and Kortuem, G. (2016). Creating an understanding of data literacy for a data-driven society. *The Journal of Community Informatics*, 12(3).
- Zuiderwijk, A. and Janssen, M. (2014). Open data policies, their implementation and impact: A framework for comparison. *Government Information Quarterly*, 31(1):17–29.
- Zuiderwijk, A. and Reuver, M. d. (2021). Why open government data initiatives fail to achieve their objectives: categorizing and prioritizing barriers through a global survey. *Transforming government: people, process and policy*, 15(4):377–395.