ReGeo ISSN: 2177-3246

METODOLOGIA A.C.T.I.V.A AMBIENTAL®: UMA PROPOSTA PARA A FORMAÇÃO DA CIDADANIA ECOLÓGICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL POR MEIO DA APRENDIZAGEM PRÁTICA E IMPACTO MENSURÁVEL

A.C.T.I.V.A ENVIRONMENTAL METHODOLOGY®: A PROPOSAL FOR ECOLOGICAL CITIZENSHIP EDUCATION IN THE EARLY YEARS OF ELEMENTARY SCHOOL THROUGH PRACTICAL LEARNING AND MEASURABLE IMPACT

METODOLOGÍA A.C.T.I.V.A AMBIENTAL®: UNA PROPUESTA PARA LA FORMACIÓN EN CIUDADANÍA ECOLÓGICA EN LOS PRIMEROS AÑOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE PRÁCTICO Y EL IMPACTO MEDIBLE

https://doi.org/10.56238/revgeov17n7-163

Data de submissão: 13/06/2026 **Data de publicação:** 28/07/2026

Ronaldo Pereira da Silva
Pós-Graduado em Educação Ambiental
Instituição: Faculdades São Luís
E-mail: eecoformacao@gmail.com/ropsilva76@hotmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-0045-2226

RESUMO

A crescente complexidade dos desafios socioambientais evidencia a necessidade de metodologias educacionais capazes de articular aprendizagem significativa, desenvolvimento de competências ambientais, participação social e avaliação baseada em evidências. Este estudo teve como objetivo desenvolver a Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental®, proposta destinada aos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e está fundamentada na Teoria da Aprendizagem Prática e Impacto Mensurável. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem predominantemente qualitativa e natureza metodológica, desenvolvida mediante revisão bibliográfica, análise documental, modelagem conceitual e simulação instrumental quantitativa. Como resultados, foram estruturados o Framework A.C.T.I.V.A®, a Matriz de Competências Ambientais, a Matriz BNCC Expandida, a Escala A.C.T.I.V.A Ambiental®, o Índice EcoAventura360º® e um sistema de certificação institucional. Para examinar a operacionalidade preliminar dos instrumentos, foram utilizados 620 registros sintéticos, organizados em diagnóstico inicial e avaliação final. Na simulação, a média geral passou de 64,8% para 84,5%, a participação familiar estimada aumentou de 38% para 72% e 79,0% dos registros alcançaram pontuação final igual ou superior a 80%. Por se tratar de dados simulados, os percentuais não comprovam eficácia nem substituem a validação empírica; demonstram a capacidade do sistema de produzir indicadores comparáveis e orientar decisões pedagógicas. Conclui-se que a metodologia apresenta coerência interna e potencial de aplicação, devendo ser submetida a estudos reais de validade, confiabilidade e efetividade.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Cidadania Ecológica. Metodologias Ativas. Sustentabilidade. Avaliação Baseada em Evidências. Ensino Fundamental.

ABSTRACT

The growing complexity of socio-environmental challenges highlights the need for educational methodologies capable of integrating meaningful learning, environmental competence development, social participation, and evidence-based assessment. This study aimed to develop the A.C.T.I.V.A Environmental Methodology®, a proposal designed for the early years of elementary education and grounded in the Theory of Practical Learning and Measurable Impact. The research is characterized as

applied, predominantly qualitative, and methodological in nature, developed through a literature review, documentary analysis, conceptual modeling, and quantitative instrumental simulation. The resulting architecture includes the A.C.T.I.V.A Framework®, the Environmental Competencies Matrix, the Expanded BNCC Matrix, the A.C.T.I.V.A Environmental Scale®, the EcoAventura360º Index®, and an institutional certification system. To examine the preliminary operability of the assessment instruments, 620 synthetic records were used, organized into initial diagnostic and final assessment datasets. In the simulation, the overall mean increased from 64.8% to 84.5%, estimated family participation rose from 38% to 72%, and 79.0% of records reached a final score of 80% or higher. Because the data are simulated, these percentages do not demonstrate effectiveness or replace empirical validation; rather, they show that the system can generate comparable indicators and support pedagogical decision-making. The methodology demonstrates internal coherence and potential applicability, but must be subjected to real-world studies of validity, reliability, and effectiveness.

Keywords: Environmental Education. Ecological Citizenship. Active Methodologies. Sustainability. Evidence-Based Assessment. Elementary School.

RESUMEN

La creciente complejidad de los retos socioambientales pone de manifiesto la necesidad de metodologías educativas capaces de articular el aprendizaje significativo, el desarrollo de competencias medioambientales, la participación social y la evaluación basada en la evidencia. El objetivo de este estudio fue desarrollar la Metodología A.C.T.I.V.A. Ambiental®, una propuesta destinada a los primeros cursos de la enseñanza primaria y basada en la Teoría del Aprendizaje Práctico y el Impacto Medible. La investigación se caracteriza por ser aplicada, con un enfoque predominantemente cualitativo y de naturaleza metodológica, y se ha desarrollado mediante una revisión bibliográfica, un análisis documental, la modelización conceptual y la simulación instrumental cuantitativa. Como resultados, se estructuraron el Marco A.C.T.I.V.A.®, la Matriz de Competencias Ambientales, la Matriz BNCC Ampliada, la Escala A.C.T.I.V.A. Ambiental®, el Índice EcoAventura360º® y un sistema de certificación institucional. Para examinar la operatividad preliminar de los instrumentos, se utilizaron 620 registros sintéticos, organizados en un diagnóstico inicial y una evaluación final. En la simulación, la media general pasó del 64,8 % al 84,5 %, la participación familiar estimada aumentó del 38 % al 72 % y el 79,0 % de los registros alcanzaron una puntuación final igual o superior al 80 %. Al tratarse de datos simulados, los porcentajes no demuestran la eficacia ni sustituyen a la validación empírica; muestran la capacidad del sistema para generar indicadores comparables y orientar las decisiones pedagógicas. Se concluye que la metodología presenta coherencia interna y potencial de aplicación, por lo que debería someterse a estudios reales de validez, fiabilidad y eficacia.

Palabras clave: Educación Ambiental. Ciudadanía Ecológica. Metodologías Activas. Sostenibilidad. Evaluación Basada en la Evidencia. Educación Primaria.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas, a perda da biodiversidade e a geração crescente de resíduos sólidos evidenciam a urgência de processos educativos voltados à construção de sociedades sustentáveis. Nesse cenário, a Educação Ambiental (EA) assume papel estratégico na formação de cidadãos capazes de compreender a complexidade das relações entre sociedade e natureza, instigando a atuação responsável diante dos desafios socioambientais contemporâneos.

No contexto brasileiro, a EA encontra respaldo em importantes instrumentos normativos, tais como a Constituição Federal de 1988, a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Esses documentos convergem ao reconhecer a temática como componente essencial e transversal para a formação integral dos estudantes.

Apesar desses avanços legais, a implementação prática da EA nas escolas ainda enfrenta desafios significativos. A literatura científica aponta entraves como a fragmentação curricular, a predominância de ações meramente pontuais, a insuficiente articulação entre teoria e prática, o baixo engajamento familiar e, criticamente, a escassez de instrumentos capazes de mensurar os resultados e impactos gerados pelas ações pedagógicas.

Ademais, observa-se uma lacuna metodológica quanto a propostas estruturadas que integrem o desenvolvimento de competências ecológicas à avaliação baseada em evidências. Em grande parte, as iniciativas escolares concentram-se na sensibilização conceitual, carecendo de mecanismos de monitoramento que demonstrem, de forma objetiva, as transformações atitudinais e socioambientais alcançadas.

Diante desse contexto, emerge a seguinte questão de pesquisa: como estruturar uma metodologia de Educação Ambiental voltada aos Anos Iniciais do Ensino Fundamental que promova a cidadania ecológica por meio da aprendizagem prática, da participação social e da mensuração de impactos?

Para responder a esse problema, o presente estudo teve como objetivo desenvolver a Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental®, uma proposta pedagógica direcionada aos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e fundamentada na Teoria da Aprendizagem Prática e Impacto Mensurável. A abordagem proposta busca integrar conhecimentos, competências, atitudes e engajamento comunitário a um sistema avaliativo robusto baseado em evidências.

A relevância desta pesquisa reside na oportunidade de fazer avançar o campo teórico e prático da EA. Ao oferecer ferramentas integradas, o estudo visa ampliar a efetividade das práticas escolares,

fortalecer a execução de políticas públicas educacionais e favorecer a consolidação de uma cultura de sustentabilidade orientada por indicadores tangíveis.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A FORMAÇÃO DA CIDADANIA ECOLÓGICA

A emergência dos problemas socioambientais globais nas últimas décadas consolidou a Educação Ambiental (EA) como um dos principais instrumentos para a construção de sociedades sustentáveis. Fenômenos como as mudanças climáticas, a degradação dos ecossistemas, a escassez de recursos naturais e o aumento na geração de resíduos evidenciam a necessidade de processos educativos capazes de promover novas formas de relação entre os seres humanos e a natureza.

A EA contemporânea ultrapassa perspectivas meramente conservacionistas ou comportamentais, assumindo um caráter político, ético e transformador. Nesse contexto, seu objetivo não se restringe à transmissão de conhecimentos ecológicos, mas envolve a formação de sujeitos críticos, participativos e comprometidos com a transformação da realidade.

Segundo Loureiro (2012), a EA deve ser compreendida como uma prática social voltada à construção de novas formas de organização societária, capazes de enfrentar as causas estruturais dos problemas ambientais. Essa perspectiva desloca o foco de ações escolares pontuais para processos permanentes de formação cidadã.

Carvalho (2012) destaca que a EA contribui para a constituição do "sujeito ecológico", entendido como o indivíduo capaz de reconhecer sua inserção nos sistemas naturais e sociais, assumindo responsabilidades perante as gerações presentes e futuras. Nessa linha, a formação ambiental envolve, indissociavelmente, dimensões cognitivas, afetivas, éticas e políticas.

De forma complementar, Guimarães (2004) argumenta que a prática ambiental deve favorecer a reflexão crítica sobre os modelos de desenvolvimento predominantes, estimulando a participação social e o protagonismo dos indivíduos na busca por soluções para os desafios locais.

Essas contribuições convergem para a noção de cidadania ecológica, conceito que amplia a ideia tradicional de cidadania ao incorporar responsabilidades planetárias, participação comunitária e compromisso com a sustentabilidade. A cidadania ecológica pressupõe que os sujeitos não apenas compreendam os problemas ambientais, mas que sejam capazes de atuar coletivamente na construção de alternativas sustentáveis.

Nesse sentido, o espaço escolar assume papel estratégico, especialmente nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, período em que se consolidam valores, atitudes e comportamentos que influenciarão toda a trajetória formativa dos estudantes.

2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS

No Brasil, a EA encontra respaldo em um conjunto de dispositivos legais e normativos que estabelecem sua relevância para a formação cidadã. A Constituição Federal de 1988 reconhece, em seu artigo 225, que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, atribuindo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo. Entre os instrumentos previstos para o cumprimento desse dever, encontra-se a promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino.

Posteriormente, a Lei nº 9.795/1999 instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), definindo-a como componente essencial e permanente da educação nacional. A legislação determina que a dimensão ambiental deve estar presente de forma articulada em todas as etapas e modalidades educativas, reforçando seu caráter transversal e interdisciplinar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2018, corrobora essa relevância ao incorporar a sustentabilidade e a responsabilidade socioambiental às competências gerais da Educação Básica. A BNCC orienta que os estudantes desenvolvam conhecimentos, habilidades e atitudes que lhes permitam compreender e enfrentar problemas complexos relacionados à dinâmica socioambiental contemporânea.

Entretanto, embora os marcos legais sejam robustos, a literatura indica que sua implementação prática ainda enfrenta desafios significativos. Muitas escolas desenvolvem ações isoladas, desconectadas do projeto político-pedagógico e destituídas de mecanismos estruturados de avaliação. Esse cenário reforça a necessidade de metodologias capazes de operacionalizar as diretrizes legais em práticas pedagógicas sistemáticas e mensuráveis.

2.3 EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A AGENDA 2030

A partir das discussões internacionais promovidas pela Organização das Nações Unidas (ONU) e pela UNESCO, a EA passou a dialogar de forma mais intensa com o conceito de desenvolvimento sustentável. A Agenda 2030, adotada em 2015 por 193 países, estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), reconhecendo a educação como elemento central para a promoção de mudanças sociais, econômicas e ecológicas.

Entre os objetivos diretamente relacionados à práxis ambiental na escola, destacam-se o ODS 4 (Educação de Qualidade), o ODS 6 (Água Potável e Saneamento), o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e o ODS 15 (Vida Terrestre).

Segundo a UNESCO (2020), a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) deve promover competências que permitam aos indivíduos compreender sistemas complexos, tomar decisões responsáveis e atuar na construção de futuros sustentáveis. Essa perspectiva amplia a função da escola, que passa a ser compreendida não apenas como espaço de transmissão de conteúdos, mas como ambiente de formação de competências para a sustentabilidade. A proposta da Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental® dialoga diretamente com esse movimento ao integrar aprendizagem, participação social e transformação em uma estrutura orientada para resultados.

2.4 A CONTRIBUIÇÃO DE PAULO FREIRE PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Entre os referenciais que sustentam a presente proposta metodológica, destaca-se a contribuição de Paulo Freire para a compreensão da educação como prática da liberdade e da transformação social. Freire (2021) defende que o processo educativo deve superar os modelos de transmissão passiva — a chamada educação bancária —, favorecendo a construção coletiva do saber por meio do diálogo, da problematização e da reflexão crítica sobre a realidade.

A pedagogia freireana compreende os estudantes como sujeitos ativos da aprendizagem, capazes de ler o mundo e de atuar na sua transformação. Essa perspectiva apresenta forte convergência com a vertente da Educação Ambiental Crítica, que busca desenvolver a consciência socioambiental acoplada à participação cidadã.

Ao propor que os estudantes investiguem problemas ambientais de seu próprio contexto local, desenvolvam projetos e participem de ações comunitárias, a metodologia proposta incorpora elementos centrais da pedagogia freireana, especialmente a valorização da experiência originária, do protagonismo discente e da ação transformadora. Ademais, a etapa “Agir”, presente no *Framework* A.C.T.I.V.A®, aproxima-se diretamente da concepção freireana de práxis, entendida como a articulação indissociável entre reflexão e ação para a transformação do mundo.

2.5 PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA E FORMAÇÃO PARA A TRANSFORMAÇÃO SOCIAL

Outro importante referencial basilar da metodologia é a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), desenvolvida por Dermeval Saviani. Segundo Saviani (2021), a educação escolar deve possibilitar aos estudantes a apropriação crítica dos conhecimentos universais historicamente produzidos pela humanidade, permitindo-lhes compreender e transformar a realidade social em que vivem.

A PHC enfatiza a importância do conhecimento científico e sistematizado como instrumento de emancipação e participação social. Nessa perspectiva, a escola assume o papel fundamental de

prover o instrumental teórico necessário para que os sujeitos atuem de forma consciente e responsável na sociedade.

A Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental® incorpora essa visão ao estruturar o desenvolvimento progressivo de competências ambientais, articulando rigor científico, participação social e intervenção prática. A formação da cidadania ecológica, entendida como resultado central da metodologia, encontra respaldo nesse referencial ao buscar desenvolver sujeitos capazes de compreender criticamente a totalidade social e nela intervir os desafios socioambientais e atuar na construção de alternativas sustentáveis.

2.6 SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO

A análise integrada dos referenciais teóricos evidencia uma sólida convergência entre a vertente da Educação Ambiental Crítica, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável, a Pedagogia Freireana, a Pedagogia Histórico-Crítica e as diretrizes globais estabelecidas pela Agenda 2030. Em comum, tais correntes teóricas e normativas convergem para a urgência de desenhos pedagógicos que ultrapassem a mera transmissão conceitual, promovendo o desenvolvimento de competências complexas, o engajamento comunitário e transformações atitudinais observáveis.

É exatamente nessa lacuna operacional que se insere a Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental®. A proposta foi concebida para amalgamar essas diferentes matrizes reflexivas em uma arquitetura educacional unificada, capaz de viabilizar tanto a formação da cidadania ecológica quanto a mensuração quantitativa e qualitativa dos resultados gerados pelas intervenções escolares.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem predominantemente qualitativa, com etapa quantitativa de simulação instrumental, de natureza metodológica e finalidade propositiva. Seu objetivo consistiu em construir uma metodologia estruturada para a formação da cidadania ecológica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e examinar, de forma preliminar, a operacionalidade dos instrumentos de avaliação propostos.

Segundo Gil (2019), a pesquisa aplicada busca gerar conhecimentos voltados à solução de problemas concretos, produzindo resultados passíveis de utilização prática em contextos específicos. Nesse sentido, a investigação não se limitou à análise teórica da EA, mas teve como propósito a elaboração de um modelo pedagógico passível de implementação em instituições de ensino.

Quanto à abordagem, a investigação é predominantemente qualitativa por se concentrar na compreensão, interpretação e sistematização de referenciais teóricos, normativos e metodológicos vinculados à práxis ecológica, à sustentabilidade, às metodologias ativas e à avaliação educacional. A etapa quantitativa assumiu caráter exclusivamente instrumental, utilizando dados sintéticos para testar regras de pontuação, comparação e apresentação de indicadores, sem envolver estudantes ou instituições reais. Adicionalmente, o estudo classifica-se como pesquisa metodológica, modalidade voltada à criação, ao desenvolvimento e à estruturação de instrumentos, modelos, processos e sistemas destinados à intervenção em contextos educacionais e sociais.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento adotado foi estruturado em cinco etapas complementares:

- Etapa 1 – Revisão Bibliográfica: realizou-se o levantamento e a análise crítica da literatura científica relacionada à EA, à sustentabilidade, à cidadania ecológica, às metodologias ativas, à avaliação educacional e à formação de competências.
- Etapa 2 – Análise Documental: procedeu-se ao exame dos principais referenciais normativos nacionais e internacionais correlatos, especificamente a Constituição Federal de 1988, a Lei nº 9.795/1999 (PNEA), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental e o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA).
- Etapa 3 – Modelagem Conceitual: desenvolveu-se a arquitetura teórica da metodologia por meio da integração dos referenciais analisados, culminando na formulação da Teoria da Aprendizagem Prática e Impacto Mensurável (TAPIM), da Matriz de Competências Ambientais e do Framework A.C.T.I.V.A Ambiental®.
- Etapa 4 – Desenvolvimento Instrumental: consistiu na construção dos instrumentos estruturantes do sistema metodológico, compreendendo a Escala A.C.T.I.V.A Ambiental®, a Matriz BNCC Expandida, os Instrumentos Diagnósticos, Formativos e Finais, o Índice EcoAventura360º® (IEA) e o sistema de certificação institucional.
- Etapa 5 – Simulação Instrumental: envolveu a construção de uma base sintética contendo 620 registros, organizados em dois momentos avaliativos, com o intuito de verificar a operacionalidade das regras de pontuação, a comparação por eixos temáticos, as classificações de engajamento e a participação familiar. Ressalta-se que esta etapa não constituiu validação empírica nem envolveu participantes reais.

3.3 REFERENCIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA

A construção da Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental® fundamentou-se na integração transdisciplinar de diferentes matrizes conceituais. No campo da EA, utilizaram-se fundamentalmente os constructos de Loureiro (2012), Carvalho (2012), Guimarães (2004) e Sorrentino *et al.* (2005). No escopo pedagógico, destacam-se as contribuições de Freire (2021) e Saviani (2021), associadas às abordagens de Ausubel (2003) e Moran (2018).

No âmbito da aprendizagem experiencial e das metodologias ativas, foram incorporadas as formulações de Kolb (2015), Keller (2010) e Deterding *et al.* (2011). Por fim, para o delineamento dos processos avaliativos e a construção de indicadores robustos, consideraram-se os referenciais teóricos de Pasquali (2010), OECD (2008) e Kellogg Foundation (2004). Essa convergência referencial permitiu edificar uma proposta interdisciplinar capaz de articular, univocamente, aprendizagem, avaliação e impacto.

3.4 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA

A arquitetura metodológica ocorreu mediante um processo iterativo de análise, síntese e modelagem conceitual. Inicialmente, foram identificadas na literatura lacunas recorrentes nos programas escolares de EA, tais como a ausência de *frameworks* estruturados; a baixa integração curricular; as dificuldades de avaliação formativa; a escassez de indicadores de impacto; a reduzida participação familiar e a inexistência de sistemas de certificação. A partir do diagnóstico dessas fragilidades operacionais, definiram-se os componentes prioritários para a nova modelagem, organizando-os em torno do *Framework* A.C.T.I.V.A®.

3.5 DESENVOLVIMENTO DA TEORIA DA APRENDIZAGEM PRÁTICA E IMPACTO MENSURÁVEL (TAPIM)

A Teoria da Aprendizagem Prática e Impacto Mensurável (TAPIM) foi desenvolvida como o referencial explicativo central da metodologia. Sua formulação parte do pressuposto de que a aprendizagem ambiental atinge maior efetividade quando ocorre em contextos reais, envolve experiências práticas, desenvolve competências observáveis, gera mudanças comportamentais e produz impactos mensuráveis.

Desse modo, a TAPIM estabelece que a transformação socioambiental decorre de uma cadeia progressiva contínua, estruturada da seguinte forma:

Experiência Conhecimento Competência Atitude

Comportamento Participação Impacto

Essa progressão linear e interdependente constitui-se como o alicerce de sustentação de toda a engrenagem metodológica.

3.6 CONSTRUÇÃO DO FRAMEWORK A.C.T.I.V.A®

A elaboração do *Framework* A.C.T.I.V.A® respondeu à necessidade de estruturar pedagogicamente a implementação das ações em sala de aula. O sistema foi organizado em seis etapas sequenciais e complementares: Aprender; Conectar; Transformar; Integrar; Validar; e Agir. Cada fase foi projetada para corresponder a uma dimensão específica do processo educativo, garantindo aplicabilidade pedagógica, progressão formativa contínua e perfeito alinhamento curricular.

3.7 DESENVOLVIMENTO DA MATRIZ DE COMPETÊNCIAS AMBIENTAIS

A Matriz de Competências Ambientais A.C.T.I.V.A® foi elaborada com o escopo de sistematizar e categorizar os resultados formativos almejados. A estrutura organiza-se em cinco competências nucleares: Competência Ecológica; Competência Climática; Competência Sustentável; Competência Participativa; e Competência Transformadora. Tais competências foram distribuídas progressivamente ao longo dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, balizando a construção subsequente dos instrumentos avaliativos.

3.8 DESENVOLVIMENTO DOS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

A modelagem dos instrumentos avaliativos seguiu os preceitos da avaliação baseada em evidências, desdobrando-se em três momentos principais:

1. Avaliação Diagnóstica: aplicada antecedendo a implementação prática, com o objetivo de estabelecer a linha de base empírica do contexto escolar;
2. Avaliação Formativa: aplicada continuamente durante a execução do projeto, visando ao monitoramento em tempo real da evolução discente;
3. Avaliação Final: aplicada ao término do ciclo formativo, destinada a mensurar, em termos absolutos e relativos, os resultados e impactos gerados.

Adicionalmente a esse escopo trifásico, foi desenvolvida a Escala A.C.T.I.V.A Ambiental®, ferramenta métrica focada especificamente na mensuração do nível de consolidação da cidadania ecológica.

3.9 DESENVOLVIMENTO DO ÍNDICE ECOAVENTURA360º®

O Índice EcoAventura360º® (IEA) foi construído para consolidar a diversidade de resultados produzidos pela metodologia em um indicador institucional único e sintético. Sua composição algorítmica contempla cinco dimensões analíticas: Cidadania Ecológica; Participação Familiar; Projetos Ambientais; Engajamento Escolar; e Impacto Ambiental. A ponderação de cada dimensão foi arbitrada com base nos objetivos estratégicos da metodologia e na relevância de cada componente para o atingimento da cidadania ecológica plena

3.10 PROCEDIMENTOS DE VALIDAÇÃO CONCEITUAL

Embora a metodologia proposta ainda não tenha sido submetida à validação empírica, realizou-se um processo de validação conceitual preliminar amparado na coerência teórica, na consistência metodológica, no alinhamento normativo, na articulação curricular e na integração entre os componentes. Esse procedimento analítico e reflexivo permitiu verificar a estrita compatibilidade estrutural entre os elementos que compõem a arquitetura metodológica proposta.

3.11 SIMULAÇÃO INSTRUMENTAL COM REGISTROS SINTÉTICOS

Como etapa complementar de verificação da operacionalidade do sistema de avaliação, foi construída uma base com 620 registros sintéticos. A finalidade consistiu em examinar a capacidade técnica do Questionário Diagnóstico Ambiental de estabelecer uma linha de base, converter respostas categóricas em pontuações percentuais, comparar dois momentos avaliativos distintos e gerar indicadores estatísticos úteis ao posterior acompanhamento pedagógico.

A estrutura avaliativa contemplou os eixos temáticos de resíduos sólidos, água, clima e sustentabilidade. Os itens adotaram categorias de frequência e percepção mensuradas por meio dos termos “Sempre”, “Às vezes”, “Raramente” e “Nunca”, além de questões fechadas associadas a conhecimentos específicos e comportamentos ecológicos. As respostas foram transformadas em percentuais e organizadas em dois momentos: diagnóstico inicial (pré-teste) e avaliação final (pós-teste).

A análise empregou estatística descritiva simples, calculando médias percentuais, diferenças em pontos percentuais, variações relativas, proporção de registros com pontuação igual ou superior a 80% e a estimativa de participação familiar. Por se tratar de um universo de dados simulados, os índices foram utilizados tão somente para testar o fluxo analítico e a eficácia de comunicação dos relatórios resultantes, não permitindo qualquer inferência estatística sobre eficácia pedagógica, causalidade fenomênica ou validade psicométrica.

3.12 SÍNTESE METODOLÓGICA

O percurso metodológico desenvolvido ao longo desta investigação científica pode ser sintetizado pelo seguinte fluxo progressivo de ações:

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA → ANÁLISE DOCUMENTAL → MODELAGEM CONCEITUAL → DESENVOLVIMENTO DA TAPIM → FRAMEWORK A.C.T.I.V.A® → MATRIZ DE COMPETÊNCIAS → INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO → SIMULAÇÃO INSTRUMENTAL → ÍNDICE ECOAVENTURA360º® → METODOLOGIA A.C.T.I.V.A AMBIENTAL®

3.13 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO

A metodologia de pesquisa adotada permitiu a edificação de uma proposta educacional integrada, fundamentada teoricamente e estruturada em instrumentos capazes de promover a formação da cidadania ecológica e a mensuração dos resultados educacionais e socioambientais produzidos.

A arquitetura resultante constitui o principal produto científico desta investigação. A simulação instrumental demonstrou a viabilidade preliminar do fluxo de mensuração e do processamento de dados, contudo, não substitui a validação de campo com participantes reais. O conjunto desenvolvido servirá de base conceitual para estudos empíricos futuros, aplicação experimental em redes de ensino e produção de evidências definitivas sobre validade, confiabilidade e efetividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do percurso metodológico delineado, consolidou-se o desenvolvimento da Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental®, concebida como uma arquitetura educacional integrada e direcionada à formação da cidadania ecológica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Os achados decorrentes desta modelagem conceitual e de sua respectiva testagem instrumental são detalhados a seguir, explicitando os componentes estruturantes da proposta.

4.1 FRAMEWORK A.C.T.I.V.A AMBIENTAL®: ARQUITETURA PEDAGÓGICA PARA A FORMAÇÃO DA CIDADANIA ECOLÓGICA

O principal produto científico desta investigação consiste na estruturação do *Framework* A.C.T.I.V.A®, o qual representa o núcleo operacional da metodologia e organiza o percurso formativo dos estudantes em seis etapas progressivas e interdependentes. Sua engenharia pedagógica foi intencionalmente projetada para superar as abordagens fragmentadas da Educação Ambiental (EA) que, com frequência, limitam-se à sensibilização teórica ou à execução de eventos isolados no calendário escolar.

A estrutura proposta atua como um vetor de conversão, garantindo que a aprendizagem cognitiva seja progressivamente transformada em competências, atitudes e comportamentos práticos. Desse modo, as ações discentes extrapolam os muros da escola, gerando impactos observáveis na comunidade local. Sob essa ótica, o modelo constitui uma inovação metodológica relevante, pois estabelece um encadeamento didático capaz de articular, de forma unificada, o desenvolvimento intelectual, a participação social e a mensuração de resultados tangíveis.

4.1.1 Estrutura conceitual do framework

A organização interna do *Framework* A.C.T.I.V.A® fundamenta-se na premissa de que a consolidação da cidadania ecológica exige um processo contínuo e progressivo que abarca a construção do conhecimento, a contextualização territorial, a transformação atitudinal, a participação coletiva, a validação das aprendizagens e a intervenção prática. A engenharia do modelo é composta por seis fases sequenciais, dispostas na seguinte ordem de progressão pedagógica:

APRENDER → CONECTAR → TRANSFORMAR → INTEGRARVALIDAR → AGIR

Cada etapa corresponde a uma dimensão específica do processo educativo e possui objetivos, estratégias e resultados próprios.

4.1.2 Etapa Aprender

A fase inicial do *framework*, denominada Aprender, constitui o ponto de partida do ciclo e tem como objetivo basilar promover a construção dos conhecimentos ambientais fundamentais. Nessa etapa, os estudantes são introduzidos a conceitos estruturantes como biodiversidade, ciclo dos recursos naturais, mudanças climáticas, gestão de resíduos sólidos, sustentabilidade e cidadania ecológica. Para tanto, mobilizam-se estratégias pedagógicas ativas e diversificadas, compreendendo aulas dialogadas,

storytelling ambiental, histórias em quadrinhos temáticas, atividades investigativas, jogos educativos e recursos audiovisuais. O foco reside substancialmente no desenvolvimento da alfabetização ecológica inicial e na ampliação do repertório informacional dos discentes.

4.1.3 Etapa Conectar

Após a apropriação conceitual inicial, a metodologia propõe a etapa Conectar, cujo escopo consiste em relacionar os conteúdos abstratos trabalhados à realidade empírica dos estudantes e ao microssistema socioambiental em que residem. Esta fase ancora-se no princípio freireano e ausubeliano de que a aprendizagem adquire significação real quando o sujeito estabelece nexos causais entre o saber escolar e suas experiências cotidianas. Entre as dinâmicas operacionais utilizadas, destacam-se a realização de diagnósticos ambientais locais, a observação orientada do território, o mapeamento participativo comunitário, as rodas de conversa e os estudos de caso contextualizados. Como entrega formativa, espera-se o fortalecimento do senso de pertencimento e a ampliação da compreensão crítica sobre as problemáticas ecológicas locais.

4.1.4 Etapa Transformar

A etapa Transformar sinaliza o momento em que os conhecimentos internalizados e contextualizados passam a incidir diretamente sobre as dimensões atitudinais e comportamentais dos sujeitos. Seu propósito precípuo é estimular mutações concretas nos hábitos cotidianos dos estudantes, desenhando atividades focadas no consumo consciente, na redução de desperdícios, na economia de água e energia, na triagem de resíduos sólidos e na adoção de práticas sustentáveis replicáveis. Essa transformação comportamental constitui um dos pilares da Teoria da Aprendizagem Prática e Impacto Mensurável (TAPIM), uma vez que materializa a transição do plano cognitivo abstrato para a ação prática individual.

4.1.5 Etapa Integrar

A fase Integrar expande o raio de alcance da aprendizagem escolar para além das fronteiras físicas da sala de aula. Seu objetivo central reside em promover a coparticipação orgânica da família, da comunidade do entorno e de outros atores sociais no processo formativo. A inclusão dessa dimensão ecossistêmica e comunitária configura-se como um dos principais diferenciais da metodologia, assumindo que a consolidação da cidadania ecológica depende intrinsecamente de processos coletivos de corresponsabilidade. As principais estratégias de mobilização envolvem missões familiares articuladas, campanhas educativas de bairro, projetos de intervenção comunitária, eventos ambientais

abertos e ações intersetoriais. Com isso, visa-se ampliar o impacto territorial da intervenção pedagógica.

4.1.6 Etapa Validar

A etapa Validar consolida-se como uma das maiores inovações arquiteturais da metodologia. Enquanto a maioria dos programas tradicionais de EA encerra suas ações na execução das atividades práticas, a Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental® incorpora mecanismos sistêmicos de avaliação e monitoramento de resultados. A finalidade desta fase é produzir evidências empíricas sobre o nível de desenvolvimento das competências e os impactos gerados. Para isso, são mobilizados os seguintes instrumentos: a Escala A.C.T.I.V.A Ambiental®, avaliações diagnósticas estruturadas (linha de base), avaliações formativas e finais, indicadores de impacto diretos e o Índice EcoAventura360º® (IEA). Por intermédio dessas métricas, torna-se viável monitorar longitudinalmente a evolução das turmas e das escolas conveniadas.

4.1.7 Etapa Agir

A fase Agir representa a culminância prática do percurso formativo proposto. Seu objetivo consiste em transmutar a aprendizagem e a participação social em intervenções físicas e sociais concretas, capazes de produzir melhorias tangíveis no ambiente escolar e comunitário. Nessa etapa, os estudantes assumem o protagonismo absoluto na elaboração e execução de ações ambientais coletivas. Entre as atividades planejadas e executáveis, destacam-se a promoção de campanhas de mobilização local, a realização de mutirões ecológicos, o desenvolvimento de projetos de sustentabilidade aplicada, a recuperação paisagística de espaços degradados e ações de conscientização pública. A etapa Agir materializa, em última análise, a cidadania ecológica estimulada ao longo do processo educativo.

4.1.8 Articulação entre as Etapas do Framework

Embora didaticamente apresentadas de forma sequencial, as etapas do *Framework* A.C.T.I.V.A® não se configuram como processos rígidos ou puramente lineares; na práxis escolar, elas se retroalimentam continuamente em um fluxo dinâmico. Os conhecimentos adquiridos no bloco inicial favorecem novas conexões com a realidade territorial, as quais estimulam transformações atitudinais e comportamentais nos indivíduos. Essas mudanças de hábitos expandem a participação familiar e comunitária, gerando novas evidências de aprendizagem que validam o processo e culminam em novas intervenções socioambientais. Essa dinâmica cíclica e espiralada fortalece a perenidade dos resultados produzidos pela metodologia.

4.1.9 Diferenciais do Framework A.C.T.I.V.A®

A análise reflexiva conduzida durante a modelagem permitiu identificar diferenciais significativos da proposta frente aos modelos tradicionais de EA descritos na literatura. Destacam-se, primordialmente, sua organização metodológica estruturada; a estreita integração entre o ganho cognitivo e o impacto comunitário; a inserção sistemática da família nas dinâmicas escolares; e a adoção de um modelo avaliativo estritamente baseado em evidências. Adicionalmente, o emprego de indicadores sintéticos próprios de monitoramento, a proposição de um sistema de certificação institucional, o alinhamento intencional às competências da BNCC e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 conferem à proposta um elevado potencial de replicação no escopo de políticas públicas educacionais, ampliando sua viabilidade institucional.

4.1.10 Síntese dos Resultados do Framework

O delineamento do *Framework* A.C.T.I.V.A Ambiental® consolida o primeiro e mais expressivo resultado desta investigação científica. Sua engenharia pedagógica oferece um roteiro viável para articular e unificar saberes, competências, atitudes, engajamento social e transformação do meio em uma única matriz operacional. Ao amalgamar elementos que tradicionalmente se encontram dispersos ou fragmentados na literatura, o modelo estabelece as bases conceituais necessárias para a sustentação dos demais componentes instrumentais da metodologia, detalhados a seguir.

4.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM PRÁTICA E IMPACTO MENSURÁVEL (TAPIM)

Como desdobramento direto e fundamentação epistemológica da construção do *Framework* A.C.T.I.V.A®, estruturou-se a Teoria da Aprendizagem Prática e Impacto Mensurável (TAPIM). Esta formulação foi concebida como o modelo conceitual e explicativo dos mecanismos internos pelos quais a aprendizagem ambiental formal se converte em cidadania ecológica ativa e impacto socioambiental mensurável.

4.2.1 Apresentação da Teoria

O segundo resultado nuclear desta pesquisa reside na formulação teórica da TAPIM. Sua elaboração emergiu da necessidade de compreender as engrenagens causais que conectam a intervenção pedagógica às mudanças comportamentais efetivas observadas nos discentes. Embora diferentes vertentes clássicas da EA tenham contribuído historicamente para a consolidação de práticas sustentáveis nas escolas, identificou-se na literatura uma lacuna teórica no que tange a modelos que explicassem, de maneira unificada e preditiva, a transição exata entre o ato de aprender, o ato de agir

e o ato de mensurar. A TAPIM propõe-se a preencher esse hiato, fornecendo o arcabouço abstrato necessário para amarrar os resultados empíricos ao processo didático.

4.2.2 Fundamentos da Teoria

A TAPIM edifica-se sobre a fusão e o diálogo transdisciplinar de matrizes consolidadas da ciência da educação. Da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), absorve-se a premissa de que os novos saberes ecológicos demandam ancoragem em conceitos previamente existentes no mapa cognitivo do estudante. Da Aprendizagem Experiencial de Kolb (2015), herda-se o entendimento de que a vivência concreta constitui o motor de ignição do ciclo formativo. Essa base é politizada pela Pedagogia Freireana (2021) e pela EA Crítica, as quais convocam a educação a agir como prática da liberdade e da conscientização para a transformação da realidade estrutural. Por fim, o modelo incorpora os preceitos contemporâneos das metodologias ativas, posicionando o discente como o arquiteto e o protagonista de sua própria aprendizagem. A integração dessas forças teóricas resulta em uma abordagem orientada à produção de evidências educacionais e ecológicas verificáveis.

4.2.3 Pressuposto Central da TAPIM

A base axiomática da TAPIM repousa sobre o seguinte pressuposto teórico-central: a aprendizagem ambiental atinge sua eficácia máxima quando experiências práticas, localmente contextualizadas, promovem o desenvolvimento de competências complexas capazes de deflagrar modificações atitudinais permanentes, engajamento social e impactos socioambientais mensuráveis. Esse enunciado estabelece uma relação de condicionalidade e causa entre a cognição, a ação e a transformação espacial. Distanciando-se de correntes puramente propedêuticas ou informacionais, a TAPIM estabelece que o sucesso de qualquer ação educativa ambiental deve ser aferido com base nos efeitos objetivos e observáveis gerados na realidade dos sujeitos e de suas respectivas comunidades.

4.2.4 A cadeia de transformação da TAPIM

O modelo teórico proposto organiza-se em uma cadeia progressiva de transformação psicopedagógica e social. O fluxo estabelece que a ocorrência consistente e sinérgica de cada elo favorece a geração de impactos sustentáveis e duradouros, estruturando-se a partir da seguinte matriz sequencial de desenvolvimento:

EXPERIÊNCIA → CONHECIMENTO → COMPETÊNCIA → ATITUDE COMPORTAMENTO → PARTICIPAÇÃO → IMPACTO

Cada elemento dessa cadeia representa uma estação crítica no processo de consolidação da cidadania ecológica, mapeando o trajeto que vai do estímulo sensorial e prático inicial até a modificação da realidade socioespacial do estudante.

4.2.5 Experiência como Ponto de Partida

Na arquitetura da TAPIM, a experiência constitui o elemento motor e a ignição do processo educativo. A aprendizagem ambiental é compreendida como um fenômeno que emerge diretamente da interação ativa entre o estudante e situações concretas do meio ambiente. Essas vivências pragmáticas operacionalizam-se por meio da observação orientada da natureza, do engajamento em projetos escolares, do cumprimento de missões educativas, de atividades investigativas de campo, de desafios comunitários e de ações práticas de sustentabilidade no microssistema escolar. Sob essa ótica, a experiência afasta o esvaziamento conceitual, conferindo significado imediato à aprendizagem e ancorando a posterior contextualização dos conteúdos curriculares.

4.2.6 Construção do Conhecimento

A partir das experiências vivenciadas e refletidas, os discentes adquirem a base cognitiva necessária para estruturar saberes formais relativos aos fenômenos ambientais. É nessa fase que ocorre a decodificação e a internalização de conceitos complexos, tais como biodiversidade, ciclos biogeoquímicos dos recursos naturais, vetores das mudanças climáticas, gestão integrada de resíduos sólidos, sustentabilidade planetária e os preceitos da cidadania ecológica. O conhecimento é mapeado pela TAPIM como uma condição preliminar indispensável para o florescimento das competências ambientais, contudo, adverte-se que ele não constitui a finalidade última ou suficiente do ato de educar.

4.2.7 Desenvolvimento das Competências

O diferencial do modelo reside na transição em que o arsenal cognitivo acumulado passa a ser mobilizado intencionalmente diante de situações-problema reais, impulsionando o desenvolvimento das competências ambientais. Alinhada às discussões contemporâneas e às diretrizes da BNCC, a TAPIM conceitua competência como a capacidade multidimensional de articular conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para responder a desafios práticos da realidade. Para guiar essa transição, a metodologia delimita cinco competências estruturantes: Ecológica, Climática, Sustentável, Participativa e Transformadora. Esse quinteto compõe o núcleo dos resultados formativos planejados pela intervenção pedagógica.

4.2.8 Formação de Atitudes

O amadurecimento das competências sinaliza e impulsiona a construção interna de atitudes sólidas voltadas à sustentabilidade. As atitudes operam como predisposições psicológicas e éticas subjacentes que orientam o modo como os indivíduos interpretam, posicionam-se e reagem face aos conflitos e problemas socioambientais. Entre os constructos atitudinais visados, destacam-se a corresponsabilidade ambiental, a empatia ecológica interespécies, a cooperação coletiva, o compromisso ético-geracional e a valorização intransigente dos limites planetários. Esta etapa desempenha um papel crucial de mediação, estabelecendo a ponte psicopedagógica entre o ganho estritamente cognitivo e a modificação comportamental ativa.

4.2.9 Transformação dos Comportamentos

Como corolário, a TAPIM pressupõe que atitudes consolidadas e validadas tendem a se manifestar externamente na forma de comportamentos observáveis e recorrentes. Neste estágio de amadurecimento, as condutas ecológicas deixam de ser imposições externas e passam a ser incorporadas organicamente às rotinas dos estudantes. Essa mudança pragmática evidencia-se em ações rotineiras, como a economia proativa de água e energia, a triagem seletiva de resíduos sólidos, a redução do desperdício de alimentos e insumos, e o engajamento voluntário em mutirões ecológicos. Os comportamentos configuram-se, portanto, como as primeiras evidências empíricas e palpáveis do sucesso do processo de aprendizagem.

4.2.10 Participação Social

A arquitetura da TAPIM pressupõe que a práxis ambiental atinge seus níveis mais elevados de maturidade quando os comportamentos estritamente individuais evoluem para formas coordenadas de participação social. Essa dimensão coletiva engloba a colaboração interpares, a mobilização da comunidade do entorno escolar, o engajamento ativo na governança de projetos, o desenho de campanhas ecológicas abertas e ações diretas de cidadania participativa. Trata-se de uma etapa de transição crítica, cuja função precípua é expandir o raio de alcance da aprendizagem, externalizando-a do plano individual para o plano coletivo e social.

4.2.11 Produção de Impactos

O estágio final e culminante da cadeia progressiva proposta corresponde à produção de impactos objetivos e observáveis. Alinhada ao seu escopo multidimensional, a metodologia categoriza esses impactos em cinco esferas interdependentes de transformação:

- Impactos Educacionais: materializados pela consolidação da cidadania ecológica, pela ampliação nítida das competências ambientais e pela otimização do rendimento na aprendizagem escolar básica.
- Impactos Comportamentais: caracterizados pela incorporação voluntária e duradoura de hábitos de vida sustentáveis, pela redução sistemática de desperdícios de insumos e por mutações estruturais nas atitudes cotidianas discentes.
- Impactos Familiares: expressos pelo engajamento orgânico dos núcleos familiares nas dinâmicas propostas pela escola, pela adoção de rotinas ecológicas domésticas e pelo consequente fortalecimento da corresponsabilidade socioambiental no lar.
- Impactos Comunitários: evidenciados pela mobilização social em torno do bem comum e pelo revigoramento dos laços de participação coletiva e associativa no bairro.
- Impactos Ambientais: consolidados em termos materiais pela revitalização física de espaços escolares e comunitários, pelo incremento nas taxas de reciclagem local e pela conservação proativa dos recursos naturais do território.

A viabilidade técnica de mensuração e cruzamento analítico dessas cinco esferas constitui um dos diferenciais científicos mais relevantes da metodologia proposta.

4.2.12 Relação entre a TAPIM e o Framework A.C.T.I.V.A®

A Teoria da Aprendizagem Prática e Impacto Mensurável atua como a infraestrutura epistemológica e conceitual que confere sustentação ao *Framework* A.C.T.I.V.A®. Enquanto a TAPIM decodifica e explica as engrenagens psicopedagógicas da transformação, o *Framework* operacionaliza essas mesmas dinâmicas no cotidiano da sala de aula mediante estratégias didáticas específicas. Estabelece-se, portanto, uma relação de perfeita complementaridade funcional na qual a teoria explica e o *framework* implementa, assegurando uma rigorosa coerência interna ao ecossistema metodológico.

4.2.13 Contribuições Teóricas da TAPIM

A formulação da TAPIM gera contribuições para o avanço do campo da Educação Ambiental contemporânea. Ao integrar sob o mesmo modelo a aquisição de saberes, o florescimento de competências e a geração de indicadores de impacto, a teoria resolve o hiato histórico de fragmentação entre a teoria pedagógica e a prática socioambiental. Além disso, ao elucidar as etapas intermediárias da mudança comportamental e incorporar a avaliação baseada em evidências ao escopo ecológico, o

modelo fortalece o rigor analítico e a cientificidade das intervenções escolares, expandindo seu potencial de validação acadêmica.

4.2.14 Implicações para a Educação Ambienta

Em termos pragmáticos, a TAPIM convoca uma mudança paradigmática em relação às práticas tradicionais de EA. Em substituição aos modelos avaliativos centrados estritamente no cumprimento burocrático de calendários ou na mera transmissão passiva de conteúdos, a teoria orienta o foco analítico em direção aos resultados efetivamente gerados pela intervenção. Desse modo, a eficácia de um programa educacional ambiental passa a ser aferida em função direta de sua capacidade instalada de produzir competências, reconfigurar comportamentos, inflamar a participação social e consolidar impactos espaciais, aproximando a EA das metodologias contemporâneas de avaliação baseada em evidências.

4.2.15 Síntese dos Resultados da TAPIM

A consolidação da Teoria da Aprendizagem Prática e Impacto Mensurável configura-se como um dos principais produtos conceituais desta investigação científica. Ao estruturar uma cadeia explicativa contínua que unifica a experiência sensível, a alfabetização conceitual, a mobilização de competências e a aferição de impactos, o modelo confere densidade epistemológica à Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental®. Adicionalmente, esse arcabouço fornece as balizas matemáticas e conceituais necessárias para a estruturação dos instrumentos métricos e de monitoramento detalhados na sequência.

4.3 MATRIZ DE COMPETÊNCIAS AMBIENTAIS A.C.T.I.V.A®

4.3.1 Apresentação da Matriz

A construção da Matriz de Competências Ambientais A.C.T.I.V.A® constitui o terceiro resultado estruturante da presente investigação. Sua elaboração decorre da necessidade premente de traduzir os princípios conceituais da Teoria da Aprendizagem Prática e Impacto Mensurável (TAPIM) em resultados educacionais perfeitamente observáveis e auditáveis, capazes de orientar de forma unívoca o planejamento pedagógico, a implementação curricular e os processos de avaliação formativa.

A literatura contemporânea sobre educação e desenvolvimento sustentável tem enfatizado a relevância da formação baseada em competências como estratégia indispensável para superar os modelos pedagógicos tradicionais, excessivamente centrados na memorização e na transmissão

passiva de conteúdos. Sob essa ótica, a competência é compreendida como a capacidade multidimensional de mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para enfrentar situações complexas da realidade e produzir respostas socialmente relevantes. Assim, a matriz foi projetada especificamente para organizar o desenvolvimento progressivo da cidadania ecológica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, estabelecendo um percurso formativo coeso e aderente aos objetivos da metodologia.

4.3.2 Fundamentos da Matriz

A elaboração e a validação conceitual da matriz fundamentaram-se na integração sinérgica de quatro eixos referenciais primordiais. O primeiro compreende as Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com ênfase naquelas que preconizam o pensamento científico, crítico e criativo, a responsabilidade e cidadania, a argumentação estruturada, a cooperação mútua e a construção do projeto de vida discente. O segundo eixo ancora-se nos pressupostos da Educação Ambiental Crítica, comprometida com a formação de sujeitos conscientes e emancipados para a transformação da realidade socioambiental. O terceiro pilar engloba as diretrizes de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) preconizadas pela UNESCO, as quais determinam a urgência de habilidades focadas na resiliência planetária. Por fim, o quarto referencial assenta-se na própria modelagem da TAPIM, respeitando o gradiente que conecta a experiência inicial à produção final de impactos.

4.3.3 Estrutura Geral da Matriz

A Matriz de Competências Ambientais A.C.T.I.V.A® organiza-se em torno de cinco competências nucleares e interdependentes: Competência Ecológica; Competência Climática; Competência Sustentável; Competência Participativa; e Competência Transformadora. Cada uma dessas categorias corresponde a uma dimensão analítica e prática específica da formação ambiental, operando de modo integrado para assegurar a edificação gradativa da cidadania ecológica. A articulação harmônica desse conjunto configura o cerne formativo e o diferencial de entrega da metodologia.

4.3.4 Competência Ecológica

A Competência Ecológica define-se como a capacidade de compreender criticamente as dinâmicas naturais, o funcionamento sistêmico dos ecossistemas e as complexas interações existentes entre os seres vivos e o meio ambiente. Configurando o alicerce fundamental da alfabetização

ecológica, esta categoria representa o estágio de ignição para o desenvolvimento do sujeito ecológico. Seu foco pedagógico concentra-se na ampliação do repertório informacional sobre os processos biológicos fundamentais, estimulando os discentes a reconhecerem elementos naturais em sua completude, identificarem espécies locais, mapearem ciclos biogeoquímicos, observarem empiricamente os fenômenos ambientais de seu entorno e valorizarem intrinsecamente a biodiversidade. Trata-se do substrato cognitivo sobre o qual se estruturam as etapas subsequentes.

4.3.5 Competência Climática

A Competência Climática refere-se à habilidade de interpretar os fenômenos meteorológicos e atmosféricos globais, associando-os diretamente aos impactos gerados pelas forças antropogênicas. O desenvolvimento desta competência visa propiciar ao estudante o entendimento nítido sobre as dinâmicas do aquecimento planetário, a emergência de eventos climáticos extremos e as consequências socioeconômicas decorrentes das transformações ambientais globais. Sob este escopo, incentiva-se o aluno a compreender a engrenagem climática global, reconhecer as causas e os efeitos sistêmicos das mudanças do clima, interpretar as anomalias ecológicas locais, conceber soluções práticas de mitigação e adaptação, e consolidar uma sólida responsabilidade climática pessoal e coletiva, ampliando o horizonte de leitura dos desafios globais contemporâneos.

4.3.6 Competência Sustentável

A Competência Sustentável consubstancia-se como a capacidade de converter o repertório teórico e ético acumulado em práticas e hábitos cotidianos concretos de sustentabilidade. Sua finalidade última é promover a internalização de condutas compatíveis com a preservação dos limites do planeta no microssistema do estudante. Nessa esfera, os esforços pedagógicos são direcionados para o alcance de resultados tangíveis, tais como a prática do consumo consciente, a economia proativa de recursos hídricos e energéticos, a redução sistemática do desperdício de insumos, a reutilização criativa de materiais e a triagem qualificada de resíduos sólidos domésticos e escolares. Esta competência marca a transição definitiva entre o plano intelectual e a mudança atitudinal efetiva na realidade imediata.

4.3.7 Competência Participativa

A Competência Participativa envolve a capacidade técnica, social e emocional de atuar coletivamente na identificação, mediação e resolução cooperativa de problemas socioambientais territoriais. O fomento desta categoria visa fortalecer os laços de solidariedade, o diálogo democrático

e a co-construção do espaço público. Os estudantes são intencionalmente estimulados ao trabalho colaborativo em equipe, ao engajamento ativo em campanhas ecológicas institucionais, à elaboração conjunta de projetos de intervenção, à cooperação mútua com os pares e a comunidade do entorno, e à mobilização de diferentes atores sociais do ecossistema local. Esta competência expande significativamente os limites da aprendizagem, transpondo os resultados da esfera puramente individual para o plano socializador.

4.3.8 Competência Transformadora

A Competência Transformadora representa o estágio mais avançado e complexo da matriz proposta. Ela corresponde à capacidade técnica e política de liderar processos de mudança estrutural capazes de gerar melhorias socioambientais e comunitárias sustentáveis. Seu foco pedagógico e filosófico encontra-se na formação de estudantes como sujeitos históricos, autônomos, protagonistas e agentes ativos de transformação social. Entre as condutas esperadas nesta etapa culminante, destacam-se o exercício da liderança socioambiental distribuída, a formulação autoral de soluções ecológicas inovadoras, o engajamento em projetos de alto impacto territorial, a influência atitudinal positiva sobre os pares e uma atuação cidadã eticamente responsável. Esta categoria materializa o macro objetivo da metodologia: a consolidação da cidadania ecológica plena.

4.3.9 Progressão das Competências ao Longo da Escolaridade

A matriz foi intencionalmente desenhada para permitir e guiar o desenvolvimento progressivo das competências ao longo de todo o ciclo dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Embora todas as cinco dimensões estejam de algum modo presentes em todo o percurso educativo, cada ano escolar recebe uma ênfase predominante, respeitando o amadurecimento cognitivo, afetivo e social dos estudantes. Dessa forma, no primeiro ano, prioriza-se o despertar da Competência Ecológica por meio da alfabetização científica inicial. No segundo ano, a Competência Sustentável assume maior relevância prática através da mudança de hábitos cotidianos. No terceiro ano, expande-se o horizonte de leitura do mundo com o desenvolvimento da Competência Climática. No quarto ano, estimula-se a cooperação interpares com o fortalecimento da Competência Participativa. Finalmente, no quinto ano, consolida-se a Competência Transformadora por meio do protagonismo comunitário.

4.3.10 Relação entre as Competências e o Framework A.C.T.I.V.A®

A arquitetura da Matriz de Competências Ambientais encontra-se em perfeita simetria operacional com o *Framework* A.C.T.I.V.A®. Estabelece-se um nexo direto no qual a etapa Aprender

favorece precipuamente o desenvolvimento da Competência Ecológica; a fase Conectar amplia os horizontes da Competência Climática; a etapa Transformar injeta subsídios na Competência Sustentável; a fase Integrar expande as redes da Competência Participativa; e a etapa Agir promove e coroa a Competência Transformadora. Em paralelo, a etapa Validar atua transversalmente, acompanhando e auditando de forma síncrona o nível de amadurecimento de todas as competências simultaneamente. Essa articulação precisa garante total coerência entre o desenho pedagógico em sala de aula e as metas de entrega formativa esperadas.

4.3.11 Relação com a Cidadania Ecológica

Sob a ótica desta proposta, a cidadania ecológica constitui o resultado emergente da integração e sinergia das cinco competências ambientais estruturadas. A hipótese central que rege a metodologia é que o desenvolvimento gradual, contínuo e articulado dessas dimensões favorece a formação de sujeitos aptos a decodificar criticamente, participar e intervir na transformação da realidade socioespacial. Por conseguinte, a cidadania ecológica deixa de ser tratada na escola como um conceito puramente abstrato ou um ideal utópico, passando a figurar como um resultado educacional perfeitamente observável, rastreável e passível de mensuração quantitativa. Essa transição paradigmática configura uma das inovações metodológicas mais relevantes deste constructo.

4.3.12 Implicações Pedagógicas

A Matriz de Competências Ambientais A.C.T.I.V.A® oferece contribuições práticas de alto valor para o cotidiano escolar. Sua aplicação estende-se como um vetor de orientação curricular e de definição precisa de objetivos de aprendizagem por etapa. Além disso, ela serve de insumo básico para o planejamento das missões pedagógicas da EcoAventura360º®, para o desenho técnico dos instrumentos avaliativos, para o monitoramento longitudinal do desenvolvimento estudantil e para a consequente mensuração do índice de cidadania ecológica das turmas. Essas múltiplas aplicações pragmáticas ampliam de forma significativa a viabilidade operacional e a utilidade institucional da metodologia em redes de ensino.

4.3.13 Contribuições Científicas da Matriz

A principal contribuição teórica e empírica da matriz reside na sistematização de um modelo proprietário de competências ambientais customizado especificamente para as particularidades psicopedagógicas dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Distanciando-se de abordagens genéricas ou meramente corporativas de sustentabilidade, a proposta diferencia-se ao organizar competências

que são claramente definidas, cumulativas, progressivas e intrinsicamente amarradas aos processos de avaliação e monitoramento estatístico. Essa especificidade robustece a relevância científica do modelo e atesta seu elevado potencial de replicação em diferentes contextos educacionais e culturais.

4.3.14 Síntese dos Resultados da Matriz

A consolidação da Matriz de Competências Ambientais A.C.T.I.V.A® configura-se como um pilar essencial e insubstituível na engenharia da metodologia proposta. Sua estrutura traduz os anseios conceituais da EA Crítica em cinco competências tangíveis, fornecendo a base necessária para o desenvolvimento curricular e para a mensuração da cidadania ecológica. Com isso, a matriz amarra definitivamente a TAPIM e o *Framework* A.C.T.I.V.A® aos instrumentos analíticos de monitoramento e aos dados estatísticos simulados que serão detalhados e discutidos na seção subsequente.

4.3.15 Transição para o Próximo Resultado

A partir da delimitação conceitual e taxonômica das competências ambientais, emergiu a necessidade operacional de estabelecer mecanismos práticos capazes de integrá-las organicamente ao currículo escolar formal da Educação Básica. Como resposta a essa demanda de engenharia pedagógica, desenvolveu-se a Matriz BNCC Expandida A.C.T.I.V.A Ambiental®, apresentada na seção subsequente. Este dispositivo curricular tem por escopo precípuo operacionalizar a articulação simbiótica entre as rotinas da metodologia, os direitos de aprendizagem expressos na Base Nacional Comum Curricular e as metas globais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

4.4 MATRIZ BNCC EXPANDIDA A.C.T.I.V.A AMBIENTAL®

4.4.1 Apresentação da Matriz Curricular

A Matriz BNCC Expandida A.C.T.I.V.A Ambiental® configura-se como o quarto resultado estruturante desta investigação científica. O instrumento foi projetado com a finalidade de promover a integração sistemática e amarrada entre o percurso metodológico autoral, as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as metas globais estabelecidas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Sua concepção teórica e prática decorre da urgência em mitigar uma das fragilidades mais crônicas apontadas pela literatura nos programas escolares de EA: a dissociação crassa entre as ações ambientais eletivas e o currículo formal obrigatório. Embora a BNCC reconheça formalmente a sustentabilidade e a responsabilidade socioambiental como eixos indissociáveis da formação integral, a maioria das instituições de ensino ainda carece de ferramentas para converter tais orientações em um

planejamento interdisciplinar, sistemático e auditável. Sob esse panorama, a Matriz BNCC Expandida foi estruturada como um mapa curricular unificado, capaz de amarrar competências ecológicas, habilidades normativas da BNCC, sequências didáticas e indicadores estatísticos de impacto em um mesmo plano de trabalho.

4.4.2 Fundamentos da Matriz

A engenharia e a arquitetura desta matriz curricular foram coordenadas sob a égide de três vetores epistemológicos fundamentais. O primeiro pilar baseia-se na transversalidade da EA, assumindo-se o pressuposto legal e pedagógico de que os conflitos socioambientais perpassam os diferentes componentes curriculares e áreas do saber, rejeitando-se sua redução a conteúdos isolados ou disciplinas estanques. O segundo princípio assenta-se na interdisciplinaridade, compreendida como a postura metodológica mandatória para a abordagem de fenômenos hiper complexos que exigem o cruzamento simultâneo de dimensões biológicas, geográficas, econômicas, políticas e culturais. O terceiro e último vetor reside na aprendizagem significativa, a qual postula que o engajamento cognitivo discente expande-se substancialmente na medida em que os objetos de conhecimento escolares são ancorados nos desafios reais de seu território e de sua época histórica. [1]

4.4.3 Objetivos da Matriz BNCC Expandida

Em termos funcionais e teleológicos, a Matriz BNCC Expandida A.C.T.I.V.A Ambiental® desdobra-se em metas bem definidas, atuando de maneira simultânea e integrada como um instrumento curricular, pedagógico e avaliativo. Seus objetivos basilares consistem em integrar a EA de forma definitiva ao esqueleto curricular escolar; alinhar as cinco competências ambientais da proposta às habilidades cognitivas obrigatórias da BNCC; simplificar e conferir previsibilidade ao planejamento docente semanal; orientar a roteirização pedagógica das missões lúdicas da EcoAventura360º®; robustecer as pontes interdisciplinares entre as áreas do conhecimento; injetar subsídios técnicos nos processos de avaliação formativa por evidências; e, por fim, viabilizar a formação prática da cidadania ecológica nas redes de ensino.

4.4.4 Articulação com as Competências Gerais da BNCC

A análise documental e comparativa empreendida revelou uma convergência matemática e filosófica entre as Competências Gerais da Educação Básica e os alvos formativos da metodologia proposta. Evidenciou-se que a Competência Geral 1 (Conhecimento) opera em perfeita consonância com o florescimento da Competência Ecológica. Em paralelo, a Competência Geral 2 (Pensamento

Científico, Crítico e Criativo) confere o instrumental investigativo necessário para a decodificação dos fenômenos climáticos locais.

Ademais, a Competência Geral 4 (Comunicação) potencializa as ações de engajamento em campanhas socioambientais, enquanto a Competência Geral 7 (Argumentação) oferece a base dialética para o debate qualificado de dilemas ecológicos. Por fim, a Competência Geral 9 (Empatia e Cooperação) encontra correspondência direta com a Competência Participativa, culminando na Competência Geral 10 (Responsabilidade e Cidadania), que se estabelece como a própria pedra angular da cidadania ecológica almejada por este constructo metodológico.

4.4.5 Organização Curricular por Ano Escolar

A arquitetura da Matriz BNCC Expandida foi estruturada respeitando rigorosamente o gradiente de progressão das competências ambientais ao longo do ciclo dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Cada etapa escolar foi dotada de objetivos formativos específicos, perfeitamente calibrados em relação às características do desenvolvimento cognitivo e psicossocial infantil, bem como às habilidades mandatórias previstas na BNCC. Essa distribuição estratégica visa assegurar uma coerência de engenharia entre a malha curricular, a execução metodológica em sala de aula e os critérios de avaliação formativa.

4.4.6 Primeiro Ano: Descoberta do Ambiente

No primeiro ano do Ensino Fundamental, a primazia pedagógica recai sobre a Competência Ecológica. O foco investigativo concentra-se na observação orientada da natureza, no reconhecimento sensorial e taxonômico dos elementos ambientais e na formulação das primeiras noções conceituais vinculadas à biodiversidade local e ao manejo dos recursos naturais. As sequências didáticas priorizam experiências físicas concretas, a exploração do ecossistema escolar e o contato direto com os fenômenos biológicos do entorno. Nessa fase inicial, as sementes da cidadania ecológica são introduzidas mediante dinâmicas de descoberta, encantamento e valorização do meio biótico.

4.4.7 Segundo Ano: Hábitos Sustentáveis

No segundo ano, o desenvolvimento da Competência Sustentável assume o caráter predominante na rotina escolar. Os discentes passam a explorar ativamente eixos temáticos vinculados ao consumo consciente, à economia circular, à triagem seletiva de resíduos e ao uso responsável e parcimonioso dos recursos naturais finitos. A metodologia estimula a incorporação voluntária de condutas ecológicas por meio de oficinas práticas, missões pedagógicas familiares e desafios

ambientais gamificados no espaço doméstico. Esta etapa sinaliza a passagem crítica entre a mera decodificação dos problemas ambientais e a adoção de atitudes práticas na realidade imediata.

4.4.8 Terceiro Ano: Consciência Climática

No terceiro ano, a Competência Climática assume a centralidade do percurso formativo. Os estudantes aprofundam seu repertório conceitual acerca da dinâmica do clima, dos fenômenos meteorológicos e atmosféricos, do aquecimento planetário e dos impactos gerados pelas anomalias ambientais nas atividades humanas. As atividades de sala de aula e de campo passam a emular o método científico, favorecendo a investigação empírica e a análise de causa e efeito entre os padrões de produção civilizatórios e as mutações nos ecossistemas globais. O período atua expandindo a leitura de mundo do discente, fortalecendo sua responsabilidade climática intergeracional.

4.4.9 Quarto Ano: Participação e Mobilização

No quarto ano, a matriz enfatiza de forma contundente o amadurecimento da Competência Participativa. Os estudantes são intencionalmente desafiados a atuar de forma coletiva e coordenada no planejamento de campanhas de conscientização, na gestão de projetos escolares e em iniciativas ecológicas comunitárias. O processo de ensino-aprendizagem passa a incorporar, de forma sistemática, noções de cooperação mútua, liderança distribuída, escuta empática e participação democrática na esfera micro pública. Como entrega formativa, robustece-se o tecido conectivo que une organicamente a escola, a família e a comunidade do entorno.

4.4.10 Quinto Ano: Liderança e Transformação

No quinto ano, coroa-se o ciclo formativo com a consolidação da Competência Transformadora. Os discentes são conduzidos a assumir o protagonismo absoluto na elaboração, execução e defesa de projetos socioambientais de intervenção prática. O desenho metodológico fomenta o exercício da liderança comunitária, a autonomia intelectual, a capacidade de resolução de problemas complexos e a intervenção social direta no território. Nesse estágio culminante, a cidadania ecológica descola-se dos manuais escolares e manifesta-se plenamente por meio da atuação pragmática dos estudantes como agentes políticos e transformadores da realidade socioespacial.

4.4.11 Articulação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Para além do alinhamento normativo nacional, a Matriz BNCC Expandida estabelece nexos diretos com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) instituídos pela Agenda 2030 da

Organização das Nações Unidas. Evidencia-se uma ancoragem técnica e intencional nos seguintes alvos globais: ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), ODS 15 (Vida Terrestre) e ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação). Essa costura conceitual confere à metodologia uma densidade analítica alinhada às melhores práticas internacionais de resiliência e sustentabilidade educacional.

4.4.12 Contribuições Pedagógicas

A Matriz BNCC Expandida oferece contribuições para o planejamento e para a gestão escolar. Destacam-se, nesse escopo, o alinhamento curricular estruturado; a integração orgânica entre as diferentes áreas do conhecimento; o suporte técnico ao planejamento docente semanal; a organização das missões lúdicas da EcoAventura360º®; a definição precisa de objetivos de aprendizagem por etapa formativa; e a orientação dos processos avaliativos. Tais elementos convergem para favorecer a efetiva institucionalização e perenidade da EA no esqueleto curricular da instituição de ensino.

4.4.13 Contribuições Científicas da Matriz Curricular

Sob a ótica científica, a principal entrega da matriz reside na engenharia de um mecanismo de integração curricular que articula, de forma síncrona e simultânea, as cinco competências ambientais propostas, as competências gerais da BNCC, as habilidades cognitivas específicas por ano escolar, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os indicadores institucionais de impacto e os processos de avaliação formativa. Essa arquitetura integrada amplia a consistência metodológica da proposta autoral e robustece significativamente seu potencial de replicação e adaptabilidade em diferentes matrizes educacionais e socioculturais.

4.4.14 Relação com o Sistema de Avaliação

A Matriz BNCC Expandida também desempenha papel estratégico nos processos de monitoramento e avaliação do constructo. As competências e habilidades nela mapeadas constituem o insumo e o parâmetro referencial para a calibração da Escala A.C.T.I.V.A Ambiental®, das avaliações diagnósticas, formativas e finais, bem como para a composição do Índice EcoAventura360º® (IEA). Por consequência, o plano curricular deixa de figurar apenas como um repositório passivo de conteúdos teóricos e passa a atuar como elemento estruturante e dinâmico do sistema de avaliação por evidências da metodologia.

4.4.15 Síntese dos Resultados da Integração Curricular

A consolidação da Matriz BNCC Expandida A.C.T.I.V.A Ambiental® sinaliza um avanço na integração entre as práticas de EA, a malha curricular obrigatória e a avaliação baseada em evidências. Sua estrutura funcional viabiliza que as competências ecológicas sejam impulsionadas de forma progressiva, cumulativa e estritamente alinhada às exigências normativas federais, fortalecendo a formação da cidadania ecológica enquanto ampara a posterior mensuração estatística dos resultados educacionais.

4.4.16 Transição para o Próximo Resultado

A integração curricular levada a cabo pela modelagem exigiu, por conseguinte, o desenvolvimento de instrumentos matemáticos e métricos capazes de aferir, de forma fidedigna, o gradiente de maturação das competências ambientais e o nível de consolidação da cidadania ecológica. Esse fluxo analítico estende-se para a etapa quantitativa instrumental detalhada a seguir.

4.5 AMOSTRAGEM PILOTO SIMULADA DOS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

4.5.1 Finalidade da Simulação Instrumental

A amostragem piloto simulada foi projetada com o escopo de demonstrar o potencial operacional do Questionário Diagnóstico Ambiental e dos demais dispositivos métricos da Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental® no que tange à geração de dados pedagógicos, à consolidação de indicadores institucionais e ao estabelecimento de análises comparativas longitudinais. A base analítica estruturada contempla um universo de 620 registros sintéticos, distribuídos equitativamente entre quatro macro-eixos temáticos: resíduos sólidos, água, clima e sustentabilidade.

Ressalta-se que a referida etapa possui natureza estritamente demonstrativa, instrumental e de simulação conceitual. Portanto, não corresponde a uma intervenção de campo realizada em uma comunidade escolar real, não envolveu a participação de seres humanos e não visa produzir evidências empíricas de eficácia pedagógica. Seu propósito exclusivo é auditar se a arquitetura de avaliação algorítmica possui a capacidade técnica de decodificar respostas categóricas em informações gerenciais úteis à etapa Validar e, a partir destas, subsidiar as tomadas de decisões pedagógicas vinculadas à subsequente etapa Agir.

4.5.2 Procedimentos de Pontuação e Análise Estatística

As alternativas de frequência e percepção capturadas pelos questionários foram convertidas em pontuações percentuais brutas, viabilizando o cruzamento estatístico e a comparação entre os dois

momentos avaliativos (pré e pós-teste). Para cada um dos quatro eixos analíticos, calcularam-se a média percentual inicial, a média percentual final, a evolução absoluta em pontos percentuais e a variação relativa percentual. Adicionalmente, examinaram-se a taxa de participação familiar estimada e a proporção líquida de registros que atingiram pontuação de excelência, estipulada como igual ou superior a 80%.

A média geral do sistema foi obtida por meio do cálculo da média aritmética simples das notas computadas nos quatro eixos temáticos. O processamento estatístico dos valores brutos constantes no relatório simulado resultou em uma linha de base inicial de 64,8%, uma média final consolidada de 84,5% e uma evolução líquida de 19,7 pontos percentuais. Registra-se que a sutil divergência frente ao índice final de 84,4% anotado no documento técnico original decorre tão somente do critério de arredondamento matemático aplicado individualmente em cada eixo.

4.5.3 Síntese dos Resultados Simulados

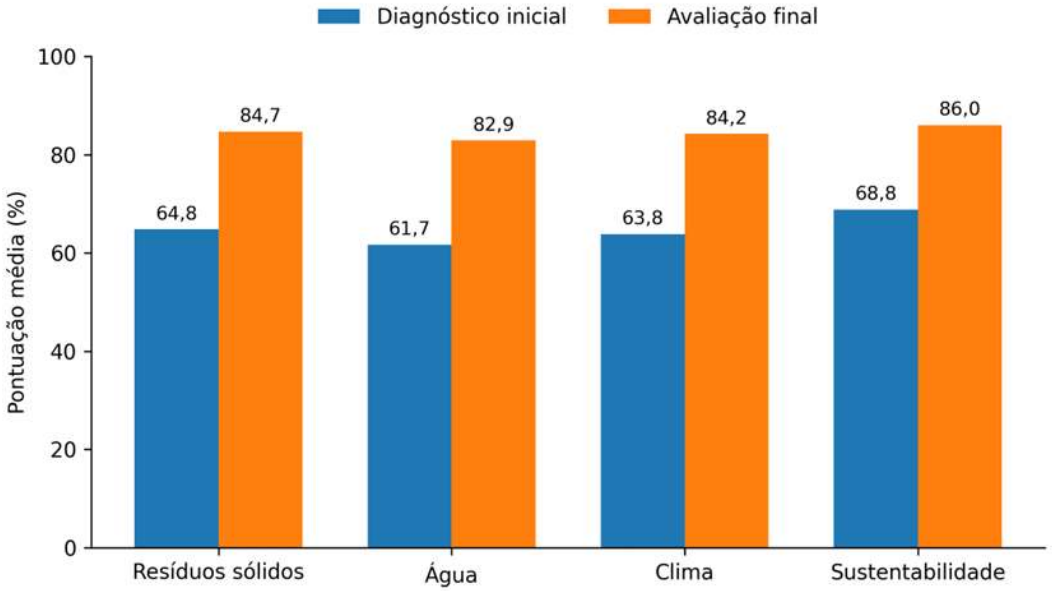
A análise comparativa dos dados demonstra que todos os eixos temáticos registraram incremento positivo entre o diagnóstico inicial (linha de base) e a avaliação final. A maior evolução absoluta concentrou-se no eixo Água, com um avanço de 21,2 pontos percentuais, ao passo que o macro-eixo Sustentabilidade consolidou a maior pontuação final absoluta do sistema, atingindo a marca de 86,0%. A Tabela 1 sintetiza o comportamento dessas variáveis matemáticas e suas respectivas taxas de crescimento.

Tabela 1. Resultados simulados por eixo temático

Eixo temático	Inicial (%)	Final (%)	Evolução (p.p.)	Variação relativa (%)
Resíduos sólidos	64,8	84,7	19,9	30,7
Água	61,7	82,9	21,2	34,4
Clima	63,8	84,2	20,4	32,0
Sustentabilidade	68,8	86,0	17,2	25,0
Média geral	64,8	84,5	19,7	30,4

Fonte: elaboração própria com base no relatório de amostragem simulada do EcoAventura360º (2026).

Gráfico 1. Comparação entre diagnóstico inicial e avaliação final por eixo



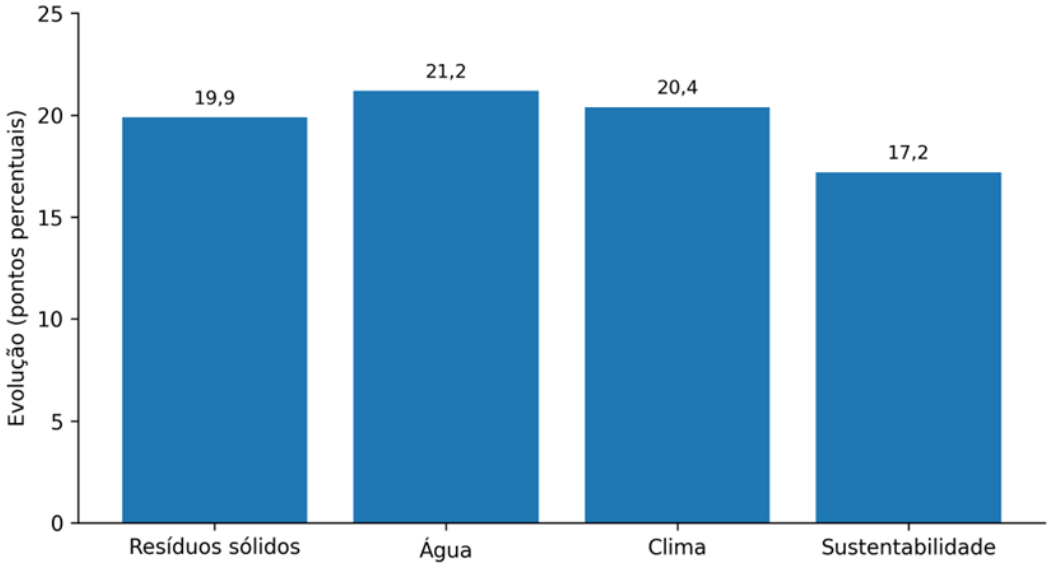
Fonte: elaboração própria com dados simulados do EcoAventura360º (2026).

4.5.4 Interpretação pedagógica

O eixo Água apresentou o maior crescimento absoluto e a maior variação relativa. Em uma aplicação real, esse padrão poderia indicar que missões relacionadas à economia e ao uso consciente da água favorecem respostas comportamentais rapidamente observáveis no cotidiano. Como os registros são sintéticos, essa interpretação deve ser entendida apenas como hipótese pedagógica a ser testada.

Sustentabilidade alcançou a maior média final. O resultado simulado sugere que práticas gerais — como redução de descartáveis, cuidado com plantas, reaproveitamento de materiais e mobilização da família — podem ser reunidas em indicadores capazes de representar a consolidação de hábitos. A leitura separada por eixo preserva informações que poderiam ser ocultadas por um índice único.

Gráfico 2. Evolução simulada em pontos percentuais por eixo



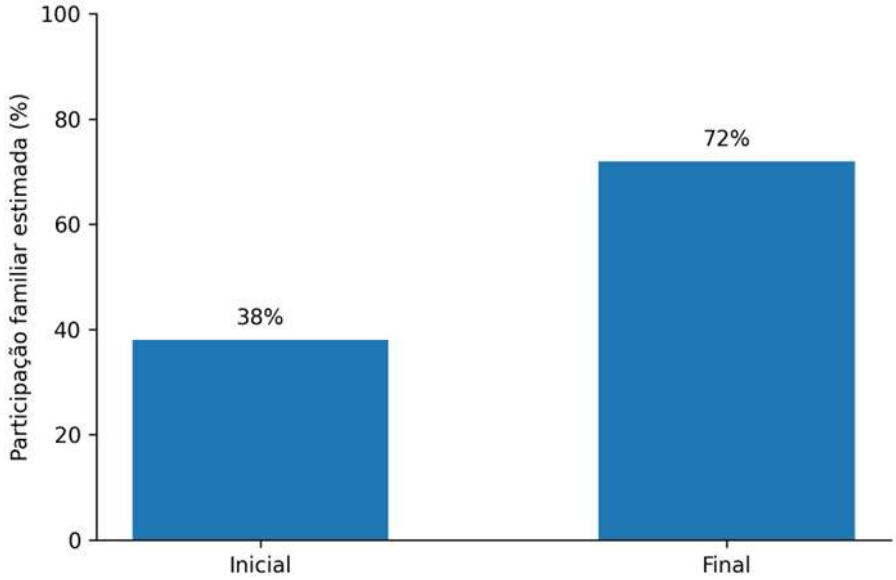
Fonte: elaboração própria com dados simulados do EcoAventura360º (2026).

4.5.5 Participação familiar e engajamento

A taxa de participação familiar estimada pelo sistema analítico avançou de 38% na linha de base para 72% ao término do ciclo, consolidando uma evolução absoluta de 34 pontos percentuais. Esse indicador materializa a operacionalidade da dimensão Integrar do *Framework* A.C.T.I.V.A®. Sob essa perspectiva, o ganho cognitivo obtido em sala de aula é estendido e validado no ambiente doméstico por meio do cumprimento de missões ecológicas domiciliares e de práticas comunitárias, estreitando os laços de corresponsabilidade entre a instituição de ensino e o núcleo familiar.

No que tange ao nível de engajamento discente global, o processamento de dados mapeou 490 registros sintéticos que atingiram pontuação final igual ou superior a 80%. Esse contingente representa 79,0% do universo amostral de 620 registros simulados. Em contextos reais de aplicação em redes de ensino, esse indicador de excelência possui relevância estratégica, visto que pode ser desagregado por turma, ano escolar, eixo temático ou nível socioeconômico. Essa flexibilidade analítica faculta aos gestores e docentes a identificação preditiva de subgrupos vulneráveis ou com baixo engajamento, subsidiando intervenções pedagógicas customizadas de busca ativa e apoio complementar.

Gráfico 3. Participação familiar estimada no início e ao final da simulação



Fonte: elaboração própria com dados simulados do EcoAventura360º (2026).

4.5.6 Articulação com a TAPIM e o Framework A.C.T.I.V.A®

A simulação instrumental reproduz, em termos operacionais, o comportamento da cadeia progressiva postulada pela TAPIM. Sob essa lógica analítica, as experiências e missões geram respostas que mapeiam o ganho de conhecimento, atitude e comportamento; os dispositivos métricos convertem essas reações em evidências auditáveis; e os indicadores estatísticos resultantes apoiam as decisões pedagógicas e as novas ações comunitárias. Desse modo, a etapa Validar afasta-se de uma mera verificação burocrática final, constituindo-se como um mecanismo contínuo de retroalimentação e autorregulação do processo educativo.

A leitura integrada desses achados reforça a complementaridade funcional existente entre as fases do *framework*: as etapas Aprender e Conectar fornecem os subsídios cognitivos e contextuais necessários; a fase Transformar foca na modificação de hábitos observáveis; a etapa Integrar expande o raio de ação para abranger o engajamento familiar; a fase Validar organiza as evidências quantitativas; e a etapa Agir instrumentaliza esses resultados para estruturar novas intervenções no território.

4.5.7 Contribuições Técnicas da Simulação

A principal entrega da amostragem simulada consiste em atestar a viabilidade analítica preliminar do modelo de mensuração proposto. O fluxo desenhado permite estabelecer uma linha de base fidedigna, comparar momentos temporais distintos, identificar o gradiente de progresso por eixo temático, monitorar a taxa de participação familiar e gerar painéis sintéticos de comunicação

institucional. Tais recursos gerenciais revelam-se capazes de subsidiar o planejamento docente, o monitoramento de programas educacionais em nível municipal, as devolutivas pedagógicas às comunidades escolares e a prestação de contas institucional orientada por resultados.

Adicionalmente, a testagem estatística evidenciou pontos de ajuste mandatórios antes da futura aplicação empírica de campo. Entre as melhorias identificadas, destacam-se a necessidade de padronização estrita das regras de imputação de pontuação, a definição de protocolos claros para o tratamento de dados omitidos ou ausentes, a calibração precisa das faixas de desempenho, a consistência dos critérios de arredondamento matemático e a vinculação unívoca de cada item do questionário às competências ambientais do modelo e às habilidades da BNCC.

4.5.8 Limitações Metodológicas do Universo Sintético

Os resultados decorrentes desta etapa possuem limitações que devem ser pontuadas. Por se tratar de registros sintéticos e gerados por algoritmos, os índices não retratam respostas observadas de sujeitos reais (estudantes, famílias ou docentes). Não foram empregados métodos de amostragem probabilística, grupos de comparação ou controle de variáveis contextuais intervenientes, assim como omitiram-se análises de perdas amostrais, testes de significância estatística ou estimativas do tamanho do efeito (*effect size*). A natureza simulada impede, outrossim, a aferição da confiabilidade psicométrica, da validade de conteúdo, da validade de construto, da invariância de medida entre anos escolares e da sensibilidade real dos instrumentos face às mudanças culturais cotidianas.

Por conseguinte, as taxas e percentuais expostos não admitem generalização estatística para redes de ensino e tampouco servem como evidência empírica de eficácia pedagógica da Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental®. Sua função no escopo desta pesquisa limita-se a demonstrar a viabilidade da arquitetura analítica do sistema, diagnosticar gargalos de processamento e nortear os parâmetros das próximas etapas de validação de campo.

4.5.9 Agenda de Validação Empírica Futura

A etapa subsequente desta linha de pesquisa consistirá na execução de um estudo-piloto real em ambiente escolar, estruturado preferencialmente sob um delineamento experimental ou quase-experimental de pré e pós-teste, com aplicação pareada de instrumentos e duração compatível com o ciclo pedagógico clássico, variando de quatro a oito semanas. O protocolo ético e metodológico deverá definir com rigor os critérios de inclusão e exclusão, as rotinas para tratamento de dados incompletos, a capacitação técnica dos aplicadores, a obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(TCLE) com os responsáveis, o Termo de Assentimento com as crianças, o sigilo das informações e os trâmites normativos de proteção de dados (LGPD).

Recomenda-se, para os próximos passos, submeter os questionários à avaliação de validade de conteúdo por comitê de especialistas, auditar a inteligibilidade dos itens junto ao público-alvo infantil, mensurar a consistência interna das dimensões, e testar sua estabilidade temporal e sensibilidade a mudanças. Sempre que estatisticamente viável, as modelagens futuras deverão reportar intervalos de confiança, tamanhos de efeito e desagregação analítica por ano escolar. Replicações em cenários socioeconômicos e geográficos distintos serão imperativas para examinar a robustez dos indicadores, calibrar a Escala A.C.T.I.V.A Ambiental® e consolidar o Índice EcoAventura360º®.

4.5.10 Síntese dos Resultados da Simulação

A amostragem piloto simulada comprovou que os instrumentos métricos projetados operam integrados em um fluxo lógico e coerente de diagnóstico, monitoramento e comunicação gerencial. O modelo gerou indicadores gerais consistentes, análises comparativas por eixos temáticos, estimativas de engajamento familiar e estratificação de faixas de desempenho discente. Embora desprovida de validação de campo, a dinâmica cumpre uma função preparatória relevante ao converter as premissas conceituais da TAPIM em rotinas analíticas tangíveis e prontas para serem testadas e validadas no cotidiano de comunidades escolares reais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo cumpriu integralmente o objetivo proposto de desenvolver uma arquitetura educacional estruturada para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, capaz de articular, de forma unificada, a aprendizagem prática, a formação de competências, a participação social e a mensuração de resultados. A investigação culminou na edificação da Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental®, constructo sustentado heuristicamente pela Teoria da Aprendizagem Prática e Impacto Mensurável (TAPIM), pelo *Framework* A.C.T.I.V.A®, pela Matriz de Competências Ambientais, pela Matriz BNCC Expandida e por um sistema integrado de instrumentos e indicadores métricos destinados ao monitoramento longitudinal da cidadania ecológica.

A principal contribuição teórica desta pesquisa reside na formulação e modelagem da cadeia progressiva que conecta linearmente a experiência, o conhecimento, a competência, a atitude, o comportamento, a participação social e o impacto ecológico. Essa engenharia conceitual busca superar de forma definitiva as abordagens escolares tradicionais, historicamente restritas à transmissão passiva de conteúdos ou à execução de ações meramente pontuais. Propõe-se, em contrapartida, que a

efetividade da Educação Ambiental (EA) seja analisada e validada em função dos resultados educacionais, comportamentais, familiares e comunitários efetivamente gerados ao longo do percurso formativo discente.

No plano metodológico e operacional, o *Framework* A.C.T.I.V.A® oferece uma sequência didática integrada e flexível, desdobrada nas etapas Aprender, Conectar, Transformar, Integrar, Validar e Agir. Enquanto a Matriz de Competências delimita com clareza as metas formativas esperadas por faixa etária, a Matriz BNCC Expandida amarra esses alvos ao currículo formal obrigatório e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. Complementarmente, os dispositivos diagnósticos, formativos e finais viabilizam o estabelecimento de linhas de base estatísticas, permitindo o acompanhamento preditivo da progressão dos estudantes e fornecendo subsídios técnicos para a calibração de intervenções pedagógicas em tempo real.

A simulação instrumental operada a partir de 620 registros sintéticos validou em caráter preliminar a modelagem analítica do sistema, demonstrando a viabilidade técnica de converter respostas categóricas qualitativas em indicadores estatísticos perfeitamente comparáveis. O processamento dos dados simulados registrou um avanço na média geral de 64,8% para 84,5%, associado a um incremento na participação familiar de 38% para 72% e a um índice de 79,0% de registros na faixa de excelência (pontuação igual ou superior a 80%). Conforme amplamente ressalvado, tais índices possuem natureza meramente demonstrativa e não configuram prova empírica de eficácia pedagógica, contudo, atestam que a arquitetura algorítmica de mensuração encontra-se operacionalizada e apta a ser submetida a testes de campo subsequentes.

Entre as limitações inerentes a este estágio da pesquisa, destacam-se a natureza predominantemente conceitual e metodológica do constructo, a ausência de validação empírica junto a sujeitos humanos reais (estudantes, docentes e núcleos familiares), a inexistência de análises psicométricas definitivas de validade de construto e confiabilidade das escalas, e a consequente impossibilidade de estabelecer relações causais ou inferências ecológicas generalizáveis. Adicionalmente, faz-se imperativo verificar, em etapas futuras, a inteligibilidade e a adaptabilidade dos instrumentos face às assimetrias socioeconômicas, realidades territoriais e condições materiais de implementação das diferentes redes de ensino brasileiras.

Como agenda de pesquisa e desdobramentos futuros, recomenda-se submeter os questionários à validação de conteúdo por comitê de juízes especialistas, realizar o pré-teste cognitivo dos itens junto ao público-alvo infantil e executar um estudo-piloto quase-experimental em contexto escolar real, com aplicação pareada de pré e pós-teste. Sugere-se, ainda, mensurar a consistência interna das dimensões, avaliar a perenidade dos comportamentos ecológicos ao longo do tempo e mapear as correlações entre

a formação continuada docente e os índices obtidos pelas turmas. Por fim, faz-se necessário auditar a capacidade do Índice EcoAventura360º® de sintetizar as informações institucionais sem ocultar assimetrias relevantes entre as suas dimensões analíticas.

Conclui-se que a Metodologia A.C.T.I.V.A Ambiental® apresenta robusta consistência interna e elevado potencial para contribuir com a institucionalização de uma práxis ambiental contínua, interdisciplinar e estritamente orientada por evidências. Seu valor científico definitivo dependerá do cumprimento rigoroso das etapas subsequentes de validação empírica. Ao amalgamar e coadunar de forma indissociável o ganho cognitivo, o engajamento comunitário e a avaliação de impacto, o modelo estabelece uma base promissora para a formação de sujeitos ecológicos aptos a decodificar criticamente os desafios socioambientais contemporâneos, ressignificar hábitos diários, atuar cooperativamente e protagonizar a construção de sociedades resilientes e sustentáveis

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 14 jul. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 18 jun. 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf. Acesso em: 14 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 14 jul. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 14 jul. 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Educação. **Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA**. 5. ed. Brasília, DF: MMA/MEC, 2018. Disponível em: https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/programa-nacional-de-educacao-ambiental-pronea-5a-edicao/. Acesso em: 14 jul. 2026.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental**: a formação do sujeito ecológico. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

DETERDING, Sebastian; DIXON, Dan; KHALED, Rilla; NACKE, Lennart. From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In: INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE, 15., 2011, Tampere. **Proceedings [...]**. New York: ACM, 2011. p. 9-15. Disponível em: https://doi.org/10.1145/2181037.2181040. Acesso em: 14 jul. 2026.

ECOAVENTURA360º. **Relatório de amostragem do projeto piloto EcoAventura360º – Missão Planeta Vivo**: simulação de respostas do Questionário Diagnóstico Ambiental em escola simulada com 620 alunos. Documento técnico não publicado, 2026.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GUIMARÃES, Mauro. Educação ambiental crítica. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 25-34.

KELLER, John M. **Motivational design for learning and performance**: the ARCS model approach. New York: Springer, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3. Acesso em: 14 jul. 2026.

KOLB, David A. **Experiential learning**: experience as the source of learning and development. 2. ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2015.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

OECD; EUROPEAN UNION; JOINT RESEARCH CENTRE. **Handbook on constructing composite indicators**: methodology and user guide. Paris: OECD Publishing, 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1787/9789264043466-en. Acesso em: 14 jul. 2026.

PASQUALI, Luiz *et al*. **Instrumentação psicológica**: fundamentos e práticas. Porto Alegre: Artmed, 2010.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações. Campinas, SP: Autores Associados, 2021.

SORRENTINO, Marcos; TRAJBER, Rachel; MENDONÇA, Patrícia; FERRARO JÚNIOR, Luiz Antonio. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 285-299, maio/ago. 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000200010. Acesso em: 14 jul. 2026.

UNESCO. **Education for sustainable development**: a roadmap. Paris: UNESCO, 2020. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802. Acesso em: 14 jul. 2026.

UNITED NATIONS. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/2030agenda. Acesso em: 14 jul. 2026.

W. K. KELLOGG FOUNDATION. **Logic model development guide**. Battle Creek: W. K. Kellogg Foundation, 2004. Disponível em: https://www.wkkf.org/resource-directory/resources/2004/01/logic-model-development-guide. Acesso em: 14 jul. 2026.