

Manna Quantum Festival no Interior Alagoano: uma experiência extensionista em Computação Quântica e Educação 5.0

**Vinícios Rafael Soares dos Santos Carlos¹, Marina Mitsue Cardoso Dias²,
José Bruno da Silva Santos³, Renata Imaculada Soares Pereira⁴,
Linnyer Beatrys Ruiz Aylon⁵**

¹Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Caixa Postal 31.270-901 – Belo Horizonte – MG – Brazil

²Faculdade de Engenharia de São João – Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita
Filho (UNESP)
Caixa Postal 13876-150 – São João da Boa Vista – SP – Brazil

³Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

⁴Instituto Federal de Alagoas – *Campus* Arapiraca (IFAL)
Caixa Postal 57.317-291 – Arapiraca – AL – Brazil

⁵Universidade Estadual de Maringá – *Campus* Sede (UEM)
Caixa Postal 87.020-900 – Maringá – PR – Brazil

vrsscl@eng-ele.grad.ufmg.br, mitsue.cardoso@unesp.br,
josebruno.santos@inf.ufrgs.br, renata.pereira@ifal.edu.br,
proj-manna@uem.br

Abstract. *In 2025, public school students from Alagoas experienced Quantum Computing at the Manna Quantum Festival, a CNPq-approved project celebrating the International Year of Quantum Sciences and Technologies. This article reports on the IFAL Arapiraca extension project that introduced quantum concepts using Manna KDTs for children aged 11-17. Aligned with Education 5.0, the bootcamps offered playful activities on interference, superposition, and probability. Results show children assimilated scientific vocabulary and developed socio-emotional skills, highlighting extension's potential to democratize frontier technologies and bridge universities with basic education schools.*

Keywords *Education 5.0. Quantum Computing. Active Methodologies. University Extension.*

Resumo. *Em 2025, estudantes alagoanos vivenciaram Computação Quântica no Manna Quantum Festival, projeto do CNPq. Este artigo relata a extensão do IFAL Arapiraca que introduziu conceitos quânticos com os Manna KDTs para crianças de 11 à 17 anos. Alinhado à Educação 5.0, o projeto ofereceu atividades lúdicas sobre interferência, superposição e probabilidade. Os resultados indicam assimilação de vocabulário científico e desenvolvimento socioemocional, evidenciando o potencial da extensão para democratizar tecnologias de fronteira e aproximar universidade e escola básica.*

Palavras-Chave *Educação 5.0. Computação Quântica. Metodologias Ativas. Extensão Universitária.*

1. Introdução

O Manna Quantum Festival foi organizado por meio de conjunto de ações e atividades executadas no formato de *bootcamps* em 23 estados das cinco regiões geográficas do Brasil, contribuindo significativamente para o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação do país. O Instituto Federal de Alagoas (IFAL) com o projeto de extensão denominado “Manna Quantum no Interior Alagoano” foi uma das 100 instituições participantes do Manna Team para organizar e executar os *bootcamps* para crianças entre 11 e 17 anos de escolas públicas da região de Arapiraca/AL usando a Metodologia Manna e seus kits que despertam a curiosidade e apoiam a construção do conhecimento.

A Computação Quântica é uma tecnologia exponencial, um tema atual, atrativo e com potencial para despertar o interesse de estudantes da educação básica para a inovação tecnológica, o empreendedorismo disruptivo e o protagonismo rumo ao desenvolvimento de *soft skills*, o que é esperado quando se trata da Educação 5.0.

No atual cenário educacional brasileiro, observam-se profundas transformações voltadas ao atendimento das crescentes demandas tecnológicas e sociais, impulsionando debates e práticas que vêm se consolidando sob a perspectiva da Educação 5.0. Conforme Guimarães *et al.* (2023), a evolução dos modelos educacionais demanda a superação da metodologia tradicional, avançando para uma abordagem que requer o letramento digital articulado, de forma intrínseca, ao desenvolvimento de competências socioemocionais.

Diante desse cenário, o ensino personalizado e o desenvolvimento humano tornam-se elementos centrais no processo educativo. De acordo com Madrigar, Calvo e Aylon (2024), a aplicação prática da Educação 5.0 evidencia o uso de metodologias adaptativas, fundamentadas nos estilos de aprendizagem e nas competências do século XXI, promovendo maior engajamento dos estudantes e facilitando a assimilação de conceitos tecnológicos complexos. Para que essa transformação se concretize, é imprescindível romper com a concepção de educação bancária. Como adverte Freire (1996, p. 22), em *Pedagogia da Autonomia*, ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Essa perspectiva freireana exige rigorosidade metódica e o reconhecimento do educando como sujeito ativo do processo de aprendizagem, compreendendo-o como protagonista na construção do próprio conhecimento [Freire 1996].

A operacionalização desse protagonismo estudantil, especialmente nas áreas de Ciência e Tecnologia, encontra forte alicerce nas metodologias ativas. Em uma revisão sistemática sobre o tema, Hartwig *et al.* (2019) evidenciam que a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a Aprendizagem Colaborativa alteram significativamente a dinâmica da sala de aula, deslocando o foco do professor para o aluno. Corroborando essa visão, Miranda, Monteiro e Correia (2022) ressaltam que a aplicação de metodologias ativas ressignifica o ensino de áreas densas, como a programação e a computação, reduzindo a evasão e fortalecendo o raciocínio lógico e a autonomia dos estudantes, inclusive na educação básica.

A urgência de expandir esse letramento para abranger tecnologias de fronteira é um desafio estratégico nacional. O relatório Grandes Desafios da Educação em Computação no Brasil 2025–2035 [SBC 2025] aponta para a necessidade premente de democratizar o acesso à ciência e fomentar o pensamento computacional desde a infância, visando mitigar desigualdades regionais e sociais. Dentre essas tecnologias de

fronteira, a Computação Quântica impõe um desafio pedagógico adicional devido ao seu alto grau de abstração. Para superar essas barreiras cognitivas, iniciativas extensionistas utilizam espaços de educação não formal e materiais concretos [Madrigar; Calvo; Aylon, 2024]. Como parte da experiência de participar do Manna Quantum Festival, os participantes receberam mentorias online, material de apoio no Moodle¹ e Manna KDTs (*Kit Delivery de Tecnologia*), kits específicos para apresentar a quântica, sendo eles: Manna Quantum BOX, Manna Quantum COIN e Manna Quantum TRIP. A mentoria, os materiais e os kits são parte da metodologia que promove a experiência de converter fenômenos físicos contraintuitivos em experiências visuais, táteis e gamificadas. O foco no desenvolvimento desses kits voltados à temática quântica se deu justamente em comemoração ao Ano Internacional da Ciência e Tecnologia Quânticas (2025), um marco global chancelado pela ONU para celebrar os 100 anos do desenvolvimento da mecânica quântica.

2. Revisão Bibliográfica

O cenário educacional contemporâneo passa por profundas transformações para atender às demandas tecnológicas e sociais, consolidando-se como Educação 5.0. Segundo George *et al.* (2025), evoluiu-se do ensino rígido e centrado no professor (Educação 1.0) para um paradigma focado na personalização e no desenvolvimento de habilidades humanas. A Educação 5.0 integra tecnologia ao desenvolvimento de competências socioemocionais, criatividade, flexibilidade cognitiva e inteligência social [Felcher *et al.* 2022]. Neste contexto, metodologias ativas e Inteligência Artificial atuam como recursos colaborativos para potencializar o protagonismo estudantil e o papel estratégico do educador [Ferreira *et al.* 2025].

A aplicação prática dos princípios da Educação 5.0 tem ganhado força substancial por meio de redes de aprendizagem colaborativa e projetos de extensão universitária. O grupo de pesquisa e extensão Manna Team, por exemplo, atua de forma expressiva na difusão de engenharias e computação, articulando pesquisadores, professores e alunos da educação básica ao ensino superior em uma verdadeira rede interinstitucional [Flôr *et al.* 2020].

Tais iniciativas demonstram que metodologias multimodais e multidimensionais são fundamentais para democratizar o acesso à ciência. Uma das maiores implementações dessa proposta é o projeto Manna KDT, que, através da distribuição de maletas e "marmitas *maker*" (como o Manna Volt e o Manna Ino), consegue converter espaços cotidianos em ambientes criativos. Essa dinâmica incentiva o pensamento computacional e a resolução de problemas reais de maneira tátil e interativa, reduzindo disparidades de acesso no aprendizado [Silva e Aylon 2022].

Integradas às práticas extensionistas, as abordagens ativas, como a gamificação e o *storytelling*, assumem um papel vital no ensino lúdico de áreas densas da Ciência da Computação. Assumpção *et al.* (2021) ressaltam que o desenvolvimento de jogos educativos multidisciplinares, como o Manna-X, fomenta a imersão e o engajamento ao permitir que os alunos compreendam circuitos digitais e a organização de computadores de forma natural. Seguindo a mesma linha, a utilização de jogos educacionais suportados por narrativas (*visual novels*) tem se mostrado bastante eficaz para aproximar

¹ Ambiente Virtual de Aprendizado Manna Team: <https://moodle.manna.team/login/index.php>

os estudantes de temas abstratos, reduzindo barreiras cognitivas e fortalecendo o aprendizado significativo fora dos modelos tradicionais de memorização [Barbosa *et al.* 2023].

Expandir esse letramento científico para incluir tecnologias emergentes e de fronteira, como a Inteligência Artificial e a Computação Quântica, é um dos desafios centrais da educação neste século [SBC 2025]. Macar *et al.* (2024) observam que a educação informal em ambientes de *bootcamps* e oficinas de extensão se apresenta como uma alternativa promissora para preencher a lacuna deixada pelo currículo escolar tradicional, capacitando jovens da educação básica com conhecimentos complexos de maneira acessível.

No que tange especificamente à Computação Quântica, a abstração inerente à área exige estratégias pedagógicas ainda mais inovadoras. De acordo com Castillo-Salazar *et al.* (2026) o ensino de fenômenos contra-intuitivos, a exemplo do emaranhamento quântico, para estudantes do nível médio demanda um "andaime" pedagógico (*scaffolding*) muito bem estruturado, que evite o peso do formalismo matemático pesado. A integração de analogias concretas atreladas a simulações computacionais interativas facilita essa exploração ativa e a transição da intuição da física clássica para a realidade dos conceitos quânticos [Castillo-Salazar *et al.* 2026].

Em suma, a literatura evidencia que a intersecção entre os ideais da Educação 5.0, as práticas extensionistas pautadas na cultura *maker* capitaneadas pelas ações do Manna e o uso de recursos didáticos adaptativos oferece um terreno fértil para a democratização de tecnologias emergentes. Fica claro que investir em kits físicos e estratégias colaborativas possui o potencial não apenas de reter a atenção dos alunos, mas de transformá-los em agentes ativos do próprio conhecimento, justificando a relevância da introdução da Computação Quântica por meio de projetos de extensão.

3. Metodologia

O presente relato de experiência decorre do projeto de extensão "Explorando a Quântica: Iniciação Científica Lúdica com Tecnologias Exponenciais", realizado no Instituto Federal de Alagoas (IFAL), *Campus* Arapiraca, como parte do Manna Quantum Festival. O projeto foi estruturado como uma microcredencial, voltado para a comunidade externa, com o objetivo de introduzir conceitos fundamentais da ciência e tecnologia quântica utilizando a Metodologia Manna que propõe a realização de *bootcamps* usando abordagens lúdicas, acessíveis e interativas, realizadas em todo Brasil e em especial no interior alagoano para celebrar o Ano Internacional da Ciência e Tecnologia Quânticas (IYQ), declarado pela ONU em 2025 em comemoração ao centenário da mecânica quântica [UNESCO 2025]. O público-alvo foi constituído por crianças e adolescentes de 11 e 17 anos, matriculadas em escolas públicas da região de Arapiraca/AL. A escolha desse público justifica-se pela necessidade de despertar precocemente o interesse por áreas científicas e tecnológicas, promovendo a alfabetização científica desde os primeiros anos do Ensino Fundamental e alinhando-se às diretrizes da Educação 5.0, que preconiza o desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais desde a infância [Madrigar *et al.* 2025].

3.1. Estrutura da microcredencial e Participantes

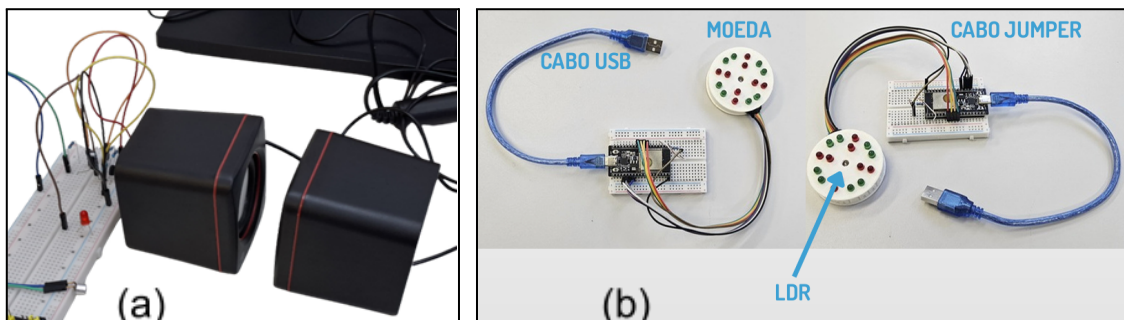
Foram oferecidas quatro turmas, cada uma com até 15 crianças, totalizando 60 participantes atendidos diretamente pelo projeto. A seleção dos participantes foi realizada por meio de parceria com uma escola municipal da região de Arapiraca que manifestou interesse em participar do projeto. A escola parceira foi responsável por indicar os estudantes que participaram dos *bootcamps*, considerando o interesse demonstrado pelas áreas de ciência e tecnologia, bem como a disponibilidade para frequentar as atividades no contraturno escolar, além da implementação interna com os alunos do ensino médio-técnico do IFAL Campus Arapiraca. Os *bootcamps* tiveram a duração média de quatro horas. O festival na escola pública de Arapiraca ofereceu cinco *bootcamps*, totalizando 20 horas de atividades presenciais, complementadas por atividades extras propostas ao final de cada *bootcamp* para que as crianças desenvolvessem em casa com apoio da família e compartilhassem na aula seguinte, perfazendo uma carga horária total de 30 horas por turma. Os *bootcamps* foram realizados nos laboratórios de informática, laboratórios de química, Espaço 4.0 e demais espaços de convivência do IFAL Campus Arapiraca. A opção pelo formato presencial justifica-se pela necessidade de interação direta com os kits didáticos e pela valorização do aprendizado colaborativo e experiencial, conforme defendido por Hartwig *et al.* (2019) ao abordar metodologias ativas no ensino de computação.

3.2. Os Kits Manna Quantum: Descrição e Potencial Pedagógico

O Manna Quantum Festival ofereceu a todos os participantes 03 kits de autoria e propriedade intelectual do Ecossistema Manna, sendo eles: a Manna Quantum BOX, Manna Quantum COIN e a Manna Quantum TRIP. Os kits foram enviados para as instituições e escolas justificando o título de Kits Delivery de Tecnologias (KDT). Para aprender a Metodologia Manna e como aplicar os kits durante os *bootcamps*, o Manna ofereceu mentorias semanais online com professores doutores, doutorandos, mestrandos e graduandos do Manna_Team. O IFAL recebeu e aplicou os *bootcamps* usando o Manna Quantum BOX (Figura 1(a)), Kit MannaKDT focado no fenômeno da interferência de ondas. É composto por duas caixas de som USB (*Universal Serial Bus*) que geram ondas sonoras de frequência pura, enquanto um circuito montado em protoboard, contendo microfone e LED (*Light Emitting Diode*), capta a intensidade sonora resultante e a converte em luz. O objetivo é visualizar a interferência: na interferência construtiva, o LED brilha intensamente; na destrutiva, o LED apresenta baixo ou nenhum brilho, conforme descrito no material do kit.

Manna Quantum COIN (Figura 1(b)), Kit desenvolvido para ensinar superposição quântica por analogia ao lançamento de uma moeda. Utiliza um microcontrolador ESP32, um LDR (*Light Dependent Resistor*) que mede a luminosidade ambiente e oito LEDs representando "cara" e "coroa". Em baixa luminosidade, o sistema entra em superposição e acende LEDs de ambas as cores simultaneamente. Quando a luminosidade aumenta, o sistema "colapsa" para um dos estados, acendendo apenas os LEDs de uma cor, com probabilidade ajustável via código em C++.

Figura 1. (a) Manna Quantum BOX, kit utilizado para demonstrar interferência de ondas; (b) Manna Quantum COIN, kit utilizado para demonstrar o conceito de superposição quântica.



Fonte: Material desenvolvido pela equipe Manna Team e disponibilizado no Moodle¹.

Manna Quantum TRIP: Conjunto de cartas que complementa as dinâmicas do Manna Quantum COIN com abordagem lúdica. Inclui um baralho temático que simula estados quânticos, probabilidades de colapso e camadas de decisão, além de guias para facilitadores e cards explicativos. Durante as atividades, as cartas representam visualmente a superposição e o colapso, permitindo manipular probabilidades de forma análoga aos LEDs do kit. Em dinâmicas de IA, as cartas simulam camadas de redes neurais e processos de aprendizado, demonstrando como padrões emergem de dados aleatórios. O kit acompanha QR code para vídeos explicativos e variações de jogos. A Figura 2 mostra uma das autoras organizando o kit para aplicar com os estudantes.

Figura 2. Manna Quantum TRIP, kit utilizado para demonstrar os conceitos de probabilidade e redes neurais.



Fonte: Autores, 2025.

3.3. Estrutura do Manna Quantum *Bootcamps* no interior alagoano

Os *bootcamps* de quântica no interior alagoano foram estruturados com base em uma abordagem pedagógica que integrou diferentes metodologias ativas de aprendizagem. Cada *bootcamp* foi organizado em quatro momentos pedagógicos: acolhida e roda de conversa inicial, apresentação de histórias ou vídeos educativos relacionados ao tema do dia, atividade prática com os kits didáticos e componentes eletrônicos, e fechamento

com registro criativo por meio de desenhos, colagens ou construção de objetos. A mediação foi realizada por professores e bolsistas previamente treinados na metodologia dos kits, utilizando linguagem acessível e estratégias de inclusão para crianças com diferentes estilos e ritmos de aprendizagem. A adoção de uma abordagem multifacetada justifica-se pela necessidade de atender à heterogeneidade da turma e assegurar o engajamento dos alunos ao longo dos cinco *bootcamps*, conforme detalhado na Tabela 1. Essa estratégia está alinhada às recomendações de Gonçalves (2022) e Miranda, Monteiro & Correia (2022), cujos relatos de experiência evidenciam a eficácia de metodologias ativas no ensino de programação.

Tabela 1. Síntese da Execução da Festival no Interior Alagoano

Encontro	Tema	Atividades Principais
Bootcamp 1	Abertura e Encantamento Científico	Visita guiada aos laboratórios do IFAL; dinâmica de acolhimento; experimento sobre estados da matéria; roda de conversa sobre ciência no cotidiano.
Bootcamp 2	Cores, Luzes e Experiências Brilhantes	Experimentos com luz, sombra, prisma e cores; oficina com kits Manna, criação de efeitos visuais; compartilhamento de curiosidades sobre arco-íris.
Bootcamp 3	O Gato Quântico e os Mistérios da Ciência	Contação de história: "O Gato de Schrödinger para crianças"; desenho coletivo de experimentos; atividades de lógica com kits Manna; quiz científico sobre curiosidades.
Bootcamp 4	Energia em Movimento	Conversa guiada sobre fontes de energia; construção de circuitos simples com LEDs e motores; dinâmica corporal sobre calor e movimento; montagem de mini-experimentos com transformação de energia.
Bootcamp 5	Ciência do Futuro e Celebração do Conhecimento	Jogo de revisão; oficina de criação final, maquetes e protótipos livres; preparação e exposição dos trabalhos; apresentação para a comunidade; entrega simbólica de certificados; encerramento com roda de agradecimento, música e confraternização.

Fonte: Autores, 2025.

3.4. Procedimentos de Coleta de Dados

Para a construção deste relato de experiência, foram utilizados diferentes instrumentos e procedimentos de coleta. A observação dos participantes foi realizada por toda a equipe do projeto, que registrou em diários de campo as observações sobre o engajamento, as dificuldades, os momentos de descoberta e as interações entre os participantes durante todas as atividades, e posteriormente avaliado qualitativamente de maneira descritiva. O registro fotográfico e audiovisual foi realizado em todas as dinâmicas e *bootcamps*, mediante autorização dos responsáveis, gerando um acervo documental para análise posterior. Foram coletados os registros criativos produzidos pelos participantes ao final de cada encontro, incluindo desenhos, cartazes, relatos escritos e registros em diário visual, como evidências do processo de aprendizagem e da compreensão dos conceitos abordados. Ao final da microcredencial, durante o *Bootcamp 5*, os projetos montados foram documentados como parte da avaliação do processo. Além disso, foram coletados depoimentos e registros das apresentações realizadas para a comunidade. Os estudantes participantes assinaram termos de consentimento e direitos autorais no ato da matrícula, transcendendo a participação em projetos de pesquisa e extensão, todos os dados foram tratados seguindo a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

4. Resultados e Discussões

O festival no interior de Alagoas foi executado conforme o planejado, com cinco *bootcamps* presenciais para quatro turmas de até 15 inscritos cada, totalizando 60 participantes atendidos diretamente pelo projeto. As atividades seguiram a abordagem lúdico-experimental proposta, utilizando os kits Manna Quantum como ferramenta pedagógica principal. A carga horária total cumprida foi de 30 horas por turma, distribuídas ao longo dos cinco *bootcamps*. A equipe envolvida na execução do projeto contou com um bolsista e três voluntários, que atuaram na mediação das atividades, no suporte às crianças durante as práticas e no registro das ações. A Tabela 2 apresenta uma síntese dos resultados alcançados na execução do projeto.

Tabela 2. Síntese dos resultados quantitativos da microcredencial

Indicador	Resultado
Público atendido	60 crianças de escolas públicas
Turmas formadas	4 turmas
Carga horária cumprida	30 horas por turma
Equipe envolvida	1 bolsista e 3 voluntários
Produtos gerados	Materiais gráficos, desenhos, cartazes, relatos, maquetes, protótipos e registros fotográficos

Fonte: Autores, 2025.

4.1. Resultados Qualitativos

A análise qualitativa dos dados coletados permitiu identificar resultados significativos em diferentes dimensões. As crianças demonstraram crescente entusiasmo ao longo dos *bootcamps*, manifestado por meio de perguntas espontâneas, relatos sobre experimentos tentados em casa e expressões de admiração durante as atividades práticas. Observou-se que conceitos inicialmente abstratos, como superposição e interferência, passaram a fazer parte do vocabulário infantil, sendo utilizados em contextos lúdicos e criativos. Ao final do festival, diversas crianças manifestaram o desejo de "ser cientista quando crescer", evidenciando o impacto do projeto na projeção de futuros profissionais.

A abordagem lúdica e acessível, associada ao uso dos kits Manna Quantum, mostrou-se eficaz para introduzir temas complexos a crianças de 11 à 17 anos. As metáforas utilizadas, como o "gato de Schrödinger" e a "moeda da probabilidade", foram internalizadas pelas crianças, que as utilizavam para explicar os fenômenos observados em seus próprios termos. A Figura 3 mostra a sala de aula com as crianças atentas, acompanhando a explicação inicial sobre as dinâmicas dos bootcamps.

Figura 3. Registro fotográfico em sala de aula antes das dinâmicas.



Fonte: Autores, 2025.

A parceria estabelecida com a escola municipal e a participação da comunidade no evento de encerramento, como registrado na Figura 4, contribuíram para aproximar a instituição de ensino superior da realidade local. Familiares e professores manifestaram reconhecimento pela oportunidade oferecida e interesse em novas parcerias.

As atividades colaborativas de montagem dos circuitos, desafios de programação e criações finais evidenciaram o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como cooperação, comunicação e resolução criativa de problemas. Crianças inicialmente tímidas passaram a se expressar com mais confiança ao longo dos *bootcamps*.

Ao integrar tecnologias exponenciais ao desenvolvimento de habilidades humanas, formando "pequenos cientistas" capazes de se encantar pelo conhecimento e imaginar futuros possíveis.

Por fim, a orientadora participou do Encontro Nacional de Coordenadores do Grupo Manna Team em Curitiba-PR, compartilhando experiências e fortalecendo a rede de educadores comprometidos com a Educação 5.0. A experiência do IFAL Arapiraca foi apresentada como caso de sucesso na aplicação da Educação 5.0 com crianças do ensino fundamental.

Figura 4. Registro fotográfico com todos os participantes de uma turma de escola municipal que participou do projeto.



Fonte: Autores, 2025.

4.2. Dificuldades encontradas

Durante a execução do projeto, foram identificadas algumas dificuldades que demandaram ajustes na programação e na abordagem, conforme sintetizado na Tabela 2. As dificuldades enfrentadas foram superadas por meio da flexibilidade da equipe e do diálogo constante com a escola parceira, garantindo que todas as crianças pudessem participar integralmente das atividades propostas. A experiência acumulada permitirá, em futuras edições, antecipar esses desafios e incorporar soluções desde o planejamento inicial.

Tabela 2. Dificuldades e ajustes realizados

Dificuldade Encontrada	Ajuste Realizado
Logística de transporte para deslocamento das crianças até o IFAL	Flexibilização dos horários de início dos encontros para facilitar o transporte organizado pela escola parceira; comunicação constante com a escola para alinhamento de horários
Adaptação da linguagem científica para o público infantil	Uso intensivo de metáforas, analogias lúdicas, histórias e recursos visuais para tornar os conceitos acessíveis; testagem prévia das explicações com as crianças para garantir compreensão
Compatibilização de horários entre a carga escolar das crianças e a disponibilidade dos monitores	Reorganização da agenda de encontros com base na disponibilidade conjunta; estabelecimento de cronograma fixo para facilitar o planejamento familiar

Fonte: Autores, 2025.

5. Conclusão

O projeto de extensão “Manna Quantum Festival no Interior Alagoano” atingiu seus objetivos ao introduzir conceitos quânticos para 60 crianças de escola pública em Arapiraca/AL usando os kits Manna Quantum e metodologias ativas. A experiência demonstrou ser possível tornar acessíveis temas como interferência, superposição e probabilidade por meio de linguagem adequada e estratégias lúdicas. A integração de metodologias ativas mostrou-se eficaz para manter o engajamento, desenvolvendo habilidades socioemocionais como trabalho em equipe e criatividade.

Os resultados quantitativos apontam 60 crianças atendidas, quatro turmas, 120 horas de atividades, um bolsista e três voluntários. Qualitativamente, observou-se ampliação do interesse científico, popularização de conceitos quânticos e fortalecimento do vínculo escola-IFAL. Dificuldades como logística e adaptação de linguagem foram superadas com flexibilidade. Como limitações, aponta-se a natureza qualitativa do relato e ausência de avaliação padronizada. Para trabalhos futuros, recomenda-se a ampliação do projeto para outras escolas, o desenvolvimento de materiais didáticos específicos, a formação de professores multiplicadores e estudos comparativos com grupos de controle e com participantes do Manna Quantum de outros estados, consolidando o IFAL Arapiraca como referência em Educação 5.0 no interior alagoano.

Agradecimentos

Agradecemos ao Manna Team por disponibilizar os kits e a formação dos mentores; ao CNPq (Processos números 447609/2024-6 e 421548/2022-3) pelo apoio fundamental para o desenvolvimento do trabalho; ao IFAL *Campus* Arapiraca por disponibilizar laboratórios como o Espaço 4.0 e equipamentos; e aos membros envolvidos no festival pelo apoio e dedicação.

Referências

- Assumpção, Marcos de et al. Manna-X: projeto, desenvolvimento e avaliação de um jogo multidisciplinar para ensino na Ciência da Computação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 21., 2022, Natal. Anais de Eventos, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 1-10.
- Barbosa, Huminig Schmiedt et al. Jogo educativo no ensino de estrutura de dados: aliando Educação 5.0, gamificação e storytelling. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 22., 2023, Rio Grande. Anais de Eventos, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 1-10.
- Castillo-Salazar, David et al. Scaffolding quantum entanglement in secondary school: from tangible analogy to computational simulation. *Frontiers in Education*, Lausanne, v. 10, 1729099, jan. 2026. DOI: 10.3389/feduc.2025.1729099.
- Felcher, Carla Denize Ott; BLANCO, Gisele Silveira; FOLMER, Vanderlei. Educação 5.0: uma sistematização a partir de estudos, pesquisas e reflexões. *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 13, e186111335264, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35264>.
- Ferreira, Emanuel et al. How the Educator 5.0 will not be replaced by AI: an adaptive microlearning architecture based on augmented intelligence. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 36., 2025, [S.l.]. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025. p. 1-10.
- Flôr, Daniela Eloise et al. Aprendizagem colaborativa interinstitucional: práticas de Educação 5.0 em favor do empoderamento feminino. In: WOMEN IN INFORMATION TECHNOLOGY (WIT), 15., 2021, Evento Online. Anais de Eventos, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.5753/wit.2021.15850>.
- Flôr, Daniela Eloise et al. MannaTeam: a case of interinstitutional collaborative learning and Education 5.0. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL SCIENCE AND COMPUTATIONAL INTELLIGENCE (CSCI), 2020, Las Vegas. Piscataway: IEEE Computer Society, 2020. p. 964-970. DOI: 10.1109/CSCI51800.2020.00179.
- Freire, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura). ISBN 85-219-0243-3.
- George, A. Shaji; BASKAR, T.; SIRANCHUK, Nataliia. The evolution of Education 5.0 in the innovation era: a review of the progression from teacher-centered learning to student-driven models. *Partners Universal International Innovation Journal*, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 186-195, jan./fev. 2025.
- Gonçalves, Alexandre Antonio. *Uso de metodologias ativas para o ensino de programação orientada a objetos*. 2022. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2022.

- Guimarães, Ueudison Alves et al. Educação 5.0: novos desafios educacionais em tempos de evolução tecnológica. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, São Paulo, v. 4, n. 12, p. 1-10, dez. 2023.
- Hartwig, Amanda Körber et al. Metodologias ativas para o ensino da computação: uma revisão sistemática e um estudo prático. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 25, 2019, Brasília. Anais de Eventos, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 1138-1142. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2019.1138>.
- Macar, Uzay et al. Teenagers and artificial intelligence: bootcamp experience and lessons learned. arXiv, Ithaca, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2312.10067>. Acesso em: 27 fev. 2026.
- Madrigar, T. T. et al. Manna Methodology: A Novel Approach to Education 5.0 Through Learning and Socio-Emotional Assessment in IoD *Bootcamps*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED EDUCATION (CSEDU), 17., 2025, Porto, Portugal. Setúbal: CSEDU, 2025. p. 1-12.
- Magnago, Walaci et al. O papel da tecnologia e da Inteligência Artificial no futuro da aprendizagem. Revista Educação, [S.l.], v. 15, n. 40, p. 1-9, 2024. DOI: <https://doi.org/10.56238/levv15n40-059>.
- Miranda, Misael Rodrigues Martins; MONTEIRO, Willmara Marques; CORREIA, Felipe Pinheiro. Metodologias ativas: ressignificando o ensino de programação para estudantes do ensino médio. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 12, p. 81102-81122, dez. 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n12-022.
- Silva, Felipe Fernandes da; AYLON, Linnyer Beatrys Ruiz. MannaKDT: uma abordagem prática para aprendizagem multimodal e multidimensional da Educação 5.0. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS MULTIMÍDIA E WEB (WEBMEDIA), 28., 2022, Curitiba. Anais estendidos... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 115-118. DOI: https://doi.org/10.5753/webmedia_estendido.2022.226392.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (SBC). Grandes desafios da educação em computação no Brasil 2025-2035. Porto Alegre: SBC, 2025. ISBN 978-85-7669-642-1.
- UNESCO. Ano Internacional da Ciência e Tecnologia Quânticas (IYQ): celebrando o centenário da mecânica quântica. Paris: UNESCO, 2025.