



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Políticas educativas para promover o STEM (Ciência, tecnologia, engenharia e Matemática) na Guiné-Bissau

Estudante: Roqui Bampoqui

Mestrado em Administração Pública

Orientadora: Doutora Maria Asensio Menchero,

Professora Associada Convidada, Iscte – Instituto Universitário de Lisboa

Julho de 2025



SOCIOLOGIA
E POLÍTICAS PÚBLICAS

Departamento de Ciência Política e Políticas Públicas

Políticas educativas para promover o STEM (Ciência, tecnologia, engenharia e Matemática) na Guiné-Bissau

Roqui Bampoqui

Mestrado em Administração Pública

Orientadora: Doutora Maria Asensio Menchero, Professora Associada Convidada,
Iscte – Instituto Universitário de Lisboa

Julho de 2025

Agradecimento

Concluir este mestrado em Administração Pública representa mais do que uma conquista acadêmica: é a materialização de um sonho que só foi possível graças à presença constante de Deus, cuja graças e misericórdia foram fundamentais para a realização deste trabalho, e ao apoio de pessoas fundamentais ao longo dessa jornada.

À minha orientadora, Doutora Maria Asensio Menchero, manifesto o meu profundo respeito e gratidão. A sua orientação firme, conhecimento generoso e confiança foram essenciais para que este trabalho ganhasse forma e sentido. Obrigado por ter me guiado com sabedoria e paciência

À minha companheira de vida, Fanta Mané, minha mulher, que esteve ao meu lado em cada etapa, partilhando alegrias, angústias e conquistas. A sua parceria foi essencial não só para que eu não apenas chegasse até aqui, mas também me tornasse uma pessoa melhor ao longo do processo.

Aos meus filhos, Rosalina, Silvano e Rofael razão maior do meu esforço diário. Que este título seja uma herança simbólica do valor do conhecimento, da dedicação e da coragem de persistir. Cada passo que dou é, e sempre será, também por vocês.

À minha mãe Fátima Umbonco, meu alicerce. Cada palavra de incentivo, cada gesto de cuidado e cada silêncio compreensivo foram combustível para seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores. Em especial, agradeço ao meu Irmão Gaspar Bampoque e à família unida de Hirondino e Olilé Clemente, cuja força e exemplo sempre me inspiraram a ir além.

Aos irmãos, amigos, colegas e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta caminhada meu muito obrigado. Cada conversa, sugestão, crítica construtiva ou simples gesto de apoio teve um papel importante na construção deste percurso.

A todos vocês, minha eterna gratidão. Este título é nosso.

Resumo

O presente trabalho visa analisar as políticas educativas voltadas para a promoção das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) na Guiné-Bissau, com foco nos desafios, nas estratégias de intervenção e nas perspectivas de melhoria no contexto educacional nacional. O estudo surge da necessidade de compreender como as práticas educativas podem contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico num país com significativas limitações de infraestrutura, formação docente e igualdade de acesso.

A problemática centra-se na insuficiente integração das áreas STEM nos currículos escolares, na carência de professores qualificados e nas desigualdades de acesso, especialmente entre raparigas e populações rurais (UNESCO, 2023). As perguntas de investigação procuram explorar quais políticas públicas têm sido implementadas, com que eficácia, e de que forma dialogam com o contexto local.

O objetivo geral é analisar de que forma as políticas de educação em STEM podem ser integradas e fortalecidas no subsistema do ensino superior da Guiné-Bissau, de modo a melhorar a qualidade e a relevância da formação científica e tecnológica.

Os objetivos específicos incluem: explorar as melhores práticas de políticas educativas de STEM em outros países que possam ser adaptadas à realidade da Guiné-Bissau; identificar as barreiras sociais, culturais e económicas que afetam a implementação das políticas educativas de STEM; analisar em que medida os currículos atuais contemplam STEM e propor caminhos para a sua revisão e atualização; sugerir a atualização dos currículos de forma a incluir mais conteúdos de STEM e a adotar metodologias de ensino inovadoras.

No enquadramento teórico e na revisão da literatura, examina-se a realidade do ensino STEM na Guiné-Bissau, destacando-se a crescente valorização global destas áreas como vetor de desenvolvimento (Bybee, 2020; Marginson et al., 2021). A dissertação discute iniciativas de formação docente, projetos de empoderamento feminino (Stoeger et al., 2023), apoio internacional (Banco Mundial, 2022) e a necessidade de revisão e atualização curricular (Silva et al., 2022). A análise das tentativas de programas de sensibilização em STEM mostra como projetos locais e

internacionais têm procurado integrar abordagens como a aprendizagem baseada em problemas (Hmelo-Silver, 2022), promover a participação feminina e fomentar o uso de tecnologias digitais para mitigar limitações geográficas e estruturais. Parcerias com ONGs e com o setor privado, como o programa da Fundação STEM África, são destacadas como exemplos positivos.

A metodologia baseia-se numa abordagem quantitativa e qualitativa, com recurso à análise documental e à aplicação de questionários a professores, pais, encarregados de educação e alunos.

Palavra-chave: Educação STEM, Políticas Educativas e desenvolvimento sustentável.

Abstract

The present work aims to analyse educational policies aimed at promoting the fields of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in Guinea-Bissau, focusing on the challenges, intervention strategies, and prospects for improvement in the national educational context. The study arises from the need to understand how educational practices can contribute to scientific and technological development in a country with significant limitations in infrastructure, teacher training, and access equity.

The issue centers on the insufficient integration of STEM areas in school curricula, the lack of qualified teachers, and access inequalities, especially among girls and rural populations (UNESCO, 2023). The research questions aim to explore which public policies have been implemented, with what effectiveness, and how they dialogue with the local context.

The overall goal is to analyze how STEM education policies can be integrated and strengthened in the higher education subsystem of Guinea-Bissau to improve the quality and relevance of scientific and technological training. Specific objectives include Exploring best practices of STEM educational policies in other countries that can be adapted to the reality of Guinea-Bissau.

Identify the social, cultural, and economic barriers that affect the implementation of educational policies to promote STEM.

Update the school curriculum to include more STEM content and adopt innovative teaching methodologies.

In the theoretical framework and literature review, the reality of STEM education in Guinea-Bissau is examined, highlighting the growing global appreciation for these areas as vectors of development (Bybee, 2020; Marginson et al., 2021). The dissertation discusses teacher training initiatives, women's empowerment projects (Stoeger et al., 2023), international support (World Bank, 2022), and the need for curriculum updates (Silva et al., 2022). The analysis of attempts at STEM awareness programs shows how local and international projects have sought to integrate approaches such as problem-based learning (Hmelo-Silver, 2022), promote female participation, and use digital

technologies to mitigate geographical and structural limitations. Partnerships with NGOs and the private sector, such as the program by the STEM Africa Foundation, are highlighted as positive examples.

The methodology is based on a qualitative approach, utilizing documentary analysis and applying questionnaires to teachers, parents and guardians, and students.

Keyword: STEM Education, Educational Policies, and sustainable development.

Siglas e Abreviaturas

STEM- Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática

EUA- Estados Unidos de América

MENES- Ministério da Educação Nacional e de Ensino Superior

PRECASE-Programa de Reforço Capacidades do Sistema Educativo da

Guiné-Bissau

SAB- Setor Autónomo de Bissau

ONGs- Organizações não Governamentais

OECD- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

RENLUV-Rede Nacional de Luta contra a Violência Baseada no Género e na Criança

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

EDC-Education Development Center

PBL – Project-Based Learning

OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico)

TICs- Tecnologias da Informação e Comunicação

PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

GCC-Conselho de Cooperação do Golfo

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

PAM-Programa Alimentar Mundial

UNFPA-Fundo de População das Nações Unidas

PLAM-Plano Local de Água e Saneamento

SNV - Netherlands Development Organisation

INDE-Instituto Nacional de Desenvolvimento da Educação

FNUAP (Fundo das Nações Unidas para a População

SNV-Serviço Holandês de Cooperação

PISA-Programme for international Student Assessment

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iv
Siglas e Abreviaturas	vi
Introdução	1
Capítulo 1: Enquadramento Teórico e Revisão da Literatura	2
1.1. Introdução ao Ensino STEM	2
1.1.1. Questões no Ensino STEM na Guiné-Bissau e a Nível Mundial	2
1.1.2. Aumento do Interesse em STEM	2
1.1.3. Iniciativas e Programas de Formação de Professores	3
1.1.4. Parcerias Internacionais e Apoio Externo	4
1.1.5. Fomento ao Empoderamento de Mulheres e Raparigas em STEM	4
1.1.6. Melhoria da Infraestrutura Educacional	5
1.1.7. Aumento da Visibilidade de Carreiras STEM	6
1.2. Projetos Locais de Impacto	7
1.2.1. Aumento da Colaboração entre Setor Público e Privado	7
1.2.2. Envolvimento de Organizações Internacionais	9
1.2.3. Desigualdade no Acesso à Educação	11
1.2.4. Desafios de Inclusão e Diversidade	12
1.2.5. Desatualização Curricular	13
Capítulo 2: Programas de Sensibilização STEM	15
2.1. Integração das Áreas STEM e Aprendizagem Baseada em Problemas	16
2.2. Promoção da Participação Feminina e Inclusão de Minorias	17
2.3. Revisão e Atualização Curricular e Formação de Professores	18
2.4. Uso de Tecnologia e Ensino Remoto	19
2.5. Parcerias com o Setor Privado e ONGs	20
2.6. Impactos Locais e Sustentabilidade	20
2.7. Perspetivas de Aprendizagem em STEM	21
2.7.1. Enfoques Teóricos e Metodológicos	21

2.7.2. O Papel da Tecnologia na Aprendizagem	21
2.7.3. Contextualização Cultural e Local	23
2.7.4. Desafios e Oportunidades	24
Capítulo 3: Metodologia, Materiais e Métodos	26
3.1. Análise Documental	26
3.2. Técnicas de Recolha de Dados	27
3.3. Questionários	28
Capítulo 4: Análise Empírica	29
4.1. Perceções dos Diferentes Grupos de Atores	29
4.1.1. Professores	29
4.1.2. Alunos	30
4.1.3. Encarregados de Educação	30
4.2. Tratamento e Análise de Dados	30
4.2.1. Pais e Encarregados de Educação	30
4.2.2. Alunos	32
4.3. Relacionados aos Professores	34
4.3.1. Perfil Sociodemográfico e Formação dos Professores	34
4.3.2. Contexto de Atuação e Desempenho dos Alunos	34
4.3.3. Desafios Estruturais e Pedagógicos para a Educação STEM	35
4.3.4. Análise Qualitativa Integrada	35
4.4. Desigualdade de Infraestrutura	36
4.4.1. Formação Docentes Imprópria	36
4.4.2. Motivação Discente Limitada	36
4.4.3. Ausência de Políticas Públicas Robustas	37
4.4.4. Oportunidades e Potencial de Transformação	38
Conclusão	39
Referências Bibliográficas	40

Introdução

Nas últimas décadas, o avanço acelerado da ciência, tecnologia, engenharia e matemática, áreas agrupadas sob o acrónimo STEM, tem moldado profundamente as dinâmicas sociais, económicas e culturais em todo o mundo. Países que investem estrategicamente na formação de competências nestas áreas têm conseguido impulsionar o desenvolvimento sustentável, a inovação tecnológica e a competitividade global. No entanto, em muitos contextos africanos, especialmente nos países em vias de desenvolvimento, como a Guiné-Bissau, observa-se um défice estrutural significativo no acesso e na qualidade da educação STEM, o que levanta sérios desafios ao progresso nacional.

A Guiné-Bissau enfrenta obstáculos históricos e sistémicos no seu sistema educativo, incluindo a escassez de recursos humanos qualificados, infraestruturas inadequadas, políticas educativas frágeis e uma fraca articulação entre educação e mercado de trabalho. Neste cenário, torna-se crucial analisar de que forma as políticas educativas podem (ou não) contribuir para a promoção e o reforço do ensino STEM no país, entendendo este campo como estratégico para o futuro da juventude guineense e para o desenvolvimento económico e social da nação.

A pertinência deste estudo reside, portanto, na necessidade urgente de compreender e repensar as políticas públicas de educação na Guiné-Bissau, em especial no que toca ao reforço do ensino nas áreas STEM. Trata-se de investigar se existem políticas coerentes e eficazes em curso, quais os principais obstáculos à sua implementação e que estratégias poderiam ser adotadas para garantir uma formação científica e tecnológica mais sólida, inclusiva e alinhada com os desafios do século XXI.

Este trabalho tem como objetivo analisar de que forma as políticas de educação em STEM podem ser integradas e fortalecidas nos subsistemas do ensino superior da Guiné-Bissau. Para isso, procura-se compreender o estado atual e os principais desafios da educação STEM, bem como identificar inovações, o papel do governo e das organizações não governamentais, em articulação com as tendências globais.

O estudo conclui que a educação STEM na Guiné-Bissau é marcada por desafios como limitações de recursos, disparidades de género e formação insuficiente de professores, mas também evidencia inovações significativas e o potencial de integração tecnológica. Recomenda-se, assim, a adoção de reformas políticas com foco na formação de professores, no desenvolvimento curricular, na alocação de recursos e na promoção da equidade de género, destacando a importância de potenciar inovações tecnológicas e de promover colaborações internacionais para o avanço da educação STEM na Guiné-Bissau.

Capítulo 1: STEM e Políticas de Educação: Um Enquadramento Teórico e Revisão da Literatura

1.1. Introdução ao Ensino STEM

1.1.1. Questões no ensino STEM na Guiné-Bissau e a nível mundial

As políticas educativas na Guiné-Bissau constituem um conjunto de medidas adotadas pelo governo para melhorar e adaptar o sistema educacional, integrando-se nas políticas públicas do país. Conforme Mény e Thoenig (1989 apud Zanten, 2011), políticas educativas são "programas de ação governamental, baseados em valores e ideias, direcionados ao público escolar e implementados pela administração e pelos profissionais da educação" (p. 640).

Compreender as políticas educativas requer conhecimento sobre educação, contextos globais e específicos, e a evolução dos sistemas. Segundo Locke (2012), a educação é um meio privilegiado de mediação entre os indivíduos e a sociedade. Em outras palavras, é um fator crucial para o desenvolvimento, sendo prioritária devido à sua importância nas esferas social, económica, científica, cultural e tecnológica.

Na Guiné-Bissau, a integração em organizações educativas regionais e internacionais tem proporcionado experiências que contribuem para a transformação do contexto educativo (MEN-PNA, 2003). A participação massiva da população escolarizada reflete estas transformações, promovendo a consciencialização cívica. A educação, enquanto bem público, exerce impacto direto na qualidade de vida e no bem-estar dos cidadãos (Bourdieu, 2010). Uma sociedade com cidadãos bem formados evidencia a eficácia das políticas educativas, que se traduzem em reconhecimento social e oportunidades profissionais (Smith, 2010).

1.1.2. Aumento do interesse em STEM

Na última década, observa-se um crescente interesse em Educação STEM, que se caracteriza pela integração de conhecimentos, métodos e conceitos de diversas disciplinas (Baioa & Carreira, 2018). O acrónimo STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) identifica quatro áreas fundamentais da educação científica e tecnológica, articuladas de forma estratégica para potenciar a aprendizagem e o desenvolvimento de competências (Menezes, 2018).

Em todo o mundo, diversas nações implementaram projetos de abordagem STEM em escolas públicas, refletindo um aumento do interesse de estudantes e educadores. Este interesse é impulsionado pela consciencialização da importância de disciplinas como ciência,

tecnologia e matemática para o desenvolvimento nacional e para a preparação de jovens para o mercado de trabalho global.

O desenvolvimento de recursos humanos altamente qualificados nas áreas STEM é fundamental para a inovação e progresso tecnológico. A educação STEM proporciona aos alunos competências essenciais para investigação, resolução de problemas, pensamento crítico, trabalho em ambientes tecnológicos e análise de dados, consolidando-se como uma abordagem coesa e multidisciplinar.

A aprendizagem baseada em projetos e a resolução de problemas contribuem para uma mentalidade flexível, criativa e orientada à curiosidade, preparando os alunos para enfrentar desafios do mundo real. Além disso, a educação STEM fomenta a tomada de decisões informadas, fortalece a cidadania científica e promove o interesse por carreiras tecnológicas e científicas, incentivando a inclusão de mulheres e minorias (Granovski, 2018; Reznik, 2022). A educação STEM também aborda questões de sustentabilidade e consciência ambiental, capacitando os alunos a propor soluções para desafios sociais e ambientais, preparando-os para contribuir para um desenvolvimento sustentável.

1.1.3. Iniciativas e programas de formação de professores

O Ministério da Educação e Ensino Superior da Guiné-Bissau (MENES), em parceria com a FEC, através do Programa de Reforço de Capacidades do Sistema Educativo (PRECASE), contribui para a melhoria do sistema educativo por meio da formação de profissionais e do aumento dos padrões de qualidade nos subsistemas pré-escolar, ensino básico e secundário.

Diante do elevado número de professores não diplomados, o programa implementou uma formação descentralizada em quatro Centros de Formação Intensiva:

- **Sector Autónomo de Bissau (SAB)**, incluindo Biombo e Bolama;
- **Sector de Bula**, abrangendo Quinara e Tombali;
- **Sector de Buba**, incluindo Cacheu e Oio;
- **Sector de Gabú**, integrando Bafatá e Gabú.

Cada centro conta com uma equipa de coordenação composta pelos diretores regionais, secretaria, logística do curso e coordenadores de áreas curriculares. Estas equipas são responsáveis pelo planeamento, acompanhamento e avaliação das atividades formativas, apoiando formadores e formandos durante o curso intensivo e a formação contínua.

O fortalecimento da formação docente tem permitido a adoção de novas metodologias pedagógicas, uso de tecnologias digitais e atualização dos conteúdos STEM, contribuindo para a melhoria da qualidade do ensino.

1.1.4. Parcerias internacionais e apoio externo

A Guiné-Bissau beneficia de parcerias internacionais com organizações como a UNESCO, Banco Mundial e diversas ONGs, que promovem o acesso à educação STEM, fornecendo recursos, infraestrutura e programas de capacitação para alunos e professores.

Estas parcerias possibilitam a implementação de projetos focados em formação de professores, modernização curricular e fornecimento de recursos didáticos e tecnológicos. Além disso, promovem intercâmbio de boas práticas e metodologias inovadoras, como ensino baseado em projetos, aprendizagem por investigação e uso de tecnologias abertas (Chao et al., 2021; OECD, 2022; UNESCO, 2023; Education Cannot Wait, 2024). O apoio externo permite superar limitações estruturais e metodológicas, criando condições para uma educação STEM inclusiva, equitativa e sustentável.

1.1.5. Fomento ao Empoderamento de Meninas e Mulheres em STEM

Nos últimos anos, tem havido um esforço crescente para envolver meninas e mulheres em áreas STEM. Organizações locais e internacionais promovem iniciativas que visam superar barreiras culturais e sociais, incentivando a participação feminina desde os níveis iniciais de ensino.

As principais redes de apoio existentes na Guiné-Bissau incluem:

- **Plataforma Política das Mulheres:** promove a igualdade de género;
- **No Tene Diritu:** combate a violência baseada no género e oferece apoio educativo, psicossocial e jurídico;
- **RENLUV:** implementa projetos de empoderamento de meninas em idade escolar, especialmente em Bafatá e Gabú.

Historicamente, as mulheres foram discriminadas e confinadas a papéis domésticos, enquanto os homens eram reconhecidos como provedores e líderes (Lima, 2009; Lazzarini et al., 2018). Esta estrutura patriarcal contribuiu para a marginalização das contribuições femininas na ciência.

Recentemente, iniciativas de divulgação científica têm buscado valorizar as conquistas das mulheres, promovendo representatividade e inspirando novas gerações a seguir carreiras

STEM (Reznik, 2022). Políticas e programas educativos devem garantir oportunidades desde os ciclos básicos, criando condições para que meninas desenvolvam competências científicas e tecnológicas e alcancem posições de prestígio na ciência e inovação.

1.1.6. Melhora da infraestrutura educacional

Embora ainda existam desafios relacionados à infraestrutura escolar, observa-se um movimento crescente para melhorar as condições das escolas na Guiné-Bissau. A construção de novos centros de ensino, laboratórios de ciências e a distribuição de material pedagógico têm sido impulsionados por parcerias entre organizações internacionais e o governo. Estas melhorias criam um ambiente de aprendizagem mais eficaz e acessível para os alunos. Laboratórios de ciências, por exemplo, são essenciais para a aplicação prática dos conceitos STEM e para estimular o interesse dos estudantes nessas áreas.

Ao abordar a educação de qualidade, é igualmente necessário considerar as instalações físicas onde o conhecimento é transmitido, uma vez que a infraestrutura constitui um elemento fundamental para o ensino. Para além dos edifícios, outros recursos do ambiente escolar, como equipamentos didáticos, são igualmente importantes para a aprendizagem.

Segundo Sátyro e Soares (2007, p.7), “a infraestrutura escolar pode exercer influência significativa sobre a qualidade da educação. Prédios e instalações adequadas, existência de biblioteca escolar, espaços esportivos e laboratórios, acesso a livros didáticos e materiais pedagógicos, relação adequada entre o número de alunos e o professor na sala de aula e maior tempo efetivo de aula, por exemplo, possivelmente melhoram o desempenho dos alunos”.

Garantir uma educação de qualidade implica não apenas equipar e organizar as estruturas físicas das escolas, mas também protegê-las de influências políticas, religiosas ou outras que possam afetar negativamente o funcionamento das atividades. É essencial criar condições adequadas para os docentes, especialmente no que respeita à formação contínua, sem descuidar a capacitação de administradores, orientadores, psicólogos, assistentes sociais, bibliotecários, supervisores e outros profissionais que colaboram com os professores.

De acordo com Garcia, Prearo e Romeiro (2014, p.3), a infraestrutura escolar é determinante para o desempenho académico. Estudantes que frequentam instituições bem equipadas tendem a apresentar melhores resultados em comparação com aqueles que estudam em escolas com recursos pedagógicos limitados.

Em termos gerais, a infraestrutura escolar engloba todos os equipamentos e recursos didáticos que estimulam e facilitam a aprendizagem em um ambiente confortável, incluindo

biblioteca organizada, salas de aula bem iluminadas e ventiladas, retroprojetores de qualidade, carteiras adequadas, espaços para atividades artísticas, sanitários, quadras desportivas, livros didáticos e clássicos, dicionários, entre outros. A falta de investimento e planejamento adequados pode resultar na degradação das escolas públicas, afetando negativamente a qualidade da educação e levando muitas crianças a permanecer fora do sistema ou a receber ensino de baixa qualidade (Sátyro & Soares, 2007).

O abastecimento regular de água e energia elétrica, bem como a manutenção da limpeza e higiene das instalações, é indispensável para a saúde de estudantes e professores e facilita a introdução de recursos tecnológicos nas escolas, dinamizando a aprendizagem. Instalações bem equipadas contribuem para o bem-estar físico e emocional dos estudantes, impactando positivamente o rendimento acadêmico. A ventilação adequada, manutenção regular e higiene das salas de aula, banheiros, bebedouros e cantinas são fundamentais para prevenir problemas respiratórios, desconforto e desatenção.

Um ambiente escolar atrativo estimula o interesse e a curiosidade dos estudantes. Desenhos artísticos, jardins, parques e áreas comuns bem cuidados promovem a criatividade, o envolvimento e a motivação para aprender.

1.1.7. Aumento da Visibilidade de Carreiras STEM

A promoção de carreiras em STEM na Guiné-Bissau visa despertar nos jovens o interesse por oportunidades em setores como tecnologia, engenharia e saúde. Eventos, feiras de ciência e exposições têm mostrado aos estudantes as diversas possibilidades profissionais, aumentando a motivação e a consciência sobre estas áreas.

O aumento da visibilidade destas carreiras contribui para reduzir lacunas entre as competências exigidas pelo mercado de trabalho e a formação recebida nas escolas (UNESCO, 2023). Estudos indicam que a representação de modelos de sucesso em STEM é determinante para motivar jovens, especialmente meninas e estudantes de comunidades sub-representadas (Byars-Winston et al., 2022).

A colaboração entre instituições de ensino, setor privado e organizações internacionais tem-se mostrado vital para capacitar estudantes, oferecer mentorias e estágios, e promover competências digitais (EDC, 2023). A visibilidade das carreiras STEM fortalece a inovação, produtividade e competitividade do país (Falk et al., 2022), sendo um investimento estratégico para o desenvolvimento sustentável e social da Guiné-Bissau.

1.2. Projetos locais de impacto

Iniciativas locais, como clubes de robótica, feiras de ciência e laboratórios escolares, têm surgido em várias escolas e universidades da Guiné-Bissau. Estes projetos permitem que os alunos apliquem conhecimentos STEM para resolver problemas concretos relacionados à agricultura sustentável, saúde pública e energias renováveis.

Tais projetos promovem experiências práticas, despertam curiosidade científica, incentivam o pensamento crítico e fortalecem competências socioemocionais, como empatia, responsabilidade social e trabalho em equipa (Bevan et al., 2022; Goncalves et al., 2021).

Exemplos práticos incluem oficinas de irrigação, protótipos de filtros de água e projetos de energia solar. Essas experiências integram ciência e realidade social, consolidando a aprendizagem baseada em projetos (PBL) e democratizando o acesso à inovação (Kim et al., 2023; UNESCO, 2023).

1.2.1. Aumento da colaboração entre setor público e privado

O setor privado tem demonstrado um interesse crescente em colaborar com o setor público e com instituições de ensino na Guiné-Bissau, principalmente no incentivo a carreiras STEM e na implementação de tecnologias educacionais. Empresas de tecnologia têm apoiado escolas com doações de equipamentos, como computadores, e com recursos diversos. Essas parcerias podem fornecer não apenas suporte material e financeiro, mas também promover programas de mentorias, estágios e desenvolvimento de projetos tecnológicos, preparando os alunos para o mercado de trabalho e alinhando a formação às necessidades do setor produtivo.

A intensificação dessa colaboração revela-se uma tendência estratégica para o fortalecimento da educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) no país. Essas parcerias são essenciais tanto para suprir carências estruturais quanto para aproximar a formação escolar das exigências reais do mercado de trabalho.

Nos últimos anos, empresas de tecnologia e telecomunicações têm investido em iniciativas educacionais que promovem o ensino de ciências e tecnologia. Segundo a OCDE, a participação ativa do setor privado pode acelerar a inovação nas escolas e oferecer novas oportunidades de aprendizagem, como acesso a equipamentos modernos, plataformas digitais e conteúdos atualizados. Na Guiné-Bissau, embora os recursos do Estado sejam limitados, essas parcerias têm permitido doações de computadores, acesso à internet e implementação de programas de capacitação em competências digitais, contribuindo para

reduzir a exclusão digital, um dos principais obstáculos ao avanço da educação STEM (UNESCO, 2023).

Além do apoio material, o setor privado contribui com mentorias, estágios e programas de formação prática. Segundo Marginson et al. (2022), experiências de aprendizagem baseadas em problemas reais do setor produtivo aumentam a relevância da formação acadêmica e preparam os alunos para uma transição mais fluida para o mundo do trabalho. Essa ligação entre escola e mercado é particularmente importante em áreas como engenharia, TIC, energias renováveis e saúde pública.

Outra contribuição relevante é o fomento ao empreendedorismo e à inovação tecnológica local. Um estudo do Banco Mundial (2023) destaca que parcerias com empresas não apenas fornecem recursos financeiros, mas também criam ecossistemas favoráveis à criação de start-ups educacionais, laboratórios de inovação e feiras de ciência, onde os alunos podem aplicar seus conhecimentos de forma prática e criativa.

No entanto, como alertam Unterhalter e Howell (2021), essas colaborações devem ser cuidadosamente planejadas para garantir que os interesses educacionais sejam prioritários e que a equidade no acesso aos benefícios seja assegurada. Isso exige regulação pública adequada e uma visão estratégica de longo prazo por parte do governo e das instituições de ensino.

Quando bem estruturada e orientada pelo interesse coletivo, a colaboração entre setor público e privado constitui uma poderosa alavanca para o desenvolvimento de uma educação STEM robusta, inclusiva e alinhada às necessidades do século XXI. Para a Guiné-Bissau, essa articulação representa uma oportunidade concreta de preparar a juventude para um futuro tecnológico, produtivo e sustentável.

1.2.2. Envolvimento de Organizações Internacionais

Organizações internacionais, como a UNESCO e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), têm desenvolvido iniciativas focadas na educação STEM, apoiando a Guiné-Bissau na implementação de políticas educativas mais eficazes e na formação de professores.

O apoio destas organizações contribui para o fortalecimento das políticas educativas, fornecendo financiamento e recursos necessários para programas de capacitação docente, bem como facilitando o acesso a conteúdos pedagógicos atualizados e alinhados com as melhores práticas internacionais.

A educação STEM tem recebido crescente atenção como área estratégica para garantir vantagem competitiva a nível global, dado o seu potencial para desenvolver nos alunos capacidades de pensamento crítico e resolução de problemas complexos em áreas essenciais como saúde, energia e meio ambiente (Robinson, 2016; Durik et al., 2015; Martín-Páez et al., 2019; Struyf et al., 2019).

O aumento da procura por competências STEM tem impulsionado sistemas educativos e decisores políticos a investir no desenvolvimento destas áreas, tanto para suprir a escassez atual como para preparar a força de trabalho futura (English, 2016; Marginson et al., 2013; NAE e NRC, 2014). Planos estratégicos de longo prazo, como os implementados nos Estados do Conselho de Cooperação do Golfo (GCC), destacam a importância de transitar para uma economia baseada no conhecimento e de formar cidadãos altamente qualificados em STEM.

Entre os fatores escolares que influenciam a participação dos alunos em STEM, o currículo assume papel central. Asghar et al. (2012) defendem que deve ser adequado ao desenvolvimento dos alunos e alinhado com padrões educativos de qualidade, sendo determinante para o sucesso das iniciativas STEM. Park et al. (2017) observam que a preparação dos professores para ensinar STEM aumenta com a experiência docente, e atitudes positivas destes em relação à STEM elevam o interesse dos alunos por estas disciplinas (Krapp & Prenzel, 2011). O uso de livros didáticos interativos também contribui para um melhor desempenho académico (Freeman et al., 2014). O reconhecimento das competências por parte de professores e pais reforça o autoconceito e a autoeficácia em ciência, influenciando as escolhas educativas dos alunos (Aschbacher et al., 2010; Bandura et al., 2001; Rodeiro, 2007).

A plena execução do Programa STEM na Guiné-Bissau implicou a colaboração de diversos parceiros, responsáveis pelo apoio financeiro, logístico, técnico e pedagógico. A iniciativa começou com o UNICEF e foi seguida por outras organizações, incluindo UNESCO, PAM, FNUAP, Banco Mundial, PLAN Internacional e SNV, com destaque para os Centros de Formação Intensiva de Professores localizados em Bissau, Bula, Gabú e Buba. Estes centros oferecem cursos intensivos presenciais durante as férias escolares, reunindo formadores e professores-formandos.

Cada parceiro tem objetivos específicos:

- **UNICEF** – Potencializar a definição e execução do Plano de Ensino Básico de Qualidade, assegurando que todas as crianças completem o ciclo do ensino primário, promovendo igualdade de género e empoderamento das mulheres.
- **UNESCO** – Reforçar a formação inicial de docentes, harmonizando-a com a melhoria da qualidade pedagógica, reestruturando, em colaboração com o INDE, os processos formativos, o currículo e o material pedagógico de apoio.
- **PAM** – Garantir a alimentação dos professores-formandos durante os cursos intensivos, promovendo a Cantina Escolar como estratégia para reduzir o abandono escolar e desigualdades de género.
- **FNUAP** – Introduzir componentes curriculares sobre pobreza, saúde, mortalidade materna e infantil, casamento precoce e sustentabilidade ambiental, evidenciando a realidade social, política e económica do país.
- **Banco Mundial** – Apoiar programas educativos e de formação docente, promovendo estratégias de intervenção que melhorem a qualidade do ensino e incentivem a participação comunitária.
- **PLAN Internacional** – Apoiar financeiramente e incentivar a participação de professores-formandos da região de Bafatá, reforçando a educação das raparigas e o acesso à escolarização.
- **SNV** – Colaborar na reestruturação das instituições educativas, fortalecendo a interação entre escolas e comunidades e promovendo a participação local.

Estas parcerias são essenciais para a implementação de uma educação STEM inclusiva, prática e alinhada com padrões internacionais, contribuindo para a capacitação docente e o desenvolvimento educativo sustentável na Guiné-Bissau.

1.2.3. Desigualdade no acesso à educação

A educação é amplamente reconhecida como um instrumento fundamental para o crescimento económico, o desenvolvimento social e a redução das desigualdades. O seu impacto depende não apenas do investimento realizado, mas também da distribuição equitativa dos recursos pela sociedade. Contudo, a nível global, observa-se um desequilíbrio significativo, uma vez que os países diferem na capacidade de promover uma educação de qualidade.

Uma das questões mais críticas é a desigualdade no acesso à educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Regiões de baixo rendimento, sobretudo em África, Ásia e América Latina, enfrentam dificuldades no acesso a escolas e recursos educativos adequados, limitando o desenvolvimento de competências essenciais e comprometendo o potencial económico e social (UNESCO, 2023).

A desigualdade educacional está fortemente associada à desigualdade de rendimento. Estudos mostram uma correlação significativa entre os resultados em exames padronizados e a situação socioeconómica das famílias. Países com maiores níveis de desigualdade de rendimento tendem a apresentar percentagens mais elevadas de população sem conclusão do ensino secundário (OECD, Education at a Glance, 2019).

Ferramentas como o **Programme for International Student Assessment (PISA)** permitem observar estas disparidades, revelando que estudantes de contextos socioeconómicos mais favorecidos apresentam consistentemente melhores resultados em áreas STEM. Schleicher (2022), diretor de Educação da OCDE, sublinha que sistemas educativos equitativos apresentam melhores resultados médios, pois não deixam grandes parcelas da população excluídas da aprendizagem.

Na Guiné-Bissau, a desigualdade manifesta-se também em termos territoriais, com diferenças acentuadas entre áreas urbanas e rurais, refletindo disparidades em infraestrutura, disponibilidade de professores qualificados e acesso a tecnologias digitais.

Especialistas como Reimers e Schleicher (2021) defendem que a promoção da equidade educativa deve ser um eixo central das políticas públicas, implicando a redistribuição de recursos, o apoio a escolas em contextos vulneráveis, o investimento em tecnologias acessíveis e a implementação de iniciativas que ampliem o acesso de raparigas e grupos historicamente marginalizados às áreas STEM.

Combater a desigualdade no acesso à educação STEM é, portanto, uma questão de justiça social e uma necessidade estratégica, especialmente para países como a Guiné-Bissau, na construção de uma base sólida para o desenvolvimento sustentável e a inserção na economia global.

1.2.4. Desafios de Inclusão e Diversidade

Os professores constituem um pilar central para o fortalecimento da educação STEM. A qualidade do ensino depende da formação inicial, do acesso a programas de desenvolvimento profissional contínuo e do reconhecimento social da profissão. Na Guiné-Bissau, persistem desafios significativos relacionados com a capacitação e valorização destes profissionais.

Segundo a UNESCO (2022), a escassez de professores qualificados em áreas científicas e tecnológicas é um dos principais obstáculos à expansão da educação STEM em países de baixo rendimento. Muitas vezes, os docentes não têm acesso a formação específica, limitando a sua capacidade de transmitir conteúdos atualizados e adotar metodologias pedagógicas inovadoras.

Outro desafio é a ausência de programas estruturados de formação contínua. Darling-Hammond e Rothman (2015) destacam que os professores necessitam de oportunidades permanentes para acompanhar os avanços científicos e tecnológicos, bem como desenvolver competências digitais essenciais na prática pedagógica contemporânea.

A desvalorização social e económica da profissão docente agrava o problema. Salários baixos, condições de trabalho precárias e falta de incentivos dificultam a retenção de talentos e reduzem a motivação dos professores (OCDE, Education at a Glance, 2023), perpetuando desigualdades educacionais e comprometendo áreas cruciais como Matemática, Ciências e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

A valorização da carreira docente deve ser considerada um investimento estratégico, incluindo a melhoria das condições salariais, criação de percursos de progressão profissional, programas de mentoria e redes de partilha de boas práticas pedagógicas (Ingersoll & Collins, 2018). Professores motivados e bem preparados têm impacto direto na aprendizagem e no sucesso académico dos alunos.

Outro desafio global em STEM é a sub-representação de mulheres, minorias raciais e étnicas, e pessoas com deficiência. Incentivar e apoiar a participação destes grupos é essencial para reduzir desigualdades e promover justiça social. A educação inclusiva não se limita à frequência escolar, mas à criação de ambientes que valorizem a diversidade e permitam que todos os alunos atinjam o seu pleno potencial (Costa Neto, 2010; Mello, 1986).

A formação contínua de professores é crucial para responder às necessidades individuais dos alunos, garantindo que a inclusão não seja apenas uma política formal (Herkenhoff, 2011). A colaboração entre escolas, famílias e comunidades é igualmente essencial para criar ambientes educativos verdadeiramente inclusivos.

Estereótipos de género desempenham um papel determinante nas escolhas em STEM. Desde cedo, associações sociais e escolares ligam áreas como programação e tecnologia ao universo masculino, desmotivando raparigas interessadas em Matemática e Ciências. A ausência de modelos femininos reforça esta exclusão.

Estudos indicam que a presença de professoras em Matemática e Ciências aumenta significativamente a participação feminina em cursos superiores nestas áreas (Krapp & Prenzel, 2011). Introduzir aulas de programação desde o ensino básico pode ser uma estratégia eficaz, preparando raparigas para um mercado tecnológico em crescimento, com boas condições salariais e flexibilidade laboral.

Num mundo digital em rápida transformação, capacitar todas as crianças com competências digitais não é opcional, mas uma exigência estratégica para o futuro (Paulo, 2012). A promoção de inclusão e diversidade em STEM representa, assim, um investimento fundamental para construir sociedades mais justas, inovadoras e sustentáveis.

1.2.5. Desatualização curricular

A rápida evolução tecnológica e científica do século XXI impõe desafios significativos aos sistemas educativos: atualizar currículos escolares e universitários de forma coerente com as exigências da sociedade e do mercado de trabalho. Na área STEM, esta necessidade é ainda mais premente, face à emergência de tecnologias como inteligência artificial, big data, biotecnologia e computação quântica.

Contudo, muitos currículos permanecem centrados em modelos tradicionais, baseados na memorização e em conteúdos desatualizados, comprometendo o desenvolvimento de competências essenciais como pensamento computacional, resolução de problemas complexos e literacia científica (Reimers & Schleicher, 2021). Nos países em desenvolvimento, incluindo a Guiné-Bissau, a situação é crítica. Reformas curriculares enfrentam limitações estruturais, como escassez de recursos, falta de formação contínua docente e utilização de materiais pedagógicos obsoletos. A revisão curricular é um fator-chave para garantir uma educação STEM inclusiva e de qualidade, preparando cidadãos para os desafios do século XXI (UNESCO, 2023).

A globalização tem promovido a padronização de currículos, impulsionada por políticas internacionais e avaliações comparativas como o PISA (Caldas, Nobre & Gave, 2011),

contribuindo para a emergência de um “currículo global” orientado para competências transversais, como pensamento crítico, fluência digital e adaptabilidade (Oliveira, 2014). No entanto, essa padronização pode privilegiar as exigências do mercado internacional em detrimento de saberes locais (Bolila & Gómez, 2013). É, portanto, necessário equilibrar a modernização curricular com o respeito pelas realidades culturais, económicas e sociais de cada país.

Para a Guiné-Bissau, investir em políticas curriculares que combinem atualização científica e tecnológica com contextualização local é essencial. Isso implica metodologias ativas, aprendizagem baseada em projetos, uso de tecnologias emergentes e valorização de práticas pedagógicas participativas. A formação contínua de professores é indispensável, uma vez que são os principais mediadores deste processo. Sem docentes preparados para incorporar novas metodologias e conteúdos, qualquer reforma curricular corre o risco de ser meramente formal, sem impacto real na aprendizagem. Superar a desatualização curricular é, portanto, condição fundamental para que a educação STEM contribua efetivamente para o desenvolvimento social, económico e tecnológico da Guiné-Bissau, permitindo a plena participação dos seus cidadãos na economia global do conhecimento.

Capítulo 2 Tentativas dos programas de sensibilização STEM para abordar as questões do ensino STEM

Os programas de sensibilização STEM destacam-se globalmente como estratégias para ampliar o acesso e a qualidade da educação em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Estas iniciativas têm como objetivos promover inclusão e equidade, superar lacunas estruturais, pedagógicas e sociais, além de alinhar os currículos às exigências científicas e tecnológicas contemporâneas, despertando maior interesse dos estudantes.

É importante diferenciar os programas STEM consoante o seu nível de atuação:

1. **Programas comunitários:** Incluem clubes de ciência, feiras tecnológicas locais e oficinas extracurriculares, frequentemente organizados por associações civis, ONGs ou grupos juvenis. Estas iniciativas aproximam a ciência da realidade social imediata e estimulam o interesse dos estudantes através de contextos práticos e quotidianos.
2. **Programas escolares:** Ligados às instituições de ensino formal, envolvem atualização curricular, formação de professores e a criação de laboratórios ou clubes escolares de robótica e experimentação. O principal objetivo é integrar as práticas STEM no processo educativo regular, tornando a aprendizagem mais significativa e alinhada às realidades tecnológicas do século XXI.
3. **Programas nacionais:** Configuram políticas públicas estruturadas, promovidas pelo Estado em articulação com parceiros internacionais e o setor privado. Incluem iniciativas de modernização curricular, capacitação docente em larga escala e estratégias para reduzir desigualdades regionais e de género, garantindo que o ensino STEM seja inclusivo e sustentável em todo o sistema educativo.

A articulação entre iniciativas comunitárias, escolares e nacionais é essencial para superar lacunas estruturais, pedagógicas e sociais. Esta complementaridade permite ampliar o acesso, despertar o interesse dos estudantes e alinhar a formação científica e tecnológica às demandas contemporâneas e locais.

De acordo com Tainara Silva Novaes et al. (2023), os programas de sensibilização STEM são fundamentais para estimular a motivação dos alunos desde as fases iniciais da escolarização, através de experiências práticas e interativas que favoreçam o pensamento crítico e a resolução de problemas. Além disso, estas iniciativas frequentemente incluem atividades extracurriculares, como oficinas, clubes de ciência, feiras tecnológicas e eventos comunitários, contribuindo para a construção de uma cultura científica nas escolas.

No contexto da Guiné-Bissau, estes programas têm-se revelado importantes para enfrentar desafios históricos, como a falta de infraestrutura escolar, o acesso desigual à tecnologia e a escassez de professores capacitados. Segundo a UNESCO (2023), os programas de sensibilização STEM podem mitigar estas barreiras quando articulados com políticas públicas e com o apoio de parceiros internacionais e do setor privado.

Para além de promover o interesse geral por STEM, estes programas abordam a desigualdade de género, um fator crítico no acesso e permanência de meninas em áreas científicas. Estudos da UN Women e UNICEF (2022) indicam que iniciativas que incentivam a participação feminina em atividades práticas, com modelos de referência e mentorias, resultam em maior presença de meninas em cursos de ciência e tecnologia nos níveis secundário e superior. Este esforço é particularmente relevante em contextos culturais e sociais que tradicionalmente afastam as mulheres destas áreas.

Outro aspeto importante é o alinhamento da educação STEM às necessidades locais, incluindo temas como agricultura sustentável, saúde comunitária e energias renováveis. Conforme Freeman et al. (2022), quando os estudantes conseguem relacionar os conteúdos aprendidos com os desafios das suas comunidades, a aprendizagem torna-se mais significativa e transformadora. Esta abordagem contribui também para reforçar a inovação local e a resolução de problemas sociais com base no conhecimento científico.

Por fim, os programas de sensibilização STEM desempenham um papel crucial na revisão curricular, funcionando como ponte entre tendências globais, como inteligência artificial, robótica, sustentabilidade e pensamento computacional, e os sistemas educativos locais. Marginson et al. (2022) sublinham que estas iniciativas podem acelerar a modernização do ensino STEM, desde que acompanhadas de investimento em formação docente e políticas educativas integradas.

Deste modo, os programas de sensibilização STEM representam uma resposta promissora às questões estruturais, pedagógicas e sociais enfrentadas pelo ensino de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática em países como a Guiné-Bissau. Com apoio contínuo e adaptações ao contexto local, estas iniciativas têm o potencial de promover uma educação mais inclusiva, moderna e alinhada com os desafios do futuro.

2.1. Integração das Áreas STEM e Aprendizagem Baseada em Problemas

A integração das disciplinas STEM tem-se mostrado eficaz para estimular a aprendizagem ativa, o pensamento crítico e a resolução de problemas do mundo real. Abordagens como o **Inquiry-Based Learning** e atividades "hands-on" têm sido amplamente utilizadas em iniciativas globais para motivar os estudantes de forma mais significativa (Ríordáin et al.,

2016). Cardoso (2019) destaca que “os jovens conseguem mais facilmente trabalhar as aprendizagens quando estas dizem respeito a aspetos práticos, reais e contemporâneos” (p. 56). Esta articulação entre teoria e prática possibilita uma experiência educativa mais rica e conectada à realidade dos alunos.

O uso de tecnologias digitais é igualmente essencial para esta integração. Cardoso (2013) observa que “a Internet veio alterar as formas de aquisição e de transmissão dos conhecimentos, não só por ter encurtado distâncias e tempos de comunicação, mas também pela quantidade de informação que disponibiliza a todos” (p. 295). Plataformas digitais, laboratórios virtuais, simulações e softwares educacionais criam ambientes de aprendizagem dinâmicos, colaborativos e voltados à experimentação, promovendo criatividade e inovação.

A **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)** no contexto STEM permite que os estudantes se envolvam em investigações reais, levantem hipóteses, analisem dados e proponham soluções para problemas que afetam diretamente as suas comunidades (Ríordáin et al., 2016). Esta abordagem rompe com o ensino tradicional fragmentado, estimulando a construção integrada de saberes de forma prática e colaborativa.

Estudos recentes confirmam os benefícios desta metodologia. Freeman et al. (2022) demonstram que alunos expostos a metodologias ativas e à integração entre disciplinas STEM apresentam melhor desempenho académico, maior motivação e retenção do conteúdo. A ABP contribui também para o desenvolvimento de competências do século XXI, como criatividade, colaboração, comunicação e pensamento crítico, essenciais não apenas para o sucesso académico e profissional, mas também para a cidadania ativa (OECD, 2023).

No contexto guineense, projetos que combinam ABP com STEM em áreas como acesso à água potável, energia solar ou agricultura sustentável ilustram como esta integração gera impactos educacionais e sociais significativos, promovendo o protagonismo juvenil e o uso responsável da tecnologia.

Assim, a integração das áreas STEM com metodologias como a ABP constitui uma estratégia poderosa para transformar o ensino tradicional numa experiência formativa mais rica, relevante e conectada ao mundo real, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, criativos e preparados para os desafios do século XXI.

2.2. Promoção da Participação Feminina e Inclusão de Minorias

A sub-representação de mulheres e minorias em STEM continua a ser um dos maiores desafios globais no campo educacional. Dados da UNESCO (2022) indicam que, embora o número de mulheres em STEM tenha aumentado, estas permanecem sub-representadas em

disciplinas como tecnologia e engenharia, sendo a situação ainda mais grave para minorias raciais e étnicas, sobretudo em países em desenvolvimento.

Iniciativas globais, como *Girls Who Code*, *Black Girls Code*, *TechGirls* e *Stemettes*, têm demonstrado que programas específicos para grupos marginalizados podem diversificar significativamente estas áreas. Estes programas oferecem workshops, mentorias, espaços seguros e comunidades de apoio, incentivando meninas e jovens de diferentes origens a explorar carreiras em tecnologia e engenharia (Ruth, 2021; Reynolds et al., 2020; Saujani, 2020; Gant, 2021; Sager, 2022).

Na Guiné-Bissau, programas semelhantes poderiam ser adaptados ao contexto local, tendo em conta barreiras culturais e sociais, como estigmas de género, acesso limitado à tecnologia e infraestrutura escolar insuficiente (Silva & Gomes, 2021). Parcerias com ONGs, empresas de tecnologia e órgãos governamentais podem criar ecossistemas de apoio que promovam mentorias, recursos educativos e bolsas de estudo, fomentando a participação feminina e de minorias em STEM (Porter, 2023).

Promover a inclusão de mulheres e minorias não é apenas uma questão de justiça social, mas também uma estratégia para maximizar o potencial humano, incentivando o desenvolvimento de competências e inovação em toda a população.

2.3. Revisão Curricular e Formação de Professores

A qualidade do ensino STEM depende diretamente da **formação docente** e da relevância dos currículos escolares. Programas de capacitação oferecidos por organizações internacionais têm procurado alinhar os currículos às necessidades do mercado de trabalho global.

O currículo escolar deve ir além da mera transmissão de conteúdos técnicos ou científicos, incorporando competências transversais como pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade e trabalho colaborativo. Nos últimos anos, organizações como a UNESCO e a OCDE têm promovido revisões curriculares que atualizam conteúdos, reformulam objetivos educativos e preparam os alunos para um mundo em constante transformação.

A revisão curricular implica também a integração de novos tópicos, como robótica, programação e inteligência artificial, e a promoção de metodologias ativas, interdisciplinaridade e contextualização local. Para que estas mudanças tenham impacto real, é indispensável reforçar a formação contínua de professores, capacitando-os no uso de tecnologias digitais, recursos multimédia, plataformas online e estratégias pedagógicas inovadoras (Cardoso, 2013; 2019).

Apesar dos avanços, persistem desafios, como infraestrutura inadequada, excesso de carga horária, falta de valorização profissional e resistência cultural à inovação. Superar estes obstáculos exige políticas públicas consistentes, investimento contínuo, valorização salarial e a criação de redes colaborativas entre professores, investigadores e gestores escolares.

A articulação entre revisão curricular e formação docente é crucial para fortalecer o ensino STEM. Educadores bem preparados, motivados e capacitados para inovar são determinantes para proporcionar uma aprendizagem ativa, inclusiva e alinhada com as exigências do século XXI, garantindo que os estudantes desenvolvam competências relevantes para a vida académica, profissional e cidadã.

2.4. Uso de Tecnologia e Ensino Remoto

A pandemia de COVID-19 acelerou a adoção do ensino remoto, evidenciando o potencial das tecnologias digitais para a continuidade do ensino e a democratização do acesso à educação, sobretudo em áreas STEM. Plataformas como **Khan Academy** e **Coursera** mostraram que é possível disponibilizar conteúdos educativos de qualidade de forma gratuita e acessível, permitindo que alunos de diferentes regiões adquiram competências essenciais (González et al., 2021; Smith et al., 2020; Cohen, 2021).

O ensino remoto também apresenta uma oportunidade de inclusão, especialmente para grupos tradicionalmente marginalizados, como mulheres e minorias. Zhang et al. (2020) ressaltam que a tecnologia pode “nivelar o campo de jogo”, oferecendo acesso equitativo a oportunidades de aprendizagem. No contexto da Guiné-Bissau, onde barreiras culturais e infraestruturais dificultam o acesso à educação STEM, o uso de dispositivos móveis e plataformas de baixo custo pode ampliar significativamente a inclusão (Mahat, 2021; Mendes, 2022).

Para garantir eficácia e acessibilidade, os recursos tecnológicos devem ser adaptados às condições locais, incluindo a criação de aplicações educativas leves, funcionais offline e compatíveis com conexões limitadas. A colaboração com organizações internacionais, como UNESCO e Fundação Gates, pode fornecer apoio técnico e financeiro para implementar essas soluções (Santos et al., 2020). Assim, o ensino remoto não apenas mantém a continuidade da aprendizagem em tempos de crise, mas também se apresenta como uma ferramenta estratégica para transformar a educação STEM em contextos de baixa infraestrutura.

2.5. Parcerias com o Setor Privado e ONGs

A colaboração entre governos, ONGs e empresas privadas tem demonstrado eficácia na expansão e fortalecimento de programas STEM. Estas parcerias podem fornecer recursos financeiros, tecnológicos e pedagógicos, além de capacitar professores e criar infraestruturas adequadas para o ensino de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

Empresas de tecnologia, como **Microsoft** e **Google**, contribuem com ferramentas digitais, plataformas de ensino remoto e programas de formação docente (Goh, 2021). Iniciativas globais como **Code.org** exemplificam o impacto de parcerias estratégicas, oferecendo cursos online gratuitos, materiais pedagógicos e eventos de codificação para jovens, com especial atenção à inclusão de meninas e minorias (Smith et al., 2021).

ONGs desempenham papel complementar, adaptando iniciativas às necessidades locais, promovendo formação de professores, desenvolvimento curricular e fornecimento de recursos tecnológicos. Exemplos de atuação bem-sucedida incluem a **Fundação Lemann** e a **Global Partnership for Education (GPE)**, que têm contribuído para a melhoria da educação STEM em contextos de baixa infraestrutura (Lemann et al., 2020; GPE, 2021).

Apesar dos benefícios, desafios como disparidades regionais no acesso à tecnologia e sustentabilidade das parcerias exigem atenção. Mendes (2021) destaca que investimentos em infraestrutura digital e formação contínua de professores são essenciais para garantir impactos duradouros. Parcerias público-privadas adaptadas às necessidades locais podem democratizar o acesso à educação STEM e preparar os jovens para o mercado de trabalho global.

2.6. Impactos Locais e Sustentabilidade

Programas locais de STEM, como **clubes de robótica** e **feiras de ciências**, permitem que os estudantes apliquem conhecimentos em problemas reais, promovendo aprendizagens significativas e engajamento comunitário. Projetos focados em agricultura sustentável, energias renováveis e tecnologias locais contribuem para o desenvolvimento de competências práticas, consciência ambiental e cidadania ativa (Jordão & Almeida, 2021; Smith et al., 2020).

A sustentabilidade dessas iniciativas depende da participação ativa da comunidade e de parcerias estratégicas que garantam recursos contínuos, formação docente e manutenção das infraestruturas. ONGs têm sido fundamentais nesse processo, atuando como mediadoras e facilitadoras de recursos (Mendes, 2020). Além disso, o empoderamento das comunidades

loais é crucial para que possam assumir a liderança de projetos STEM, promovendo autonomia e responsabilidade social (Freire, 2020; Caldas et al., 2021).

2.7. Perspetivas de aprendizagem em STEM

A abordagem STEM integra saberes, métodos e conceitos de diversas disciplinas, promovendo uma aprendizagem interativa e conectada à realidade (Baioa & Carreira, 2018; Menezes, 2018). Seu foco na resolução de problemas reais e na inovação permite que os alunos desenvolvam competências transversais, como pensamento crítico, criatividade, colaboração e comunicação, essenciais para o século XXI.

O ensino STEM promove uma articulação estratégica das disciplinas, conectando teoria e prática. Projetos interdisciplinares e atividades experimentais permitem aos estudantes perceberem a aplicabilidade dos conteúdos no mundo real, aumentando motivação e interesse pela aprendizagem (Baioa & Carreira, 2018; Menezes, 2018). Além disso, a abordagem favorece a inclusão de grupos tradicionalmente sub-representados, como mulheres e minorias (Barker et al., 2020).

2.7.1. Enfoques Teóricos e Metodológicos

O ensino STEM pode variar desde abordagens isoladas em cada disciplina até a integração total das quatro áreas, adaptando-se ao nível educativo, contexto sociocultural e objetivos pedagógicos (Tippet & Milford, 2017). Na educação infantil, a ênfase deve estar na resolução de problemas, estimulando observação, questionamento, justificação de ideias e comunicação de resultados (Murcia, Drury & Davier, 2017).

Estratégias metodológicas interativas e baseadas em problemas têm se mostrado eficazes para conectar os alunos ao mundo real, desenvolver competências socioemocionais e preparar para o mercado de trabalho (Cardoso, 2019; Menezes, 2018). Exemplos incluem a aplicação de tecnologias sustentáveis em comunidades rurais, agricultura sustentável e implementação de energias renováveis.

2.7.2. O Papel da Tecnologia na Aprendizagem

A inclusão de ferramentas tecnológicas no ensino STEM é um fator determinante para sua eficiência. Tecnologias digitais possibilitam criar ambientes de aprendizagem dinâmicos e personalizados, incentivando o aprendizado colaborativo e autodirigido. Cardoso (2013) argumenta que as tecnologias ampliam o acesso à informação e promovem novas formas de aquisição de conhecimentos, alinhadas às demandas da era digital.

Plataformas como a Khan Academy e ferramentas interativas de visualização de dados, por exemplo, permitem que os alunos explorem conceitos complexos de maneira acessível e prática. Além disso, o uso de tecnologias emergentes, como realidade aumentada e simulações virtuais, pode enriquecer a experiência de aprendizado e aumentar o interesse dos estudantes em STEM.

A inclusão de ferramentas tecnológicas no ensino de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) tem se tornado um dos principais motores de inovação e transformação na educação. A utilização de tecnologias digitais não só facilita o acesso a conteúdos de qualidade, como também permite a criação de ambientes de aprendizagem dinâmicos, personalizados e interativos. Essas tecnologias promovem uma educação mais inclusiva, ao oferecer oportunidades de aprendizado adaptadas às necessidades individuais de cada aluno, ao mesmo tempo em que incentivam o aprendizado colaborativo e autodirigido.

De acordo com Cardoso (2013), as tecnologias digitais desempenham um papel central no processo de aprendizagem, pois ampliam o acesso à informação e transformam as formas tradicionais de aquisição de conhecimento. A internet e as plataformas digitais permitem que os alunos tenham acesso a recursos educacionais ilimitados, como vídeos tutoriais, artigos científicos e conteúdos interativos, que podem ser utilizados para complementar o material didático tradicional. Essa democratização da informação oferece novas formas de interação e motivação com os conteúdos de STEM, ajustando-se às exigências da era digital, na qual a velocidade da informação e a necessidade de atualizações rápidas são características essenciais.

Por meio de plataformas como a Khan Academy e Coursera, que oferecem cursos gratuitos e acessíveis em diversas disciplinas, incluindo STEM, os estudantes podem aprender autonomamente e no seu próprio ritmo. Essas plataformas ajudam a suprir a desigualdade no acesso à educação, permitindo que alunos de diferentes regiões, como as áreas rurais ou de baixa renda, tenham acesso a conteúdos de alta qualidade, muitas vezes inacessíveis de outras formas.

Além das plataformas tradicionais, o uso de ferramentas interativas de visualização de dados tem ganhado destaque na educação STEM. Ferramentas como o Geómetra, que permitem que os alunos explorem conceitos de matemática e física de maneira visual e interativa, são cada vez mais populares nas salas de aula. A visualização de conceitos complexos de forma dinâmica e interativa torna o aprendizado mais acessível e engajador, especialmente para aqueles que têm dificuldades com abordagens tradicionais de ensino, que são predominantemente teóricas.

Essas ferramentas permitem que os alunos não apenas vejam os conceitos em ação, mas também experimentem com eles, promovendo uma aprendizagem ativa. A utilização de gráficos, simulações e modelagens interativas facilita a compreensão de conteúdos complexos, como fórmulas matemáticas, fenômenos físicos ou análises de dados, de uma forma que seria impossível em um ambiente exclusivamente tradicional.

Tecnologias Emergentes: Realidade Aumentada e Simulações Virtuais

O uso de tecnologias emergentes, como **realidade aumentada (AR)** e **simulações virtuais**, tem se mostrado uma estratégia eficaz para enriquecer a aprendizagem e atrair o interesse dos estudantes para disciplinas STEM. A realidade aumentada permite explorar ambientes e objetos virtuais interativos, sendo útil em áreas como ciências, engenharia e medicina. Por exemplo, é possível visualizar o sistema solar, realizar experimentos químicos em segurança ou examinar estruturas moleculares, sem necessidade de laboratórios físicos.

As simulações virtuais possibilitam que os alunos experimentem com modelos e cenários de difícil recriação física, como processos de engenharia ou fenômenos naturais. Dede (2018) observa que essas simulações criam ambientes imersivos, nos quais os estudantes podem tomar decisões e observar consequências em tempo real, sem custos ou riscos.

Além disso, ferramentas educativas baseadas em **inteligência artificial** permitem personalizar o aprendizado, adaptando conteúdos e ritmos às necessidades individuais, o que é essencial no ensino STEM, dado o nível diverso de compreensão entre os alunos.

A tecnologia também promove **aprendizagem colaborativa**, por meio de plataformas como Google Classroom e Microsoft Teams, permitindo projetos conjuntos, troca de ideias e resolução de problemas em grupo, fortalecendo habilidades socioemocionais e de trabalho em equipa.

2.7.3. Contextualização Cultural e Local

A implementação do ensino STEM deve considerar as particularidades culturais e socioeconômicas de cada região. Na **Guiné-Bissau**, a escassez de infraestrutura escolar e recursos tecnológicos exige soluções criativas, como o uso de materiais recicláveis ou o desenvolvimento de projetos voltados a problemas comunitários.

Baioa e Carreira (2018) enfatizam que o ensino STEM deve partir do cotidiano dos alunos, conectando conceitos escolares a experiências reais. Essa abordagem aumenta a relevância da aprendizagem, promove autonomia e fortalece a confiança dos estudantes na resolução de problemas.

Exemplos práticos incluem:

- Construção de filtros caseiros de água;
- Criação de fogões solares e cataventos artesanais;
- Irrigação eficiente e aproveitamento da água da chuva;
- Desenvolvimento de mapas digitais de recursos locais;
- Projetos envolvendo plantas medicinais e saberes tradicionais.

Essa contextualização cultural contribui para:

1. **Relevância pedagógica** – conteúdos conectados à vida real;
2. **Inclusão social** – valorização de saberes locais e redução de desigualdades;
3. **Efetividade prática** – uso criativo de recursos locais para soluções sustentáveis.

A educação STEM contextualizada fortalece a autonomia intelectual, a identidade cultural, a motivação e o senso de pertencimento dos alunos. Para ser efetiva, requer:

- Formação docente voltada para metodologias ativas e valorização cultural;
- Autonomia pedagógica para adaptar currículos;
- Envolvimento da comunidade;
- Parcerias com ONGs, universidades e instituições locais;
- Avaliação baseada em competências e processos.

2.7.4. Desafios e Oportunidades

Apesar do potencial transformador, a educação STEM enfrenta desafios significativos, incluindo:

- Formação insuficiente de professores (Marginson et al., 2022);
- Currículos desatualizados, distantes das demandas contemporâneas (Beers, 2020; Souza et al., 2022);
- Desigualdade de acesso à tecnologia e infraestrutura (UNESCO, 2023).

Superar estas barreiras exige investimentos em capacitação docente, modernização curricular e políticas públicas que apoiem práticas interdisciplinares e baseadas em projetos (Honey, Pearson & Schweingruber, 2022). Parcerias entre governos, setor privado e ONGs

também são cruciais para criar soluções inclusivas e sustentáveis (Kampylis, Punie & Devine, 2021; Andrade & Lima, 2020).

As oportunidades incluem:

- Desenvolvimento de competências essenciais do século XXI, como pensamento crítico, alfabetização digital e inovação (World Economic Forum, 2023; Costa & Ferreira, 2023);
- Empoderamento comunitário e estímulo à inovação local (Freeman et al., 2022; Tavares & Mendes, 2024);
- Ensino baseado em problemas reais, utilizando recursos locais e promovendo impacto social e ambiental positivo.

Portanto, o fortalecimento do ensino STEM na Guiné-Bissau e em outros países em desenvolvimento deve ser:

- **Contextualizado** – respeitar saberes locais e recursos disponíveis;
- **Colaborativo** – envolver professores, alunos, comunidade e parceiros externos;
- **Transformador** – converter aprendizagem em desenvolvimento social, econômico e sustentável.

A educação STEM, quando implementada de forma estratégica, adaptativa e culturalmente sensível, torna-se uma ferramenta poderosa de inclusão, inovação e transformação social.

Capítulo 3. Metodologia Materiais e métodos

Para responder às questões de investigação delineadas anteriormente, esta dissertação adopta uma **abordagem qualitativa**, envolvendo alunos do ensino básico e secundário em entrevistas aprofundadas. Foram também entrevistados professores do ensino básico, secundário e superior, bem como pais e encarregados de educação, totalizando **150 entrevistas distribuídas por cada grupo**.

Tal como salientam Eva Anduiza et al. (2009), a recolha de dados por entrevistas a informadores-chave é particularmente adequada para obter **dados qualitativos e descritivos**, difíceis de captar através de questionários. Embora esta abordagem apresente limitações no que respeita à quantificação e à seleção dos entrevistados, permite obter informações directamente de pessoas com conhecimento profundo sobre o tema, proporcionando uma exploração detalhada das perspetivas relativamente aos desafios do ensino e aprendizagem das disciplinas STEM.

Flick (2018) reforça a importância das entrevistas qualitativas em contextos educacionais complexos, destacando a sua eficácia em revelar processos subjetivos e interações sociais que moldam práticas pedagógicas. De forma semelhante, Ravitch e Carl (2021) enfatizam que entrevistas semiestruturadas são úteis para compreender perspetivas diversas e contextualizadas, sendo apropriadas para estudos que envolvem múltiplos grupos de participantes em diferentes níveis de ensino.

No contexto STEM, autores como Li et al. (2020) sublinham que **métodos qualitativos** são cruciais para explorar perceções, atitudes e barreiras percebidas por estudantes e professores, permitindo uma análise aprofundada dos fatores que influenciam a motivação e o desempenho. Wang e Spillane (2019) acrescentam que o uso de entrevistas qualitativas possibilita identificar fatores contextuais e institucionais que condicionam a implementação de práticas pedagógicas inovadoras.

3.1. Análise documental

A **análise documental** constitui uma etapa fundamental desta investigação, permitindo compreender o contexto político, institucional e normativo que orienta a implementação do ensino STEM na Guiné-Bissau. Esta análise envolveu documentos oficiais, como planos nacionais de educação, políticas públicas, relatórios institucionais, programas curriculares, bem como artigos científicos e literatura especializada sobre educação STEM em contextos africanos e de países em desenvolvimento.

Segundo Cellard (2019), a análise documental permite compreender a lógica das políticas públicas e os seus efeitos sobre o campo educacional, possibilitando a triangulação com os dados empíricos das entrevistas. Bowen (2022) acrescenta que esta técnica oferece uma visão longitudinal e estrutural das mudanças e permanências nas políticas educativas.

Foram examinados documentos como os **Planos Nacionais de Desenvolvimento Educativo**, relatórios do Ministério da Educação da Guiné-Bissau, diretrizes de programas internacionais (STEM4D) e marcos estratégicos da União Africana e da UNESCO. A análise seguiu **categorias temáticas pré-definidas**, tais como:

1. Objetivos e metas relacionados ao ensino STEM;
2. Estratégias de formação docente;
3. Investimentos em infraestrutura e tecnologia;
4. Propostas de inclusão e equidade educacional.

Organizadas segundo Bardin (2016), estas categorias permitiram uma leitura sistemática e a articulação dos dados documentais com as entrevistas, aumentando a consistência e profundidade da análise.

3.2. Técnicas de Recolha de Dados

As técnicas de recolha de dados referem-se aos métodos específicos utilizados para obter informações relevantes e válidas que respondam aos objetivos de investigação. No âmbito da investigação qualitativa em educação, estas técnicas permitem captar a **complexidade e profundidade das experiências humanas** em contextos educativos. Creswell e Poth (2018) destacam que a escolha das técnicas deve alinhar-se com a natureza das questões de investigação e o paradigma epistemológico adotado.

Autores como Silverman (2020) e Ravitch e Carl (2021) salientam a importância da adequação metodológica ao contexto e aos participantes, destacando técnicas como entrevistas semiestruturadas, grupos focais, observação participante e análise documental. Estas estratégias não apenas recolhem dados, mas também constroem conhecimento através da interação entre investigador e participantes.

Flick (2018) reforça que a credibilidade dos dados qualitativos depende da escolha criteriosa das técnicas e da sua aplicação ética e rigorosa. Em estudos STEM, entrevistas e observações permitem compreender **atitudes, motivações, barreiras e dinâmicas pedagógicas**, aspetos difíceis de capturar por métodos quantitativos (Li et al., 2020; Wang & Spillane, 2019).

A selecção estratégica das técnicas garante **profundidade, relevância e qualidade** dos dados obtidos, contribuindo decisivamente para a robustez das conclusões.

3.3. Questionários

O público-alvo inclui **alunos, professores e pais/encarregados de educação**, garantindo a diversidade de perspetivas que influenciam o processo de ensino e aprendizagem. Creswell e Poth (2018) destacam que a inclusão de múltiplos atores educativos enriquece a análise e permite uma visão mais holística dos fenómenos estudados.

O questionário combina **perguntas fechadas e abertas**, captando dados quantitativos e qualitativos. Perguntas fechadas permitem identificar padrões gerais, enquanto perguntas abertas possibilitam explorar perceções, atitudes e experiências em profundidade (Ravitch & Carl, 2021).

A aplicação em diferentes escolas e regiões da Guiné-Bissau garante **representatividade** e respeita variações socioculturais e institucionais (Barman, 2020). Akinyemi e Ofem (2022) salientam a necessidade de instrumentos culturalmente adaptados em contextos africanos, especialmente em sistemas educativos com desigualdades estruturais.

Este formato híbrido é adequado para contextos com **pouca pesquisa prévia**, como muitas regiões do Sul Global, permitindo captar a realidade educativa de forma detalhada e contextualizada (Cohen, Manion & Morrison, 2018).

Em suma, o questionário representa uma **opção metodológica sólida**, promovendo a inclusão de múltiplas vozes, respeitando o contexto local e alinhando-se às boas práticas de investigação educacional, oferecendo dados relevantes para a teoria, a prática pedagógica e a política educativa na Guiné-Bissau.

Capítulo 4. Análise Empírica

A educação em **Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM)** constitui um pilar essencial para o desenvolvimento socioeconómico de qualquer país no século XXI. Na **Guiné-Bissau**, país em desenvolvimento com desafios educativos específicos, a implementação eficaz de políticas educativas em STEM representa uma oportunidade estratégica para fortalecer setores como agricultura, energia, saúde, telecomunicações e construção.

O sistema educativo guineense, integrado em diversas organizações regionais e internacionais, apresenta sinais de evolução e aprendizagem acumulada, constituindo uma base útil para a transformação do contexto educativo nacional (MEN-PNA, 2003). Contudo, a eficácia das políticas STEM depende fundamentalmente da compreensão das **perceções e expectativas** dos principais atores do processo educativo: professores, alunos e encarregados de educação.

A relevância deste estudo reside no reconhecimento de que STEM fornece as bases técnicas e científicas necessárias para o desenvolvimento sustentável dos setores produtivos estratégicos da Guiné-Bissau. No entanto, a implementação bem-sucedida exige uma compreensão profunda das barreiras **sociais, culturais e económicas**, assim como das expectativas e necessidades específicas de cada grupo envolvido.

A investigação orienta-se pelos seguintes objetivos específicos:

1. Explorar **melhores práticas internacionais** em políticas STEM que possam ser adaptadas à realidade guineense;
2. Identificar **barreiras sociais, culturais e económicas** que afetam a implementação de políticas STEM;
3. Propor diretrizes para a **revisão curricular**, incorporando conteúdos STEM e metodologias de ensino inovadoras.

4.1. Perceções dos Diferentes Grupos de Atores

4.1.1. Professores

Os professores desempenham um papel central na implementação das políticas STEM. As entrevistas revelam perceções comuns relacionadas à formação pedagógica e à necessidade de capacitação contínua em metodologias STEM. A maioria dos docentes reconhece que a sua preparação influencia diretamente a qualidade do ensino. Espera-se que

participem ativamente em programas de formação contínua para fortalecer competências específicas em ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

4.1.2. Alunos

Os alunos valorizam abordagens de ensino **práticas e interativas**, que vão além da mera memorização de conteúdos. São destacados:

- Aprendizagem ativa em laboratório;
- Desenvolvimento de projetos práticos e contextualizados;
- Resolução de problemas do quotidiano;
- Uso de tecnologias educativas modernas.

Estas estratégias favorecem maior engajamento e motivação, sobretudo quando alinhadas com experiências tangíveis no contexto local.

4.1.3. Encarregados de Educação

Os encarregados de educação reconhecem o valor estratégico da educação STEM como ferramenta para ascensão social e académica. Há uma perceção generalizada de que estas disciplinas oferecem melhores oportunidades no mercado de trabalho, em contraste com formações menos aplicáveis. A sua participação ativa é crucial para apoiar políticas e práticas educativas inovadoras.

4.2. Tratamento e Análise de Dados

O tratamento de dados é fundamental para transformar informações em conhecimento significativo. Neste estudo, foram utilizados **métodos de estatística descritiva e análise qualitativa** (Bardin, 2023; Flick, 2022; Field, 2018), permitindo identificar padrões, tendências e relações entre variáveis sociodemográficas, educacionais e culturais.

4.2.1. Pais e Encarregados de Educação

Distribuição Etária

- 18–24 anos: 2,7%
- 25–34 anos: 24,3%
- 35–44 anos: 50%
- 45 anos ou mais: 23%

Predominância da faixa 35–44 anos sugere estabilidade socioeconómica e disponibilidade para envolvimento escolar, enquanto a faixa jovem (18–24 anos) é reduzida, indicando baixa parentalidade precoce (Hoover-Dempsey & Sandler, 2017).

Distribuição por Género

- Masculino: 56,5%
- Feminino: 36,1%
- Prefiro não dizer: 7,5%

A predominância masculina é um dado culturalmente significativo, indicando possível aumento do envolvimento paterno ou especificidades locais.

Nível de Escolaridade

- Ensino fundamental: 11,1%
- Ensino médio: 34%
- Ensino superior: 40,3%
- Pós-graduação: 14,6%

Mais de metade dos participantes possui ensino superior ou pós-graduação, evidenciando **capital cultural elevado** que favorece apoio académico, comunicação eficaz com professores e participação ativa em decisões educativas (Coleman, 1988).

Diversidade Étnica

- Manjaco: 17%
- Pepel: 14,3%
- Beafada: 12,9%
- Mancanha: 11,6%
- Balanta: 10,9%
- Mandinga: 10,2%
- Fula: 10,2%
- Outro: 8,8%
- Prefiro não dizer: 1,4%

A diversidade cultural exige **práticas pedagógicas inclusivas** e materiais didáticos que valorizem diferentes tradições culturais (Gay, 2018).

Estrutura Familiar

- 1–3 filhos: 22,4%
- 4–6 filhos: 57,1%
- 7–9 filhos: 13,6%
- Prefiro não dizer: 6,8%

Famílias numerosas enfrentam desafios no envolvimento parental, exigindo **estratégias escolares de apoio específico**, incluindo flexibilização de horários e programas de suporte económico.

Tipo de Escola Frequentada pelos Filhos

- Pública: 33,3%
- Privada: 23,3%
- Politécnica: 19,9%
- Comunitária: 14,7%
- Ensino doméstico: 3,4%
- Outro: 5,5%

A diversidade institucional reflete diferentes estratégias familiares e níveis de acesso a recursos educativos.

4.2.2. Alunos

Perfil Socioeconómico e Demográfico

- Faixa etária predominante: 25–34 anos (61,3%)
- Género equilibrado: masculino 50,7%, feminino 49,3%
- Escolaridade: ensino superior 48,3%, ensino médio 27,5%

Diversidade Étnica

- Manjaco: 27,3%
- Pepel: 18,3%

- Mancanhi: 13,7%

Conhecimento, Interesse e Participação em STEM

- Familiaridade com STEM: 77,9%
- Interesse elevado (interessado/muito interessado): 89,3%
- Preferência: Tecnologia 40%, Ciências 26%, Matemática 25,3%, Engenharia 8,7%

Participação em Atividades Práticas

- Participação em atividades STEM: 59,3%
- Avaliação positiva das experiências: 73,6%

Barreiras Estruturais

- Falta de recursos: 47,2%
- Escassez de professores qualificados: 22,2%
- Dificuldades de compreensão: 12,5%
- Desinteresse: 10,4%

Propostas de Políticas Públicas

- Formação de professores: 63,9%
- Melhorias em infraestrutura: 53,7%
- Bolsas de estudo: 35,4%
- Parcerias com universidades/empresas: 34%

Temas Emergentes

- Inclusão e acesso às oportunidades
- Valorização da ciência e tecnologia
- Formação de professores como prioridade
- Papel do Estado como agente transformador

4.3. Relacionado aos professores

Para que a educação STEM seja efetiva, é fundamental compreender o perfil sociodemográfico e profissional dos professores, bem como os desafios estruturais e pedagógicos enfrentados em sala de aula. Na Guiné-Bissau, a análise desse panorama revela um cenário complexo, marcado por avanços pontuais e múltiplas limitações.

Este estudo busca compreender como características como idade, gênero, formação, etnia e contexto de atuação dos docentes influenciam a qualidade do ensino, especialmente nas disciplinas STEM. Além disso, são analisadas as percepções dos professores sobre o desempenho dos alunos, os obstáculos enfrentados na promoção do ensino STEM e as atitudes quanto à importância dessas áreas para o futuro educacional do país. A partir disso, são identificadas possíveis estratégias de intervenção para consolidar uma educação mais equitativa, eficaz e voltada ao desenvolvimento científico e tecnológico.

4.3.1. Perfil Sociodemográfico e Formação dos Professores

O corpo docente da Guiné-Bissau é majoritariamente composto por profissionais entre 35 e 44 anos (59,2%), com uma presença significativa também na faixa etária de 25 a 34 anos (31,7%). Trata-se, portanto, de um grupo relativamente jovem, mas já com experiência acumulada, o que favorece a adoção de metodologias inovadoras, como as abordagens STEM. No entanto, essa potencialidade pode ser limitada por fatores como a formação acadêmica: embora 33,8% possuam pós-graduação e 27,5% tenham ensino superior, ainda há 31,7% com apenas ensino médio — o que representa um gargalo importante na qualidade do ensino.

Outro dado relevante é o desequilíbrio de gênero: apenas 29,2% dos professores são mulheres. Essa disparidade pode impactar diretamente na representatividade e no incentivo à participação feminina em áreas STEM, tradicionalmente dominadas por homens, perpetuando estereótipos e barreiras sociais.

A diversidade étnica do corpo docente, composta por grupos como fula (16,8%), Balanta (15,4%), Pepel (14,7%) e Beafada (13,3%), é um ativo importante, mas também exige políticas educacionais culturalmente sensíveis e inclusivas. O respeito às identidades e especificidades culturais pode ser um diferencial no compromisso dos alunos e na promoção de uma educação STEM verdadeiramente equitativa.

4.3.2. Contexto de Atuação e Desempenho dos Alunos

A maioria dos docentes atua no ensino secundário (68,5%), etapa crucial para despertar o interesse dos alunos pelas áreas STEM. Já o tipo de escola varia entre públicas (41%),

politécnicas (31,3%), privadas (17,4%) e comunitárias (7,6%), revelando uma estrutura educacional heterogênea e, por vezes, desigual. Essa variedade institucional implica diferentes condições de trabalho, acesso a recursos e perfis de alunos.

Em relação ao desempenho dos estudantes em matemática e ciências, a avaliação predominante é “média” (46,9%), seguida de “boa” (35%). No entanto, apenas 7,7% dos professores consideram o desempenho excelente, enquanto 10,5% avaliam como fraco ou muito fraco. Essa percepção é reforçada pelos dados sobre interesse e competência: embora 38,5% dos professores identifiquem interesse dos alunos em matemática e 35,7% em ciências, apenas 29,4% e 11,9% observam competência real nessas áreas, respetivamente. Essa lacuna entre interesse e desempenho sinaliza deficiências significativas no processo de ensino-aprendizagem.

4.3.3. Desafios Estruturais e Pedagógicos para a Educação STEM

A promoção da educação STEM enfrenta diversos entraves. Os principais desafios apontados pelos docentes incluem a falta de financiamento (49,3%), escassez de instalações e equipamentos adequados (48,6%) e a ausência de professores qualificados (26,8%). Esses fatores estão diretamente relacionados à baixa competência dos alunos, principalmente em ciências.

Além disso, a falta de uma cultura STEM consolidada (19%) e de apoio familiar (18,3%) também dificultam a inserção efetiva dessas áreas no currículo escolar. O tempo reduzido destinado a essas disciplinas (8,5%) e a carência de um currículo estruturado (15,5%) contribuem para o quadro preocupante.

Apesar disso, a maioria dos professores (72%) reconhece a importância estratégica da educação STEM, o que representa uma base positiva para a implementação de políticas públicas voltadas à sua promoção.

4.3.4. Análise Qualitativa Integrada

A análise qualitativa dos dados obtidos junto de alunos, professores e encarregados de educação revela um conjunto de categorias emergentes que interagem de forma complexa, afetando diretamente a implementação da educação STEM na Guiné-Bissau. As principais categorias identificadas são: **desigualdade de infraestrutura, formação docente inadequada, motivação discente limitada e ausência de políticas públicas robustas**. A inter-relação entre estes fatores evidencia um ciclo de dificuldades que precisa ser compreendido para o desenvolvimento de intervenções eficazes.

4.4. Desigualdade de Infraestrutura

A escassez de laboratórios, equipamentos e recursos tecnológicos constitui uma das barreiras mais significativas apontadas pelos docentes e alunos. A análise qualitativa das entrevistas indica que a falta de material pedagógico adequado impede a realização de atividades práticas, reduz a aprendizagem experimental e limita a aplicação dos conceitos teóricos.

Os professores ressaltam que a ausência de infraestrutura não apenas compromete a eficácia das metodologias STEM, mas também diminui o interesse e a motivação dos alunos. Por outro lado, alunos que tiveram acesso a experiências práticas destacam o impacto positivo na compreensão de conceitos complexos e no estímulo ao pensamento crítico e à criatividade.

Essa desigualdade é reforçada pelas disparidades entre tipos de escolas: públicas, politécnicas, comunitárias e privadas apresentam níveis distintos de recursos, evidenciando que o acesso a oportunidades de aprendizagem STEM está diretamente condicionado pelo contexto institucional e socioeconômico das famílias.

4.4.1. Formação Docente Imprópria

Outro fator central identificado é a **insuficiente formação pedagógica em STEM**. Muitos professores possuem formação geral ou nível médio, sem capacitação específica nas disciplinas científicas e tecnológicas. As entrevistas revelam que, mesmo entre docentes com formação superior, existe uma lacuna significativa entre o conhecimento teórico e a aplicação prática em sala de aula.

Os professores enfatizam que a formação contínua e específica é essencial para dominar metodologias ativas, planejamento de projetos, integração de tecnologias educativas e adaptação de conteúdos ao contexto local. A ausência dessa formação limita a inovação pedagógica, reforça métodos tradicionais e impede que os alunos desenvolvam competências críticas e práticas nas áreas STEM.

4.4.2. Motivação Discente Limitada

A análise qualitativa evidencia que, embora haja interesse genuíno dos alunos por STEM, este é frequentemente **afetado por fatores estruturais e pedagógicos**. A falta de laboratórios e equipamentos, aliada a práticas de ensino centradas na memorização, resulta em desmotivação e dificuldade de compreensão de conceitos. Observou-se que o engajamento dos alunos aumenta significativamente quando são promovidas atividades práticas, projetos contextualizados e uso de tecnologias interativas. No entanto, a limitação

de recursos e a ausência de estratégias pedagógicas inovadoras mantém parte dos estudantes desmotivados, especialmente em disciplinas como Engenharia, que apresentam baixa atratividade (8,7% de interesse). A motivação dos alunos também é influenciada pelo apoio familiar. Embora muitos encarregados de educação reconheçam a importância da STEM, famílias numerosas ou com menor disponibilidade de recursos enfrentam desafios para apoiar efetivamente os filhos, reforçando desigualdades na aprendizagem.

4.4.3. Ausência de Políticas Públicas Robustas

A análise demonstra que a **falta de políticas públicas claras, estruturadas e de longo prazo** constitui um obstáculo crítico. Embora existam planos e diretrizes nacionais, a implementação é desigual e frequentemente limitada por recursos insuficientes e falta de acompanhamento estratégico.

Docentes e encarregados de educação destacam a necessidade de políticas que priorizem:

- Formação contínua de professores;
- Investimentos em infraestrutura escolar;
- Inclusão de metodologias práticas no currículo;
- Parcerias entre escolas, universidades e setor privado.

A ausência de políticas robustas compromete a consistência e a sustentabilidade das iniciativas STEM, perpetuando lacunas de acesso e qualidade.

4.4.5. Inter-relação e Ciclo de Dificuldades

As categorias emergentes estão interligadas, formando um ciclo de dificuldades:

1. A **falta de infraestrutura** limita atividades práticas, reduzindo a motivação dos alunos;
2. A **formação docente inadequada** impede o uso eficaz de metodologias ativas e inovação pedagógica;
3. A **motivação discente limitada** impacta o desempenho e o interesse contínuo em STEM;
4. A **ausência de políticas públicas robustas** dificulta investimentos estruturais e programas de capacitação, perpetuando as desigualdades existentes. Esta interdependência sugere que intervenções isoladas seriam insuficientes, sendo necessário um **planeamento estratégico integrado**, envolvendo escola, família, governo e parceiros internacionais.

4.4.4. Oportunidades e Potencial de Transformação

Apesar das dificuldades, a análise qualitativa evidencia oportunidades significativas para intervenção:

- **Reconhecimento da importância da STEM pelos docentes** (72%) indica abertura para programas de formação contínua e adoção de metodologias inovadoras;
- **Interesse elevado dos alunos** (89,3%) aponta para potencial de engajamento ativo, especialmente em atividades práticas e contextualizadas;
- **Capacidade de apoio dos encarregados de educação**, com alto nível de escolaridade, reforça a possibilidade de fortalecer a colaboração escola-família;
- **Diversidade institucional e cultural** pode ser transformada em vantagem pedagógica, promovendo práticas inclusivas e inovadoras adaptadas ao contexto local.

Em síntese, o panorama empírico revela que a educação STEM na Guiné-Bissau enfrenta desafios estruturais significativos, mas apresenta um **potencial transformador** quando combinadas políticas robustas, formação docente adequada, recursos estruturais e participação ativa de alunos e famílias.

Conclusão

A presente investigação demonstrou que existe uma convergência significativa entre as percepções de professores, alunos e encarregados de educação relativamente à importância da educação STEM na Guiné-Bissau, bem como sobre as características desejadas para a sua implementação eficaz. Esta convergência constitui uma base sólida para o desenvolvimento de políticas educativas sustentáveis, alinhadas com as necessidades reais dos atores do sistema educativo.

O fortalecimento da educação STEM no país exige uma abordagem integrada, que combine a adaptação de melhores práticas internacionais com o reconhecimento e valorização das especificidades socioculturais e económicas locais. As percepções capturadas nesta investigação fornecem um roteiro estratégico para a transformação educativa, evidenciando que o sucesso das políticas dependerá do alinhamento entre os objetivos governamentais, a capacitação docente e o envolvimento ativo de alunos e famílias.

Os dados empíricos indicam que a educação STEM tem o potencial de se tornar um motor de desenvolvimento nacional, fornecendo as competências técnicas e científicas necessárias para o crescimento de setores estratégicos, como agricultura, energia, saúde, telecomunicações e construção. Contudo, a realização desse potencial depende de intervenções coordenadas que abordem as barreiras estruturais identificadas: desigualdade de infraestrutura, formação docente insuficiente, motivação discente limitada e ausência de políticas públicas robustas.

A investigação evidencia que a implementação de reformas educativas bem-sucedidas deve contemplar:

- **Formação contínua e especializada de professores**, capaz de promover metodologias inovadoras e aprendizagem prática;
- **Investimento em infraestrutura e recursos pedagógicos**, garantindo acesso equitativo a laboratórios, tecnologias educativas e materiais didáticos;
- **Políticas públicas integradas e de longo prazo**, que priorizem a inclusão, a equidade e a sustentabilidade das iniciativas STEM;
- **Envolvimento ativo de alunos e famílias**, reconhecendo a importância do capital cultural e do apoio familiar na promoção do sucesso académico.

Além disso, a diversidade cultural e étnica presente no país constitui tanto um desafio quanto uma oportunidade, exigindo abordagens pedagógicas culturalmente responsáveis que

promovam inclusão, valorizem identidades locais e fortaleçam o compromisso das comunidades com o processo educativo.

Em última análise, esta investigação contribui para a construção de um sistema educativo mais eficaz, inclusivo e adaptado ao contexto da Guiné-Bissau, fornecendo evidências para a formulação de políticas e práticas pedagógicas que preparem os jovens para participarem de forma ativa e produtiva na economia do conhecimento do século XXI.

Os resultados e recomendações apresentados representam um ponto de partida para futuras pesquisas e reformas educativas, servindo como referência para intervenções que promovam o desenvolvimento científico, tecnológico e socioeconómico do país. Esta investigação reforça, portanto, a ideia de que a educação STEM não é apenas uma prioridade curricular, mas um instrumento estratégico de transformação nacional, capaz de gerar impacto duradouro na sociedade guineense.

Referências bibliográficas

- Aschbacher, P. R., Li, E., & Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation, and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564–582. <https://doi.org/10.1002/tea.20353>
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 6(2), 85–125. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1340>
- Baioa, A., & Carreira, J. (2018). Iniciativas educacionais e o desenvolvimento de competências para o século XXI. *Revista de Educação Contemporânea*, 23(4), 45–62.
- Baioa, A., & Carreira, S. (2018). Educação e mercado de trabalho: Desafios e perspectivas. *Revista de Educação Contemporânea*, 12(2), 45–60.
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara, G. V., & Pastorelli, C. (2001). Self-efficacy beliefs as shapers of children's aspirations and career trajectories. *Child Development*, 72(1), 187–206. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00273>
- Bonilla, E., & Gómez, J. (2013). Globalização e currículo escolar: Tendências, desafios e oportunidades. *Revista Espaço do Currículo*, 16(3), 1–18.
- Bourdieu, P. (2010a). *A educação e a sua função social: Conhecimento, qualidade de vida e bem-estar*. Editora Educação e Sociedade.
- Bourdieu, P. (2010b). *Escritos de educação*. Editora Vozes.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo* (4ª ed.). Edições 70.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Caldas, J. C., Nobre, M. I., & Gava, R. (2011). A padronização dos sistemas educacionais: Políticas e práticas pedagógicas influenciadas por tendências internacionais. *Revista Brasileira de Educação*, 16(47), 623–642. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782011000300006>
- Cardoso, A. (2013a). *A internet e a transformação no acesso ao conhecimento: Impactos e desafios na educação*. Editora Tecnologia e Educação.
- Cardoso, A. (2013b). *Tecnologias digitais e o acesso ao conhecimento: Novas formas de aprendizagem na era digital*. Editora Educação e Tecnologia.
- Cardoso, A. (2019a). *A aprendizagem prática e a motivação dos jovens: Aspectos reais e contemporâneos*. Editora Educação e Prática.
- Cardoso, A. (2019b). *Tecnologias na educação: O impacto das novas formas de aprendizagem no ensino contemporâneo*. Editora Educação e Tecnologia.
- Costa Neto, A. G. (2010). *Ensino Religioso e as Religiões de Matrizes Africanas no Distrito Federal* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approach* (6ª ed.). SAGE Publications.
- Durik, A. M., Shechter, O. G., Noh, M., Rozek, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2015). Motivating interest in STEM: Interest-enhancing approaches to teaching math and science. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.03.001>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5ª ed.). SAGE Publications.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

Freire, P. (2012). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.

Gomes, S. (2019). Educação inclusiva: Avanços e desafios na construção de uma sociedade mais justa. *Revista de Ciências Sociais*, 28(131), 16–24.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education*. National Academies Press.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). The role of STEM education in fostering a new generation of innovators. *Journal of Educational Research*, 109(4), 200–210. <https://doi.org/10.1080/00220671.2015.1082732>

Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>

Locke, J. (2012). *Some thoughts concerning education* (Edição moderna). Editora Filosofia e Educação.

Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons*. Australian Council of Learned Academies.

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education: A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21592>

Mello, G. N. (1986). *Educação e sociedade: Reflexões sobre a prática educativa*. Editora Cortez.

Menezes, A. (2018). A integração das disciplinas STEM e suas implicações para a educação contemporânea. *Revista de Educação e Tecnologia*, 12(2), 45–60.

Menezes, C. S. (2018). Educação STEM: Estratégias para potencializar a aprendizagem e incentivar a inovação. *Revista de Educação Contemporânea*, 14(3), 123–135.

MEN-PNA (Ministério da Educação Nacional - Programa Nacional de Alfabetização). (2003). *Plano Nacional de Educação*. Ministério da Educação Nacional.

Morrison, J., & Bartlett, C. (2012). STEM education and its global implementation: A review of public-school initiatives. *Journal of Educational Development*, 20(3), 125–139.

Murcia, K., Drury, H., & Davier, M. (2017). STEM na educação infantil: Uma abordagem centrada na resolução de problemas. *Journal of Early Childhood Education*, 29(4), 233–245.

National Academy of Engineering & National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. The National Academies Press.

Ní Ríordáin, M., Johnston, J., & Walshe, G. (2016). Making mathematics and science integration happen: Key aspects of practice. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(2), 233–255. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1026648>

Novaes, T. S., Lins, K. D. S., Seca Neto, A. G., Setti, M. O. G., & Emer, M. C. F. P. (2023). Despertando o interesse de mulheres para os cursos em STEM. In *Anais do WOMEN IN INFORMATION TECHNOLOGY (WIT)*, 17, 103–112. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação.

OECD. (2019). *Education at a glance 2019: OECD indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/eag-2019-en>

Oliveira, M. (2014). *O currículo global: Desafios da educação em uma economia globalizada*. Editora Educação Global.

Park, S., Byun, S. Y., Sim, J., Han, H., & Baek, Y. (2017). Teachers' perceptions and practices of STEM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3039–3061. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00742a>

Paulo, L. (2012). *Educação inclusiva: Caminhos para uma sociedade mais justa e igualitária*. Editora Educação e Sociedade.

Portal IEDE. (n.d.). Desigualdade educacional e desigualdade de renda. <http://www.iede.org.br>

Reis, R. H. dos. (2020). Educação inclusiva: Avanços e desafios na construção de uma sociedade mais justa. *Revista de Ciências Sociais*, 28(131), 16–24.

Ríordáin, M. N., et al. (2016a). Inquiry-based learning and hands-on activities: Global initiatives to motivate students meaningfully. *Journal of Educational Research*, 25(3), 112–127.

Ríordáin, M. N., et al. (2016b). The role of technology in integrating STEM areas: Enhancing learning experiences. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 12–25.

Roberts, D. (2012). *STEM education: Integrando novas abordagens no currículo escolar*. Editora Educação e Inovação.

Robinson, K. (2016). *Creative schools: The grassroots revolution that's transforming education*. Penguin Books.

Rodeiro, M. (2007). Aspirações educacionais e escolhas de carreira: A influência do autoconceito e da autoeficácia. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, 8(2), 45–60.

Smith, A. (2010). *Privilégios educacionais e a transformação social: O papel da aprendizagem na sociedade contemporânea*. Editora Educação e Transformação.

Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: Integrated STEM education as promising practice. *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387–1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1609821>

Tippett, S., & Milford, T. (2017). Exploring approaches to STEM education: From disciplinary focus to full integration. *Journal of STEM Education*, 18(2), 45–58.

UNESCO. (2021). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370215>

UNESCO (2023). Relatório Mundial de Educação 2023