



Formação docente em sala de aula invertida: uma abordagem CTS conjugada à robótica educacional no ensino de física em contexto amazônico

Teacher Training in the Flipped Classroom: A STS Approach Integrated with Educational Robotics for Physics Teaching in the Amazonian Context

Formación docente en el aula invertida: un enfoque CTS combinado a la Robótica Educativa en la enseñanza de física en el contexto amazónico

Luiz Claudio Ferreira de Souza¹

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Pará (PPGEECA/UEPA), Belém, Pará.

Brenda Kerolyn Ferreira Sampaio²

Graduada em Licenciatura em Física pela Universidade do Estado do Pará, Belém, Pará.

Ana Beatriz Nascimento da Silva³

Graduada em Licenciatura em Física pela Universidade do Estado do Pará, Belém, Pará.

José Fernando Pereira Leal⁴

Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Pará (PPGEECA/UEPA)

Recebido em: 04/10/2024

Aceito em: 27/11/2024

Resumo

O cenário desafiador da educação exige alternativas que proporcionem aprendizagens significativas e relevantes para os estudantes. Nesse contexto, o uso de ferramentas tecnológicas, como a robótica, aliado à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade, pode gerar impactos sociais, científicos e tecnológicos por meio de uma aprendizagem interativa e contextualizada, estimulando a criatividade e a resolução de problemas. Este estudo busca analisar as contribuições de uma formação docente em Sala de Aula Invertida aplicada a graduandos de um curso de licenciatura em Física em um contexto amazônico. A pesquisa, de natureza qualitativa e exploratória, utiliza procedimentos de pesquisa-ação e coleta dados por entrevistas, questionários e observação sistemática, analisados com base na metodologia de Bardin. Os resultados indicam que a proposta é uma

¹ luizclaudiobl@hotmai.com .

² brendakfsampaio05@gmail.com .

³ anasilva202333@gmail.com .

⁴ jfpleal@uepa.br .

estratégia eficaz para engajar estudantes em formação docente e superar desafios educacionais, promovendo um ambiente de ensino mais participativo e colaborativo.

Palavras-chave: Formação Docente. Sala de Aula Invertida. Desafios Educacionais.

Abstract

The challenging educational landscape demands innovative alternatives that provide meaningful and relevant learning experiences for students. In this context, the use of technological tools, such as robotics, combined with the Science, Technology, and Society (STS) approach, can generate social, scientific, and technological impacts through interactive and contextualized learning, fostering creativity and problem-solving skills. This study analyzes the contributions of a teacher training program in a Flipped Classroom model applied to undergraduate Physics education students in an Amazonian context. The research, qualitative and exploratory in nature, employs action research procedures and collects data through interviews, questionnaires, and systematic observation, which are analyzed using Bardin's methodology. The findings indicate that the proposal is an effective strategy to engage prospective teachers and addressing educational challenges, creating a more participatory and collaborative teaching environment.

Keywords: Teacher Training. Flipped Classroom. Educational Challenges.

Resumen

El desafiante panorama educativo exige alternativas que proporcionen aprendizajes significativos y relevantes para los estudiantes. En este contexto, el uso de herramientas tecnológicas, como la robótica, combinado con el enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad, puede generar impactos sociales, científicos y tecnológicos a través de un aprendizaje interactivo y contextualizado, estimulando la creatividad y la resolución de problemas. Este estudio tiene como objetivo analizar las contribuciones de una formación docente en el modelo de Aula Invertida, aplicada a estudiantes de un curso de licenciatura en Física en un contexto amazónico. La investigación, de naturaleza cualitativa y exploratoria, emplea procedimientos de investigación-acción y recoge datos mediante entrevistas, cuestionarios y observación sistemática, analizados con base en la metodología de Bardin. Los resultados indican que la propuesta es una estrategia eficaz para involucrar a futuros docentes y superar desafíos educativos, promoviendo un entorno de enseñanza más participativo y colaborativo.

Palabras clave: Formación Docente. Aula invertida. Desafíos Educativos.

Introdução

O ensino de Física é frequentemente considerado problemático devido ao baixo aprendizado significativo entre os estudantes. Segundo Moreira (2021, p.1), essa dificuldade decorre da priorização de um ensino baseado na memorização mecânica de “[...] fórmulas, definições, respostas certas, para serem reproduzidas nas provas e esquecidas logo depois.” O autor argumenta que as escolas não devem ser meros centros de treinamento voltados à preparação dos estudantes para o mercado de trabalho, mas, sim, espaços educacionais que promovam processos de aprendizado mais engajadores, profundos e significativos. Nesse contexto, diversos desafios ao ensino e à aprendizagem em Física são evidenciados, como “[...] conceitos e conceitualização, modelos e modelagem, atividades experimentais, competências científicas, situações que façam sentido, aprendizagem significativa, dialogicidade e criticidade, interesse [...]” (Moreira, 2021, p.1).

Esses desafios refletem a complexidade do processo educacional e apontam para a necessidade de repensar abordagens pedagógicas que favoreçam uma aprendizagem mais efetiva e duradoura, também no ensino superior dos cursos de Licenciatura em Física. Nesse sentido, ações formativas baseadas na robótica educacional têm demonstrado grande potencial, pois articulam teoria e prática e assumem um papel como “[...] recurso tecnológico na formação de estudantes de praticamente todos os níveis de ensino, permitindo que estes interajam com situações desafiadoras e incentivando a busca à resolução de problemas de maneira criativa” (Santos; Sobral Junior, 2020; De Oliveira *et al.*, 2019; Da Silva Pontes, 2022). Essas práticas se tornam ainda mais efetivas quando combinadas com metodologias ativas, que possibilitam ao professor “[...] viabilizar um processo de ensino-aprendizagem à base de conhecimentos interdisciplinares e multidisciplinares para os alunos” (Fernandes; Sant’Ana, 2021), atuando como mediador do processo de ensino-aprendizagem (Lacerda; Strieder, 2019).

Adicionalmente, Moreira *et al.* (2018) destacam o uso da plataforma Arduino como uma ferramenta pedagógica acessível e de fácil manuseio, que pode “[...] potencializar a aprendizagem dos conceitos físicos, tornar as aulas atraentes e motivadoras [...]” (Moreira *et al.*, 2018). Tais abordagens favorecem o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo do docente, tanto em formação inicial quanto continuada, na área de Física (Vilela *et al.*, 2020; Pacca; Villani, 2018). Nesse cenário, o papel do docente ganha relevância, como aponta Studart (2019, p. 20), especialmente no contexto proposto pela Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), uma vez que “[...] reveste-se de grande significado no desenvolvimento dos conhecimentos essenciais, competências, habilidades e aprendizagem dos alunos.” No caso específico do professor de Física, ele é desafiado a “[...] apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas [...]”, incorporando novas abordagens de ensino, como as metodologias ativas (Bacich; Moran, 2018; Paiva *et al.*, 2016).

Além disso, pesquisas no ensino de Física e de Ciências da Natureza indicam alinhamento teórico-metodológico e benefícios formativos quando as estratégias de ensino se conectam à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. De Oliveira e Lima (2023) destacam que essas abordagens possibilitam aos docentes “[...] entendimento sobre as consequências, os riscos, as vantagens e desvantagens do desenvolvimento científico e tecnológico, ao tratarem de um conhecimento científico”.

Diante desse cenário desafiador, em que metodologias tradicionais limitam o aprendizado significativo e há necessidade de formar educadores para lidar com os complexos desafios educacionais da região amazônica paraense, surge a seguinte questão: Como uma formação docente baseada em Robótica Educacional, Sala de Aula Invertida e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade pode

contribuir para a superação das dificuldades no ensino de Física, promovendo uma aprendizagem significativa e contextualizada aos futuros professores do Curso de Licenciatura em Física da Universidade do Estado do Pará?

Com base nos pressupostos teórico-metodológicos apresentados, sugere-se a adoção de uma formação docente em Robótica Educacional guiada pela Sala de Aula Invertida e pela abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. Essa estratégia metodológica é contextualizada no cenário dos alagamentos provocados pelas fortes chuvas nos centros urbanos das cidades da região amazônica paraense durante o “Inverno Amazônico”. Tal contexto serve como motivador para o engajamento no processo de formação inicial docente, conferindo significado aos conceitos construídos durante a formação (Moreira, 2021; De Oliveira *et al.*, 2019). Assim, o objetivo é analisar as contribuições dessa formação docente para enfrentar os desafios educacionais da região amazônica paraense, aplicando-a aos estudantes do Curso de Licenciatura em Física da Universidade do Estado do Pará, com base em pressupostos de aprendizagem significativa fundamentados nas discussões de Moreira (2021).

Pressupostos teóricos da Formação Docente

Moreira (2021) discute o cenário desafiador no ensino de Física no Brasil e leva à reflexão sobre a necessidade de desenvolver propostas educativas voltadas à formação inicial de docentes em Física, que minimamente indiquem possibilidades estratégicas para transpor ou atenuar essas barreiras e promovam um aprendizado significativo e duradouro. Nesse sentido, são pensados aparatos pedagógicos e tecnológicos, como a robótica educacional, para garantir uma formação de qualidade tanto para os alunos da educação básica (Brasil, 2018; Fernandes; Sant’Ana, 2021) quanto para os futuros docentes (Vilela *et al.*, 2020; Pacca; Villani, 2018).

Ainda assim, Vilela *et al.* (2020) apontam inúmeros desafios a serem superados na formação docente de Física, especialmente nos cursos de Licenciatura em Física. Entre esses desafios destacam-se: a necessidade de mais profissionais na área do ensino de Física, a adequação curricular para torná-los mais voltados à formação de professores e às discussões sobre o propósito desses cursos, considerando que “[...] ainda não atravessaram as barreiras das publicações e muitas vezes não fazem parte dos debates em colegiados e/ou em grupos de estudos/pesquisa, o que não impede que as modificações aconteçam, mas as tornam visivelmente lentas” (Vilela *et al.*, 2020, p. 275).

Ao adentrar o cenário desafiador do ensino, concorda-se com as observações de Freire (1987), que ressaltam a necessidade de romper com concepções e estratégias tradicionais de ensino, as quais

reduzem o aprendizado à simples acumulação de conhecimentos científicos. É fundamental superar esses limites e direcionar os estudantes para uma abordagem que favoreça a conscientização crítica de suas práticas e uma perspectiva transformadora sobre o mundo ao seu redor. Nesse contexto, o papel do docente torna-se central no processo educacional, pois ele é responsável por desenvolver estratégias baseadas em uma abordagem crítica e problematizadora, ancorada na realidade dos estudantes. Para Freire, não se trata de “tornar” o estudante ativo de maneira impositiva, mas de criar condições para que, por meio da reflexão crítica, ele reconheça seu papel no mundo e adote uma postura ativa de transformação. Essa transformação constitui o cerne de uma educação verdadeiramente humanizadora e emancipadora (Freire, 1987, p. 34). Além disso, o processo de ensino-aprendizagem se expande ao incorporar discussões sobre aspectos tecnológicos e sociais previamente introduzidos pela Ciência (Krasilchik, 2000).

Por sua vez, Morin (2004, p. 15) complementa que ações nesse sentido podem contribuir para a formação dos docentes, levando-os a compreender que o conhecimento é dinâmico e progressivo, especialmente quando contextualizado. Essas ideias estão alinhadas à resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, que “Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica”. Especificamente no Art. 12, inciso II, alínea b, determina-se que os futuros professores devem construir uma “visão ampla do processo formativo e socioemocional como relevante para o desenvolvimento, nos estudantes, das competências e habilidades para sua vida” (CNE, 2019).

Na perspectiva formativa do docente, a robótica educacional ganha destaque como uma tendência que agrega novas perspectivas à experimentação, muitas vezes inviabilizada em sala de aula, especialmente na Física (De Oliveira *et al.*, 2019; Cavalcante; Rodrigues; Bueno, 2013). Papert (2008) discute essas práticas pedagógicas e afirma que o docente deve preparar um cenário educacional propício para o desenvolvimento da autonomia necessária à construção do conhecimento. Segundo ele, esses docentes “[...] estão, desse modo, declarando sua crença em uma teoria de conhecimento radicalmente diferente, que requer muito mais esforço deles e dos seus alunos” (Papert, 2008, p. 69, 70). Nesse sentido, o docente cria cenários interdisciplinares que possibilitam trabalhos colaborativos entre os estudantes, sobretudo quando se integram práticas de robótica e metodologias ativas. Isso fortalece tanto as relações interpessoais quanto as relações entre alunos e professores (Bacich; Moran, 2018; Paiva *et al.*, 2016; De Oliveira *et al.*, 2019; Cavalcante; Rodrigues; Bueno, 2013).

A integração da robótica educacional ao ensino de ciências, especialmente de Física, configura-se como uma abordagem inovadora e eficaz para superar as limitações do ensino tradicional,

frequentemente criticado por Moreira (2021) como excessivamente mecânico e descontextualizado. Sob a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a robótica educacional possibilita a conexão entre conceitos científicos e a realidade social e tecnológica dos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa (De Oliveira; Lima, 2023; De Oliveira *et al.*, 2019). Por meio de projetos interdisciplinares, os alunos vivenciam situações-problema reais, como o desenvolvimento de soluções tecnológicas para desafios ambientais e sociais, enquanto desenvolvem habilidades críticas e colaborativas. Essa prática não apenas amplia a compreensão dos estudantes sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade, mas também os capacita a refletir e agir de forma transformadora, em consonância com as ideias de Freire (1987) sobre educação emancipadora. Nesse contexto, a robótica atua como uma ponte entre a teoria científica e sua aplicação prática, valorizando a construção progressiva de significados.

Ademais, a robótica educacional, alinhada à abordagem CTS, cria um ambiente propício para a aprendizagem progressiva e dinâmica descrita por Moreira (2021). A resolução de problemas tecnológicos, utilizando plataformas como Arduino e ferramentas como o *Ardublockly*, mencionadas por De Oliveira *et al.* (2019), estimula a curiosidade e favorece a transferência de conhecimentos para novos contextos. Esses processos, fundamentados em metodologias ativas, fortalecem a criticidade necessária para que os futuros cidadãos avaliem as implicações éticas e sociais do avanço científico. Nesse cenário, o docente desempenha um papel central ao criar condições que integram tecnologias e práticas CTS, orientando os estudantes na construção de uma visão abrangente e consciente sobre ciência e tecnologia (De Oliveira; Lima, 2023). Assim, a robótica educacional transcende seu papel como ferramenta pedagógica, transformando-se em um instrumento de transformação social ao promover a formação de cidadãos críticos e engajados.

Entre as metodologias ativas que potencializam essa integração, destaca-se a Sala de Aula Invertida (SAI), que utiliza materiais instrucionais para reverter a lógica da aula tradicional. A SAI aproxima-se do ensino híbrido ao combinar metodologias ativas e tecnologias educacionais, promovendo a autonomia dos alunos e uma educação personalizada que atende às suas necessidades individuais (Stuart, 2019, p. 12). Essa metodologia organiza-se em três etapas principais, a saber: (I) antes das aulas, os alunos estudam materiais instrucionais previamente disponibilizados pelo professor; (II) durante as aulas, participam de discussões e atividades colaborativas; e (III) após as aulas, avaliam a aprendizagem e aprofundam o conhecimento (Bacich; Moran, 2018).

Diante desse cenário, propõe-se que uma Formação Docente em Robótica Educacional, integrada à SAI e fundamentada na abordagem CTS, promova discussões significativas e reflexões críticas. Contextualizada pelos impactos ambientais, como os alagamentos decorrentes das chuvas intensas do

“Inverno Amazônico” nas cidades paraenses, essa formação pode preparar futuros educadores de Física para interagir de forma transformadora com sua realidade. Dessa forma, os docentes estariam aptos a identificar e propor soluções estratégicas para os desafios educacionais e socioambientais da região amazônica, fortalecendo o papel da ciência e da tecnologia na construção de uma sociedade mais consciente e sustentável (De Oliveira *et al.*, 2019; Fernandes; Sant’Ana, 2021; Pacca; Villani, 2018; Lacerda; Strieder, 2019).

Metodologia

Para o desenvolvimento dos aspectos teóricos e metodológicos, utilizaram-se os procedimentos definidos na Pesquisa-Ação, devido à sua natureza coletiva, que favorece as discussões e a produção cooperativa de conhecimentos específicos sobre a realidade vivida (Santos; Sobral Junior, 2020), sendo norteadas por uma abordagem qualitativa com levantamento bibliográfico específico da área, conforme orienta Minayo (2013). Nesse sentido, compreende-se a metodologia científica empregada na pesquisa como mais que uma descrição de métodos e técnicas a serem adotados, pois a metodologia, no que se refere ao trabalho científico, orienta quanto às vinculações que precisam ser feitas com o referencial teórico adotado (Minayo, 2013). Haja vista que o estudo se caracteriza como qualitativo, envolvendo dados sobre a abordagem da realidade e visa pesquisar de que maneira a Robótica Pedagógica possibilita o processo de ensino-aprendizagem dos participantes.

A Pesquisa Bibliográfica possibilitou a compreensão e o aprofundamento do referencial teórico e se estendeu por todo o processo de desenvolvimento das ações da pesquisa. A base metodológica foi norteadas pelas seguintes discussões: referenciais teóricos de aprendizagem (Moreira, 2021), aplicação da estratégia de ensino (De Oliveira *et al.*, 2019; Da Silva Pontes, 2022; Studart, 2019; Pustilnik, 2018; Lacerda; Strieder, 2019; Morelato *et al.*, 2010), teoria da Educação e tecnologia (Papert, 1988) e formação de professores de Física (Vilela *et al.*, 2020; Pacca; Villani, 2018; Oliveira *et al.*, 2022).

Quanto aos objetivos, tratou-se de uma pesquisa do tipo exploratório, pois levantou informações sobre a temática e especificidades no *lócus* da pesquisa, a fim de aprofundar o conhecimento sobre o objeto de estudo ligado à Robótica Educacional e Aprendizagem de Física (Vazzi, 2017).

Por conseguinte, a construção dos dados no *lócus* da pesquisa compreendeu a aplicação de entrevistas semiestruturadas com gravações, questionários semiestruturados e observação sistemática de 24 graduandos do Curso de Licenciatura em Física da UEPA/Campus XX (De Melo; Bianchi, 2015). Esses questionários foram hospedados na plataforma digital *Google Forms*. Para garantir o anonimato dos

participantes da pesquisa, os dados foram organizados e tabulados conforme as codificações Pi (participantes da pesquisa), em que “i” representa o número inteiro sequencial de 1 a 24.

Essa construção dos dados ocorreu ao longo de todo o processo da Formação Docente — antes, durante e após sua realização — e foi direcionada tanto para a Avaliação Diagnóstica quanto para a Avaliação Formativa (Nicol; Macfarlane-Dick, 2006; Studart, 2019). Essas avaliações, fundamentais no contexto da pesquisa, destacam-se como ferramentas indispensáveis para acompanhar o progresso dos participantes. Sua aplicação e interpretação podem ser organizadas com base nos seguintes aspectos:

- **Reconhecimento e caracterização das etapas de aprendizagem dos participantes:** Isso implica em identificar, ao longo do processo formativo, em que momento os alunos se encontram em relação aos seus conhecimentos e habilidades. A avaliação diagnóstica permite que se compreenda o ponto de partida dos participantes, ou seja, seus conhecimentos prévios, e a partir disso, se identifique as etapas subsequentes de aprendizagem. Esse reconhecimento é fundamental para planejar as intervenções pedagógicas de forma direcionada, atendendo às necessidades específicas de cada estudante.
- **Monitoramento qualitativo contínuo da construção do aprendizado:** A avaliação formativa tem um caráter contínuo e reflexivo, ou seja, não se limita a uma avaliação pontual, mas busca acompanhar a evolução do estudante ao longo de todo o processo de aprendizagem. Esse monitoramento qualitativo permite que o professor observe e registre de maneira detalhada como os participantes estão construindo e consolidando seus conhecimentos. Ele pode envolver a análise das interações dos alunos durante atividades práticas, o desenvolvimento de projetos e a reflexão sobre o impacto das metodologias ativas, como a robótica educacional, no processo de aprendizagem. Esse acompanhamento contínuo favorece ajustes pedagógicos em tempo real, aumentando a efetividade do ensino.

Ao adotar esse modelo de avaliação, como sugerido por Nicol e Macfarlane-Dick (2006) e Studart (2019), a pesquisa é enriquecida com dados qualitativos que fornecem uma visão mais profunda sobre o processo de aprendizagem dos estudantes. Isso é particularmente importante em contextos educacionais desafiadores, como o ensino de Física na região amazônica, pois oferece *insights* sobre como os alunos estão engajados com o conteúdo, suas dificuldades e as áreas em que estão progredindo.

Os dados coletados na entrevista semiestruturada e no questionário semiestruturado aplicados ao final da formação docente também foram analisados com base na técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Para estruturar essa análise, seguimos as etapas propostas pela autora: a) pré-análise, que envolveu a sistematização das ideias iniciais; b) exploração do material, com operações de codificação

dos dados; e c) tratamento dos resultados, compreendendo inferências e interpretações. Esse processo foi apoiado pelo software Iramuteq (Sousa, 2021), amplamente utilizado por pesquisadores em diversos contextos para analisar dados qualitativos de maneira colaborativa, seja em tempo real ou de forma assíncrona.

No que se refere aos critérios de seleção dos participantes da Formação Docente, os estudantes foram convidados por meio de um convite direcionado às turmas de Física do campus UEPA/Castanhal. A seleção seguiu parâmetros específicos: foram elegíveis apenas os estudantes regularmente matriculados entre o 1º e o 4º semestres do Curso de Licenciatura em Física, com rendimento acadêmico igual ou superior a oito pontos no histórico escolar. A escolha desse campus como sede das oficinas foi estratégica, pois ele oferecia uma amostragem relevante de estudantes interessados, aumentando a probabilidade de reunir participantes capazes de refletir criticamente sobre a realidade da formação inicial de professores de Física. Além disso, as práticas pedagógicas implementadas durante o curso demonstraram potencial para contribuir significativamente com o desenvolvimento contínuo desses futuros educadores.

Descrição da formação docente

Essa Formação Docente em robótica educacional foi composta por duas oficinas formativas em Ensino de Física integradas pela SAI, com enfoque CTS, seguindo pressupostos de aprendizagem significativa (Moreira, 2021). Durante as oficinas, as atividades de prototipagem virtual e física foram realizadas no laboratório de informática da UEPA/Campus XX. Todos os roteiros das etapas da pesquisa, assim como as atividades programadas e os materiais didáticos, foram disponibilizados em um repositório educacional criado no *Classroom* da plataforma *Google*, seguindo orientações de Assis, Silva e Costa (2021).

As prototipagens virtuais ocorreram na Plataforma Virtual de Simulação de Circuitos Eletrônicos Integrados *TinkerCad*, em que os participantes desenvolveram projetos de circuitos eletrônicos e programação do Arduino (Moreira *et al.*, 2018). Além disso, todos os materiais essenciais para as prototipagens dos projetos virtuais e físicos foram disponibilizados gratuitamente aos participantes pelos pesquisadores e, outros, temporariamente pela UEPA/Campus XX.

A metodologia incentivou um sistema de *feedback* contínuo dos participantes durante o processo formativo. Isso permitiu ajustes em tempo real e garantiu que as necessidades dos futuros professores fossem atendidas de forma mais eficaz.

Dito isso, a Formação Docente ocorreu de 10 a 31 de agosto de 2023, com duração de 22 horas. A seguir, apresenta-se um panorama geral dessa Formação Docente:

1ª Oficina formativa: “Arduino e sua potencialidade no ensino de Física”

Os participantes estudaram os conhecimentos sobre a plataforma Arduino e suas funcionalidades, com ênfase nos recursos pedagógicos relevantes para o ensino de Física, conforme descrito por Moreira *et al.* (2018). Em seguida, promoveram-se discussões colaborativas e reflexivas sobre a aplicabilidade desses conhecimentos na Robótica Educacional. Os vídeos e materiais instrucionais disponibilizados aos participantes no repositório educacional foram usados como aporte teórico para estudos e discussões presenciais com os formadores e outros participantes, assumindo um ambiente colaborativo.

Nessa oficina, foram estudados conceitos básicos sobre o Arduino (Multilógica-Shop, 2021), introdução à elaboração de projetos de prototipação virtual e conceitos sobre Ondulatória e Eletricidade (Halliday; Resnick; Walker, 2016a, 2016b), conforme Quadro 01:

Quadro 01:

Organização dos conteúdos da oficina “Arduino e sua potencialidade no ensino de Física”

AÇÕES	CONTEÚDOS	PROPÓSITO
Conceitos Básicos sobre o Arduino	Pinos digitais; Entradas Analógicas; e Dispositivos e módulos periféricos que podem ser conectados com o <i>Arduino</i> .	Conhecer os componentes do <i>Arduino</i> e suas funcionalidades em circuitos eletrônicos.
Introdução a elaboração de projetos de prototipação virtual no TinkerCad	Semáforos (LEDS e Resistores); Medidor de Distância (Sensor ultrassônico); e Braço Robótico (Servo Motor).	Elaborar projetos de prototipagem que usem o <i>Arduino</i> como controlador de suas ações.
Ondulatória	Comprimento da onda, frequência e período; e Altura, timbre e intensidade sonora.	Discutir os principais conceitos de ondulatória envolvidos em alguns periféricos dos circuitos eletrônicos.
Eletricidade	Tensão elétrica, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica e Potência Elétrica; Elementos de circuito elétrico; e Leis de Ohm, Segurança em eletricidade, Cuidados com equipamentos.	Compreender a importância dos conceitos de eletricidade para a elaboração dos circuitos eletrônicos e funcionalidade dos periféricos agregados ao <i>Arduino</i> .

Fonte: Autores da pesquisa (2023).

Na sequência, foram realizados três encontros com carga horária total de 10 horas, conforme indicado abaixo:

Primeiro Encontro (Duração: 2 horas): Neste encontro, foi apresentada a estrutura organizacional

da proposta, seguida da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e, quando necessário, do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), considerando a participação de graduandos menores de idade. Ao final, aplicou-se um questionário semiestruturado e realizou-se entrevista semiestruturada com gravação para subsidiar a construção dos dados iniciais da pesquisa. Além disso, foram indicados materiais instrucionais para estudo prévio e discussões posteriores em sala de aula.

Segundo Encontro (Duração: 4 horas): Este encontro abordou a introdução e discussão sobre a elaboração de projetos de prototipação virtual utilizando a ferramenta *TinkerCad*. Os estudantes foram incentivados a refletir criticamente sobre as etapas do processo, analisando erros e acertos encontrados tanto nas montagens virtuais quanto nas físicas dos projetos. Ao término, novos materiais de estudo, disponíveis no repositório educacional, foram sugeridos para aprofundamento e continuidade do aprendizado.

Terceiro Encontro (Duração: 4 horas): Durante este encontro, foram realizados estudos introdutórios sobre Ondulatória e Eletricidade, com um enfoque preliminar na abordagem CTS. Os estudantes desenvolveram um projeto de circuito eletrônico no *TinkerCad*, composto por um sensor ultrassônico, um *buzzer* e um monitor serial, com o objetivo de revisar e consolidar os conhecimentos trabalhados até o momento. Ao final da atividade, foram indicados novos materiais instrucionais, que serviram como base para a 2ª Oficina Formativa.

2ª Oficina Formativa: “Elaboração de experimentos virtuais e reais em Robótica Educacional num contexto amazônico como proposta Formativa de Professores de Física”

Essa oficina deu continuidade a 1ª Oficina Formativa, na qual foram elaborados conhecimentos específicos. Nestes encontros, os participantes desenvolveram projetos tanto virtuais quanto físicos em robótica educacional (Pustilnik, 2018), abordando as problemáticas da região amazônica paraense, com foco em suas possíveis soluções. Os encontros foram desenhados para valorizar a qualificação docente desses futuros professores (Vilela *et al.*, 2020; Pacca; Villani, 2018). Através da abordagem CTS, incentivou-se uma imersão nas discussões sobre as questões locais que inspiraram os projetos desenvolvidos (Lacerda; Strieder, 2019). No decorrer do processo, vídeos e materiais didáticos foram novamente disponibilizados no repositório educacional para estudos complementares e futuras rodas de conversas com os pesquisadores e outros participantes.

As atividades ocorreram em grupos de trabalho e foram organizadas do seguinte modo:

Primeiro encontro (Duração: 4 horas): Discussões colaborativas levaram à criação de projetos de prototipagem em robótica, visando soluções para desafios reais na região amazônica. Essas propostas

foram desenvolvidas em grupos de trabalho que promoveram reflexões sobre práticas, possibilidades tecnológicas e científicas, bem como os princípios científicos subjacentes, seguindo uma educação CTS. Para finalizar este encontro, os pesquisadores indicaram novos materiais instrucionais para estudos.

Segundo encontro (Duração: 4 horas): Antes das socializações dos projetos, foi realizada uma mentoria com os grupos de trabalho para sanar as dúvidas e questões levantadas durante os estudos fora de sala de aula. Após a mentoria, iniciaram-se as socializações dos projetos de cada grupo. Posteriormente, utilizou-se uma roda de diálogos para discutir as circunstâncias que influenciaram a seleção de cada situação-problema abordada na prototipagem de seus projetos, bem como o impacto dessas soluções no bem-estar social. Ao concluir essa etapa, sugeriu-se a criação de um projeto/desafio com foco em uma questão local. Especificamente, o projeto visou desenvolver um sistema de monitoramento pluviométrico para canais e vias públicas das cidades, no intuito de detectar enchentes e alagamentos durante o período de chuvas no “Inverno Amazônico” na região amazônica paraense. Por conseguinte, foram indicados novos materiais instrucionais para estudo e, posteriormente, discussão com os pesquisadores e outros participantes.

Terceiro encontro (Duração: 4 horas): Novamente, o encontro foi iniciado com uma mentoria dos grupos de trabalho para discutir os assuntos estudados e esclarecer possíveis dúvidas. Em seguida, realizou-se a socialização dos projetos/desafios, acompanhada por uma roda de diálogo que avaliou a eficácia metodológica da estratégia de ensino e suas contribuições no processo formativo desses futuros educadores de Física. Ao final da formação, foi aplicado outro questionário semiestruturado e foi realizada nova entrevista semiestruturada com gravação para a construção dos dados finais da pesquisa. Reforçamos que a observação sistemática ocorreu durante todo o processo formativo.

Resultados e Discussão

As avaliações diagnósticas e formativas foram realizadas sobre o *corpus* textual, com foco nos seguintes aspectos: (I) o reconhecimento e a caracterização das etapas de aprendizagem dos participantes da pesquisa; e (II) o monitoramento qualitativo contínuo da construção do aprendizado dos estudantes (Nicol; Macfarlane-Dick, 2006; Studart, 2019). Essas avaliações foram fundamentais para uma compreensão mais aprofundada dos aspectos gerais da formação docente, permitindo uma discussão mais detalhada e embasada dos resultados obtidos. Complementando esse processo, aplicamos a análise de conteúdo de Bardin (2016) ao *corpus* textual oriundo da entrevista semiestruturada e do questionário semiestruturado aplicados no final da formação docente, cuja sistematização resultou na elaboração da

Tabela 01, evidenciando as categorias construídas a partir dos dados analisados.

Tabela 1

Categorias iniciais e categoria emergente resultantes da análise de conteúdo de Bardin (2016) aplicada ao *corpus* textual da pesquisa.

Quantidades de unidade de significados	Categorias iniciais	Categoria emergente
18	Suporte tecnológico como recurso pedagógico no processo de ensino	Concepções sócio-educativas integradas à tecnologia na formação docente
22	Potencialidades da linguagem de programação C++	
19	Vivências sobre ensino e aprendizagem na educação CTS	

Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Dito isso, realizamos avaliações diagnósticas e formativas que se articularam com as unidades de significados das categorias iniciais e da categoria emergente (Tabela 01). Esse processo possibilitou identificar que os futuros educadores recorreram ao repositório de recursos educacionais *online*, além de suas experiências e vivências relacionadas à temática proposta, para elaborar e responder às questões centrais de nossa investigação.

As análises realizadas evidenciaram possíveis limitações e predisposições no aprendizado desses estudantes, bem como conceitos alinhados aos pressupostos da aprendizagem significativa. Nesse contexto, destacaram-se tanto as habilidades já consolidadas quanto aquelas ainda em desenvolvimento ou negligenciadas, apontando caminhos para aprimorar a formação docente e o processo de ensino-aprendizagem.

Adicionalmente, essas análises avaliaram o papel participativo e colaborativo dos estudantes ao longo do processo formativo, permitindo ao docente formador construir um perfil educacional das habilidades desses futuros professores.

Conseqüentemente, a estratégia de ensino utilizada buscou promover uma aprendizagem ativa, oferecendo aos participantes a oportunidade de adotar uma postura investigativa e de propor soluções para situações-problema relacionadas a fenômenos naturais que também ocorrem nas regiões da Amazônia paraense. Esse processo possivelmente contribuiu para a formação de futuros docentes mais

críticos e reflexivos, conscientes de sua relevância no processo de ensino-aprendizagem, além de valorizarem ainda mais suas próprias descobertas.

Concepções sócio-educativas integradas à tecnologia na formação docente

Para compreender melhor o panorama da formação inicial dos participantes da pesquisa, revisitou-se as ementas das disciplinas oferecidas até o presente semestre do curso de Licenciatura em Física, com base em seu Projeto Pedagógico. Essa análise permitiu identificar como essas ementas orientam as práticas docentes para uma ensinagem ativa, promovendo cenários problemáticos contextualizados que incentivam a postura autodidata dos estudantes. Além disso, tais práticas contribuem para o fortalecimento da autoestima dos alunos ao colocá-los como protagonistas na exploração de conhecimentos ainda não abordados em sala de aula.

As reflexões deste estudo foram fundamentadas nas análises de respostas dos participantes da formação docente, registradas em perguntas da entrevista semiestruturada (Pesquisadores), elaboradas pelos pesquisadores e aplicadas ao final do processo formativo. Essas respostas permitiram estabelecer relações entre a categoria emergente com as categorias iniciais, aprofundando a compreensão do tema.

Nesse estágio da pesquisa, surgiram discussões significativas sobre “Robótica Educacional”, com ênfase às relações das categorias iniciais “Suporte tecnológico como recurso pedagógico no processo de ensino” e “Potencialidades da linguagem de programação C++” com a categoria emergente “Concepções sócio-educativas integradas à tecnologia na formação docente”. O objetivo da pergunta (Pesquisadores) é investigar as possibilidades pedagógicas e tecnológicas no contexto da formação docente, ampliando o entendimento sobre a integração entre tecnologia e educação.

Pesquisadores: Como os futuros educadores potencializam o pensamento crítico e reflexivo ao assumir a robótica educacional como um viés possível de aprendizado?

Aplicando na Física: criação de ferramentas de laboratório através de sensores [...] aplicação dentro da Robótica: elaboração de projetos voltados para a automação, podendo ser utilizado na construção de dispositivos complexos como robôs (P20).

[...] desenvolver desde tarefas simples como aplicações na linha de comando ou WEB, até sistemas complexos de tempo real, muito usadas no mercado financeiro (P22).

[...] estruturada à objetos [...]. Isso fez o *Arduino* se popularizar rapidamente, pois a linguagem de programação C++, ao ser inserida no *Arduino*, permite que seja conectado a vários objetos, como um motor ou um sensor, entre outros objetos eletrônicos (P23).

Esse pensamento converge com as reflexões de Da Silva Pontes (2022, p. 66) sobre o tema "Robótica Educacional", que destaca o potencial dessa prática pedagógica em promover criatividade, iniciativa e curiosidade nos estudantes. Para alcançar esses resultados, é essencial que as atividades

estejam conectadas às situações reais, envolvendo a resolução de problemas e o desenvolvimento de projetos. Essas práticas fomentam o pensamento crítico e reflexivo, utilizando ferramentas pedagógicas que tornam conceitos abstratos mais acessíveis e aplicáveis, como o pensamento computacional e a computação desplugada, ampliando o engajamento dos alunos.

Moreira (2021) complementa essa visão ao enfatizar que a aprendizagem significativa ocorre de forma progressiva, à medida que os conhecimentos ganham relevância no contexto do ensino. Quando articulada ao enfoque CTS, essa progressividade é potencializada por meio de situações problematizadoras (De Oliveira; Lima, 2023), que estimulam reflexões críticas sobre questões reais. Essas abordagens aprofundam o debate sobre o papel da ciência na resolução de problemas sociais, ambientais e econômicos, com destaque para os desafios regionais, como os enfrentados na Amazônia.

A integração entre robótica educacional e o enfoque CTS, associada à teoria da aprendizagem significativa, demonstra o potencial transformador de práticas pedagógicas que ultrapassam a simples reprodução de conteúdos. Essas práticas incentivam os estudantes a compreender e atuar criticamente em sua realidade, promovendo um aprendizado ativo, contextualizado e conectado às demandas contemporâneas.

Essa análise também permite contrapor a crítica de Moreira (2021) à aprendizagem mecânica, caracterizada pela memorização descontextualizada em detrimento da compreensão. Essa abordagem tradicional diverge dos princípios do enfoque CTS, que propõe uma conexão entre o conhecimento científico, suas aplicações tecnológicas e seus impactos sociais (De Oliveira; Lima, 2023). Por meio de problemas reais e contextos cotidianos, o enfoque CTS possibilita que os estudantes estabeleçam relações significativas entre ciência, tecnologia e os desafios da sociedade, ampliando sua capacidade crítica e reflexiva.

Ao traçar relações entre a teoria da aprendizagem significativa e o enfoque CTS, fica evidente como essas perspectivas contribuem para um ensino mais contextualizado, crítico e relevante. Essa visão fundamentou a análise das respostas da coleta diagnóstica, auxiliando na compreensão das experiências e desafios enfrentados pelos participantes.

Essa temática é aprofundada na categoria emergente ao abordar a pergunta presente no questionário semiestruturado aplicado no final da formação: “Quais medidas poderiam ser tomadas em situações de emergência decorrentes de calamidades públicas provocadas por fenômenos naturais nas grandes cidades?”. Essa discussão ganha relevância ao evidenciar as catástrofes que impactam o meio social, suscitando reflexões críticas sobre o uso de tecnologias, especialmente no âmbito estratégico da prevenção de desastres climáticos, como demonstram os relatos apresentados a seguir:

Um sensor ultrassônico como alerta da comunidade civil quando houver transbordo de canais ou pontos de alagamento em vias de circulação de pedestres e/ou automóveis (P3). [...] durante as chuvas fortes os semáforos poderiam dar sinais específicos para avisar quais ruas estavam alagadas e quais não estavam para que assim eles pudessem se basear e terem um norte para o que fazer durante essa situação (P11).

De acordo com Morelato *et al.* (2010), a robótica educacional combina hardware e software, integrando a lógica à montagem e programação de robôs. Aplicada frequentemente a problemas do mundo real, essa abordagem conecta teoria e prática, facilitando a compreensão de conceitos. No contexto amazônico, a robótica educacional se apresenta como uma ferramenta eficiente para o ensino de Física, promovendo uma aprendizagem significativa e ampliando a aplicabilidade dos conceitos físicos no cotidiano (Moreira, 2021). Como evidenciado por um participante, a robótica proporciona uma “melhor visualização da aplicação dos conceitos físicos”, tornando as aulas mais didáticas e facilitando a aprendizagem.

Essa visão se alinha com a ênfase de Moreira (2021) na construção progressiva e significativa do conhecimento, incentivando a compreensão além da memorização. Quando associada ao enfoque CTS, a robótica educacional reforça a importância de aplicar conceitos científicos para explicar fenômenos cotidianos, estimulando reflexões críticas e práticas que conectam os estudantes ao seu contexto. A articulação entre teoria e prática potencializa a robótica como uma ferramenta transformadora, especialmente em cenários desafiadores como a Amazônia.

Por outro lado, a implementação da robótica educacional em sala de aula apresenta desafios significativos para os futuros educadores de Física. Vilela *et al.* (2020, p. 15) destacam que, para que o ensino de Física seja eficaz e promova aprendizagem significativa, é necessário superar diversos obstáculos, sendo a formação de professores um dos principais. Assim, a formação docente torna-se central para a integração eficaz dessa abordagem inovadora no ensino de Física.

Além disso, os estudantes de Física frequentemente discutem o potencial da robótica educacional na educação básica, visando diminuir as desigualdades e ampliar o acesso ao ensino superior. No entanto, essa abordagem exige a capacitação adequada dos educadores e, por fim, uma reformulação curricular dos cursos de licenciatura em Física (Vilela *et al.*, 2020, p. 3). Essas mudanças são essenciais para consolidar a robótica educacional como uma ferramenta pedagógica eficaz.

Para enriquecer essa discussão, analisamos a aplicação da “Sala de Aula Invertida” no contexto da categoria inicial “Vivências sobre ensino e aprendizagem na educação CTS” que se conecta à categoria emergente “Concepções sócio-educativas integradas à tecnologia na formação docente”. Identificamos que a organização prévia dos materiais didáticos no repositório educacional e a sistematização do ensino

contribuem significativamente para o engajamento dos estudantes em seu processo formativo. Além disso, observamos indícios de desenvolvimento de postura autodidata e fortalecimento da autoestima dos alunos, que, ao assumirem o papel de desbravadores do conhecimento, superam as limitações impostas pela sala de aula tradicional. Esses achados ressaltam o potencial transformador das metodologias ativas em uma educação que privilegia a criticidade e a autonomia do estudante. Para maior reflexão, analisamos algumas das respostas dos participantes à pergunta da entrevista semiestruturada (pesquisadores) aplicada ao final da formação.

Pesquisadores: Como os professores podem se preparar para um ensino mais interativo e centrado no aluno usando a Sala de Aula Invertida?

A metodologia é interessante! Pois, ajudará o professor a organizar melhor os conteúdos a serem ensinados de modo divertido e interativo para seus alunos. Assim, o aluno compreenderá os assuntos com maior facilidade (P6).

É um instrumento de motivação para os estudantes desenvolverem projetos de Física colaborativos, especialmente as atividades realizadas em grupos para a solução de um problema real (P9).

[...] Ajudando de forma significativa no processo de aprendizagem (P19).

Nesse novo cenário educativo, o estudante assume determinadas responsabilidades no seu itinerário formativo, enquanto o professor desempenha uma postura mediadora das ações planejadas para o ensino. Com isso, concordamos com as argumentações de Freire (1987, p. 34) que ressalta a relevância do papel do docente no processo educacional, pois desenvolve estratégias com uma abordagem crítica e problematizadora, fundamentada na realidade dos estudantes. Nessa perspectiva, Lacerda e Strieder (2019) afirmam que

[...] a apropriação e a incorporação de uma orientação CTS, nos cursos de formação de professores, guiadas pela explicitação de dimensões éticas e políticas da educação, e pautadas em princípios e valores de responsabilidade social, como exigências profissionais, podem contribuir para a construção da autonomia docente em uma perspectiva crítica-emancipadora (Lacerda; Strieder, 2019, p.123).

Por sua vez, esse tema é aprofundado na categoria emergente ao abordar a pergunta presente no questionário semiestruturado aplicado no final da formação: "De que forma a estratégia de aprendizagem ativa pode contribuir para o desenvolvimento da autoestima e o incentivo à mentalidade autodidata em ambientes colaborativos?". Nesse contexto, emergem reflexões sobre a estrutura organizacional da SAI, que se apresenta como uma abordagem eficaz ao integrar tecnologias como recursos pedagógicos iniciais e motivadores no processo de aprendizagem de conteúdos de Física. Os participantes destacam as diferentes percepções e adaptações necessárias para potencializar o aprendizado, evidenciando como a

interatividade e a colaboração podem transformar o ensino em uma experiência mais engajante e significativa. Assim, conclui-se que:

[...] aprendemos mais coisas e podemos ver o erro e juntar uma ideia na outra (P1).
Basicamente, e acho que foi bem interessante porque de certa forma nós utilizamos ali a parte tecnológica e tivemos que estudar um pouco algumas coisas a ver com a Física para poder entender e, assim, utilizar. Impulsiona! Dá uma motivação a mais! (P7)
Eu falo pela experiência que eu tive [...] uma forma de trabalhar em que cada um deu a sua ideia [...], todos davam a solução e juntavam num só (P10).
[...] eu não entendia nada de programação ... foram mostrando não tudo, e era um incentivo para estudar mais [...]. Eu busquei o conhecimento necessário e acabei aprendendo mais (P13).
No projeto que fizemos, as nossas ideias se encaixam muito bem. Nós dividimos as tarefas e depois reunimos tudo para avaliar [...] dessa forma o trabalho foi menor [...] cada um fez a sua parte [...] trazia sua ideia e debatíamos (P17).

Conforme ressaltado por Cavalcante, Rodrigues e Bueno (2013), a utilização de ferramentas tecnológicas no desenvolvimento de trabalhos em equipe pode ser uma abordagem eficaz para explorar conceitos físicos em contextos adequados, ao mesmo tempo em que permite a análise dos erros cometidos na construção das soluções para os problemas apresentados. Além disso, essa prática contribui para o enriquecimento da linguagem científica dos estudantes. As ações colaborativas são essenciais para a formação de futuros docentes, pois proporcionam “diferentes olhares sobre um mesmo fenômeno, favorecendo a compreensão da importância da interdisciplinaridade” (Paiva *et al.*, 2016, p. 151).

Dentro das discussões com enfoque CTS, destaca-se a relevância do trabalho em grupo para aumentar a produtividade, sem desconsiderar os aspectos éticos e a responsabilidade dos participantes. Nesse sentido, as equipes discutem questões como privacidade, segurança, efeitos na saúde mental e física, além das responsabilidades dos fabricantes de componentes eletrônicos e educadores no uso dessas tecnologias. Os conceitos de responsabilidade individual e coletiva, como liderança e automotivação, são aprofundados à medida que as funções dos membros da equipe são delineadas, promovendo também a possível colaboração entre diferentes equipes.

Concordamos com Moreira (2021), que afirma que a aprendizagem significativa não só promove a retenção de conhecimento, mas também a habilidade de usá-lo para analisar e intervir em questões sociais. Essa perspectiva está alinhada com o objetivo do enfoque CTS de formar cidadãos críticos e responsáveis, capazes de questionar o uso das tecnologias em diversos contextos, refletir sobre as consequências sociais e ambientais das decisões científicas e participar ativamente da construção de soluções inovadoras para problemas contemporâneos (De Oliveira; Lima, 2023).

Ainda nesse contexto tecnológico voltado ao ensino, destacamos o tema “Integração de Tecnologias”, abordado na categoria inicial “Vivências sobre ensino e aprendizagem na educação CTS”,

que se conecta diretamente à categoria emergente “Concepções sócio-educativas integradas à tecnologia na formação docente”. Nessa perspectiva, observamos a construção de cenários tecnológicos de aprendizagem que incentivam a criatividade e a exploração participativa, permitindo aplicações práticas e promovendo a interdisciplinaridade e a colaboração entre diferentes áreas do conhecimento.

Esses elementos configuram um panorama educacional inovador, que busca integrar de forma eficaz as ferramentas tecnológicas ao processo de ensino. Essa integração não apenas facilita a transmissão do conhecimento, mas também estimula uma aprendizagem significativa, interativa e contextualizada (De Oliveira *et al.*, 2019). Para aprofundar essa análise, consideramos algumas das respostas dos participantes à pergunta da entrevista semiestruturada (pesquisadores), aplicada ao final da formação, a fim de compreender como essas concepções foram assimiladas e aplicadas na prática docente.

Pesquisadores: De que modo a combinação de robótica educacional e sala de aula invertida favorece positivamente a experiência de aprendizado dos estudantes de Física quando contemplam uma educação em CTS?

[...] ajuda nas aulas de eletromagnetismo e outras, melhorando a compreensão dos alunos sobre os assuntos abordados (P2).

A plataforma *TinkerCad* tem diversas ferramentas para o ensino da física, uma delas pode ser as simulações de circuitos elétricos, para diferenciar circuitos em série e paralelo, resistores e etc ... que favorece melhor a compreensão dos assuntos (P8).

É importante para alunos e professores criar projetos interdisciplinares na disciplina de física para que se tenha novas perspectivas de determinada temática (P20).

Diante dessas unidades de significados, percebemos como a integração da Robótica Educacional e a SAI em uma educação CTS pode ser mediada pelo professor, assim oferece uma proposta metodológica inovadora e lúdica, subsidiada em novas vivências formativas. Essa integração aumenta a interação e dinamicidade entre estudantes e formadores, conforme discutido por Fernandes e Sant’Ana (2021. p. 23), e, confirmado no relato do participante P20, ao afirmar que “É importante para alunos e professores criar projetos interdisciplinares na disciplina de física para que se tenha novas perspectivas de determinada temática.”. Por sua vez, não só promove aperfeiçoamento técnico, mas também o desenvolvimento de competências essenciais para a formação docente em sua totalidade, preparando os futuros educadores para enfrentarem os desafios do mundo contemporâneo.

Durante as análises e interpretações das unidades de significado na categoria emergente, torna-se evidente a conexão intrínseca entre os temas “Integração de Tecnologias” e “Impacto Social e Educativo”. Essa relação é claramente demonstrada pelos impactos sociais decorrentes de fortes chuvas que resultam em alagamentos nas vias públicas, especialmente no contexto amazônico paraense. Nesse cenário, surgiu uma pergunta pertinente no questionário semiestruturado aplicado no final da formação: “De que maneira projetos e discussões que conectam teoria à prática social podem sensibilizar os

estudantes para questões sociais e explorar o papel transformador da tecnologia na sociedade?”. A partir dessa questão, os participantes deixaram seus registros:

Identificar o problema, representar a solução de forma clara e específica, procurar soluções criativas para resolver o problema [...] (P2).

O semáforo seria muito importante em casos das ruas e vias alagadas, podendo ser usado para fechar aquelas vias (P8).

[...] ter semáforos mais inteligentes, melhores programados, onde abririam ou fechariam o sinal em determinada situação. [...] (P13).

O semáforo poderia ser realocado onde não existe depressão no solo evitando assim a passagem de pessoas em lugares alagados e perigosos (P23).

Os estudantes elaboram projetos de intervenção em Robótica Educacional com o intuito de discutir possibilidades para minimizar os impactos sociais ocasionados pelas fortes chuvas nas regiões urbanas de cidades. Essa articulação de saberes e práticas os capacitam para lidar com ambientes educacionais dinâmicos e em constante mudança (Fernandes; Sant’Ana, 2021). Em outras palavras, a estratégia de ensino dá um verdadeiro significado ao conhecimento construído ao longo das etapas da Formação Docente, conferindo sentido aos elementos, símbolos, expressões, esquemas e estruturas organizacionais (De Oliveira *et al.*, 2019).

Com o objetivo de aprofundar as percepções dos participantes sobre os impactos sociais ocasionados pelas fortes chuvas em regiões urbanas, demos continuidade às perguntas da entrevista semiestruturada. O foco foi investigar o potencial do projeto do semáforo como um recurso estratégico para mitigar os impactos sociais causados pelas intensas chuvas e alagamentos que afetam os centros urbanos das cidades na região amazônica paraense. Para exemplificar as respostas obtidas, selecionamos uma resposta representativa para cada uma das questões. Nesse contexto, os pesquisadores formularam a pergunta (pesquisadores) aos participantes:

Pesquisadores: O semáforo funciona como um instrumento de controle do tráfego de automóveis e pedestres, principalmente nos perímetros urbanos, orientando o comportamento do cidadão para que evite acidentes. Sendo assim, como o semáforo seria importante para a mobilidade de automóveis e pedestres diante de situações de alagamento?

A função original de um semáforo é de orientar o comportamento dos cidadãos em relação ao trânsito. Então, a sua função não alteraria, mas ele seria de maior ajuda, porque também evitaria frustrações em relação à perda de veículos e possíveis acidentes em cenários de calamidade pública (P1).

Neste contexto, o participante P1 sugere que o uso do semáforo transcende sua função tradicional de controle de tráfego de veículos e pedestres, assumindo uma aplicação inovadora e contextualizada no gerenciamento de emergências. Essa abordagem permite que o futuro docente em

Física amplie sua compreensão epistemológica sobre o objeto de conhecimento, alinhando-se à proposta da Formação Docente de explorar “[...] a capacidade natural da mente de formular e resolver problemas essenciais e, conseqüentemente, promover o uso pleno da inteligência” (Morin, 2011, p. 37). A partir dessa perspectiva, os pesquisadores apresentam a seguinte pergunta (Pesquisadores):

Pesquisadores: No momento atual, estamos presenciando uma situação conhecida como “Inverno Amazônico” que é um período intensamente chuvoso, e como consequência disso ocorrem situações de alagamentos na nossa região. Diante dessa circunstância, construa uma problemática envolvendo o semáforo e a sua relação com os impactos da mobilidade durante uma situação de alagamento.

Eu coloquei que uma rua poderia estar em uma séria situação de alagamento em que não daria para passar. E o semáforo poderia ser uma ferramenta de aviso de alerta para evitar acidentes, já que seria uma situação em que não dava para trafegar (P3).

Na resposta do participante P3, destaca-se que o semáforo desempenha um papel alternativo ao emitir alertas para informar pedestres e condutores sobre áreas com risco de alagamentos durante o tráfego. A emissão desses alertas poderia ser integrada a um sistema de comunicação em tempo real, como aplicativos móveis de mensagens instantâneas de texto, possibilitando uma ampla divulgação à comunidade local. Assim, segundo Lacerda e Strieder (2019), ao adotar uma postura crítica e ético-social, e ao refletir sobre as diversas variáveis envolvidas no processo pedagógico, é necessária intuição e capacidade de improviso. Como consequência, o docente em formação participa ativamente do processo de elaboração de seu próprio conhecimento e, futuramente, trará benefícios a sua região.

Por fim, fizemos a pergunta (Pesquisadores):

Pesquisadores: De acordo com as perguntas anteriores, e com base em seus conhecimentos, qual seria a solução envolvendo o papel do semáforo na sua problemática?

Eu acho que a implantação de sensores no semáforo que controla o mecanismo de acionamento das luzes amarelo ou vermelho poderia emitir sinalização intermitente que representasse uma situação iminente de alagamento naquele perímetro urbano e em suas vias de trânsito. Isso poderia evitar que pedestres e veículos automotores adentrassem nas áreas de risco (P8).

Com base na resposta do participante P8, propõe-se uma nova funcionalidade para o sistema de códigos de cores dos semáforos em situações iminentes de alagamento das vias públicas ou em regiões de mobilidade urbana. Para tal, sugere a inclusão de sensores no projeto eletrônico dos semáforos, permitindo-lhes monitorar em tempo real parâmetros meteorológicos e nível das águas em canais e reservatórios em áreas suscetíveis a alagamentos das cidades, e alertar a sociedade civil. Essa solução previne riscos de acidentes e perdas/danos patrimoniais, como também auxilia a comunidade em situações de emergência.

Neste contexto, evidenciou-se a ocorrência de (re)formulações conceituais significativas nos conhecimentos científicos abordados durante a Formação Docente, valorizando-se as vivências na Amazônia e seu impacto direto na capacitação dos estudantes do curso de Licenciatura em Física diante dos desafios enfrentados na prática docente. Concordamos com Oliveira *et al.* (2022, p. 103) ao destacar que, embora a robótica educacional seja uma ferramenta pedagógica estimulante e criativa, “[...] é necessário que os profissionais envolvidos tenham uma capacitação que ofereça conhecimentos de robótica, envolvendo a programação e a montagem de protótipos”.

De maneira geral, foram identificadas inúmeras vantagens dessa estratégia de ensino na formação inicial dos estudantes de Física. No entanto, também foram apontadas algumas limitações que emergiram durante a execução das etapas da formação, exigindo atenção, discussão e reflexão por parte dos professores formadores. Entre as práticas essenciais, ressaltou-se a importância de realizar uma análise diagnóstica contínua sobre o conhecimento prévio dos participantes em relação aos conteúdos programados e abordados durante as oficinas, utilizando dados coletados antes e durante cada etapa do processo. Com base nessa avaliação diagnóstica, seria necessário planejar ações formativas para nivelar os conceitos teóricos e práticos antes de cada oficina temática. Essa abordagem facilitaria a compreensão dos conteúdos e da estratégia de ensino pelos participantes, potencializando o processo de aprendizagem.

Adicionalmente, foi considerado essencial verificar se esses estudantes de Física estavam, de fato, sendo protagonistas no processo de aprendizagem, assimilando e resignificando suas experiências com base em suas próprias realidades. Esse protagonismo pôde ser percebido na predisposição dos estudantes em realizar suas tarefas de pesquisa e desenvolver seus projetos em robótica. Tal reflexão foi considerada fundamental para assegurar que o ensino fosse eficaz e inclusivo. Nesse sentido, a curadoria da Formação Docente exigiu atenção especial, especialmente na introdução à linguagem de programação C++, considerando que muitos dos participantes tiveram seu primeiro contato com essa ferramenta durante a formação. Torna-se essencial esclarecer, de forma contínua, a lógica de programação e a manipulação da linguagem, bem como abordar erros de código e oferecer uma compreensão mínima das estruturas intrínsecas da programação C++. Esse suporte visa mitigar as dificuldades iniciais dos estudantes e promover uma conexão eficaz entre o software e o hardware.

Outra limitação relevante esteve associada aos recursos financeiros para a aquisição de *kits* de robótica e componentes eletrônicos utilizados nas atividades práticas das oficinas. Esses materiais, por serem dispendiosos, representaram um desafio que poderia comprometer o desenvolvimento das atividades planejadas. Assim, recomenda-se um planejamento cuidadoso do quantitativo de itens

necessários, garantindo que atendam ao número de participantes sem excessos ou carências. Alternativamente, sugere-se a busca por parcerias com instituições ou projetos de financiamento coletivo, visando garantir a sustentabilidade das ações formativas.

Por fim, foi necessário refletir sobre a adequação da carga horária e do número de encontros das oficinas formativas em relação ao planejamento das ações e à disponibilidade de tempo dos estudantes para participar da Formação Docente. Caso fossem identificados conflitos de horários ou necessidade de ajustes no cronograma, essas questões deveriam ser diagnosticadas na avaliação inicial dos participantes, permitindo o replanejamento das ações conforme as demandas de formadores e estudantes. Dessa maneira, seria vantajoso incluir um plano alternativo ou maior flexibilidade no cronograma, assegurando que as necessidades dos participantes fossem contempladas e maximizando os benefícios das atividades.

Considerações Finais

A Formação Docente em Robótica Educacional se configura como uma estratégia metodológica significativa para capacitar e qualificar estudantes da área de Física em contextos amazônicos. Nesse cenário, a interatividade e o engajamento tornam-se fundamentais para enfrentar os desafios educacionais locais, permitindo uma abordagem mais ativa e contextualizada do ensino. A aprendizagem significativa é crucial para esse processo, pois ultrapassa a simples memorização, promovendo uma compreensão profunda e aplicável dos conceitos científicos no cotidiano dos estudantes.

A utilização da plataforma Arduino, nesse contexto, destaca-se como uma ferramenta enriquecedora que estimula a descoberta de novos conhecimentos e a aplicação prática de conceitos de Física, favorecendo uma aprendizagem baseada na resolução de problemas reais, alinhada com os princípios da aprendizagem significativa e do enfoque CTS.

A resolução de problemas e o estímulo ao pensamento crítico, fundamentais para a aprendizagem significativa, favorecem a criatividade dos estudantes, ao promover a construção de cenários educacionais mais participativos e colaborativos. As práticas pedagógicas que utilizam essas ferramentas não apenas reforçam a importância das tecnologias no ensino de Física, mas também ampliam as possibilidades interdisciplinares, essencial para o desenvolvimento de projetos integrados, como circuitos eletrônicos.

Nesse contexto, as plataformas Arduino e *TinkerCad* desempenham um papel central ao alinhar pressupostos pedagógicos voltados para situações-problema do cotidiano dos estudantes, como as enchentes e alagamentos causados pelo “Inverno Amazônico” no estado do Pará. Essa abordagem

concreta, baseada em problemas locais, proporciona uma aprendizagem mais eficaz e significativa, ao integrar conceitos de Robótica Educacional com recursos pedagógicos de eletrônica.

A integração dos princípios da aprendizagem significativa com o enfoque CTS emerge como um diferencial transformador no ensino de Ciências e Física. Essa abordagem rompe com a tradição do ensino mecânico e decorativo, promovendo um aprendizado baseado na compreensão, aplicabilidade e criticidade. Como resultado, os estudantes se tornam protagonistas do processo educativo, sendo preparados para enfrentar desafios científicos, tecnológicos e sociais de maneira ética e sustentável, contextualizada nas especificidades da região amazônica. Esse protagonismo é essencial para o desenvolvimento de cidadãos críticos, que possam analisar e intervir em questões locais e globais com responsabilidade social e ambiental.

A Formação Docente também promove a interdisciplinaridade, conectando conteúdos de Física com outras áreas do conhecimento e ampliando a compreensão dos estudantes sobre a aplicação prática dos conceitos científicos em diferentes contextos. No entanto, os resultados das oficinas formativas indicam tanto desafios quanto possibilidades. Um dos principais desafios está na necessidade de espaços e equipamentos adequados, especialmente para atividades experimentais, algo crucial para a concretização de uma aprendizagem significativa. Apesar dessas limitações, observa-se um ganho na qualidade do ensino, impulsionado por práticas pedagógicas inovadoras e mais cativantes, que apontam para novas estratégias de formação docente na região amazônica. O apoio das instituições de ensino local se revela essencial, não apenas na oferta de infraestrutura de laboratórios de informática e ciências, mas também na promoção de formação contínua para futuros educadores, o que é um requisito básico para consolidar essas práticas no contexto local.

Por fim, os resultados evidenciam o papel crucial da exploração das potencialidades tecnológicas e científicas no ensino de Física, especialmente ao empregar o Arduino como uma estratégia pedagógica integrada à abordagem CTS. Os estudantes enfatizam que o uso do Arduino facilita a integração de diferentes conhecimentos científicos e suas aplicações tecnológicas, representando um indicativo promissor para a aquisição de novos conceitos. Esses aprendizados não só capacitam os participantes a dominar os fundamentos da manipulação do Arduino, mas também os habilitam a utilizar esse conhecimento como uma ferramenta educacional eficaz, capaz de transformar o ensino de Física em uma prática mais contextualizada e significativa.

Assim, a abordagem CTS no ensino de Física se consolida como uma resposta inovadora e contextualizada às situações-problema discutidas ao longo da formação, proporcionando uma aprendizagem significativa que conecta teoria e prática. Esses avanços destacam que a metodologia

fundamentada em Robótica Educacional e SAI constitui uma ferramenta poderosa e transformadora, ao aumentar o engajamento dos estudantes, valorizar o conhecimento local e estimular o desenvolvimento sustentável por meio da educação científica.

Referências

ASSIS, Flávia Cristina de Araújo Santos; SILVA, Joselma; COSTA, Ramon Gomes. **O uso de repositórios educacionais e a prática docente no contexto do ensino remoto**. Revista Devir Educação, Lavras-MG. Edição Especial, p. 430 - 449, 2021. Disponível em:

<<https://devireducacao.ded.ufla.br/index.php/DEVIR/article/view/473>>. Acesso em: 30 jun. 2023.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BNDES, 2020. **Fundo Amazônia: Relatório de Atividades 2020**. Rio de Janeiro: BNDES, 2020. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/21061/3/Fundo%20Amaz%C3%B4nia_RA_2020_port_jun_2021.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, DF, 2018.

CAVALCANTE, Marisa Almeida.; RODRIGUES, Thais Tokashiki Tavares; BUENO, Darlene Andrea. **Controle remoto: princípio de funcionamento (parte 1 de 2)**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 3, p. 554- 565, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n3p554>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

DA SILVA PONTES, Paulo Ricardo; VICTOR, Valcí Ferreira. **Robótica educacional: uma abordagem prática no ensino de lógica de programação**. Revista Sítio Novo, v. 6, n. 1, p. 57-71, 2022. Disponível em: <<https://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/1074/0>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

DE OLIVEIRA, David Gentil; RIBEIRO, Flávia De Cássia Martins; ALBUQUERQUE, Márcia Cristina Palheta; FONSECA, Wellington Da Silva. **Robótica pedagógica na amazônia - aprendizagem significativa e conectividade na educação 4.0**. Anais IV CONAPESC... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/57203>>. Acesso em: 16 mar. 2023.

DE OLIVEIRA, Esteves Fernandes; LIMA, Maria Consuelo Alves. A. **O ensino de Física e a Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade em publicações nacionais na área de ensino**. Revista REAMEC, Cuiabá/MT, v. 11, n. 1, e23069, 2023. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/16489>>. Acesso em: 26 abr. 2024.

DE MELO, Waisenhowerk Vieira; BIANCHI, Cristina dos Santos. **Discutindo estratégias para a construção de questionários como ferramenta de pesquisa**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia,

v. 8, n. 3, p. 43 – 59, 2015. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1946>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FERNANDES, Richard Fernandes; SANT'ANA, Alex Sandro Coitinho. **O ensino de robótica educacional por meio de metodologias ativas: o olhar da fenomenologia para os desafios e possibilidades na prática pedagógica do professor**. Interfaces da Educação, Paranaíba, v. 12, p. 347 - 371, 2021.

Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/4835>>. Acesso em: 14 abr. 2024.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 10ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2016a.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: volume 3: Eletromagnetismo**. 10ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2016b.

KRASILCHIK, Myriam. **Reforma e realidade: o caso do ensino das ciências**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-92, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNni5mtFgzyF/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 23 dez. 2023.

LACERDA, Nília Oliveira Santos; STRIEDER, Roseline Beatriz. **Educação CTS e Formação de Professores: Dimensões a serem contempladas a partir do modelo crítico-transformador**. Revista Educação e Fronteiras On-Line, Dourados/MS, v.9, n.25, p.110-126, 2019. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/educacao/article/view/11015>>. Acesso em: 12 mai. 2024.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde** (13ª Ed). São Paulo, SP: Editora Hucitec, 2013.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 2 ed. rev. São Paulo: Cortez, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **Desafios no ensino da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 43, suppl. 1, e20200451, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxHqLy/?lang=pt>>. Acesso em: 12 mai. 2024.

MOREIRA, Michele Paulino Carneiro; ROMEU, Mairton Cavalcante; ALVES, Francisco Regis Vieira; SILVA, Francisco Roberto Oliveira da. **Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n3p721>>. Acesso em: 16 mar. 2023.

MORELATO, Leandro de Almeida; NASCIMENTO, Ramiz Augusto de Oliveira; D'ABREU, João Vilhete Viegas; BORGES, Marcos Augusto Francisco. **Avaliando diferentes possibilidades de uso da robótica na educação**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 1, n. 2, p. 80-96, 2010. Disponível em:

<<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/11>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

MULTILÓGICA-SHOP, 2023. **Arduino - Guia Iniciante**. Disponível em: <https://multilogica-shop.com/download_guia_arduino>. Acesso em: 12 abr. 2023.

NICOL, David J.; MACFARLANE-DICK, Debra. **Formative assessment and self regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice**. Studies in Higher Education, v. 31, n. 2, p. 199-218, 2006. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03075070600572090>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

OLIVEIRA, Kenia Luiza Rabelo de; DA SILVA, Maria Aparecida de Faria; OLIVEIRA, Márcia; SCARPATI, Rayane; BATTESTIN, Vanessa. **Formação Online de Professores em Robótica Educacional com Práticas no Simulador Tinkercad**. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, v. 5, n. especial, p. 92-105, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/359075362_FORMACAO_ONLINE_DE_PROFESSORES_EM_ROBOTICA_EDUCACIONAL_COM_PRATICAS_NO_SIMULADOR_TINKERCAD>. Acesso em: 06 abr. 2023.

PACCA, Jesuína Lopes de Almeida; Villani, Alberto. **A formação continuada do professor de Física**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 57-71, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ea/v32n94/0103-4014-ea-32-94-00057.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2023.

PAIVA, Marlla Rúbya Ferreira; PARENTE, José Reginaldo Feijão; BRANDÃO, Israel Rocha; QUEIROZ, Ana Helena Bomfim. **Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Revisão Integrativa**. SANARE, Sobral - v. 15 n. 2, p. 145-153, 2016. Disponível em: <<https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049>>. Acesso em: 02 jan. 2023. PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1988.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução Sandra Costa. - ed. rev. - Porto Alegre: Artmed, 2008, 224 p.

PUSTILNIK, Marcelo Vieira. **Robótica educacional e aprendizagem: o lúdico e o aprender fazendo em sala de aula**. 1ª ed., Curitiba: Editora CRV, 2018.

SANTOS, Fernanda Cordeiro; SOBRAL JUNIOR, Geraldo Alves. **A Dimensão da Robótica Educacional Como Espaço Educativo**. Dialogia, São Paulo, n. 34, p. 50-65, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/16715>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

SOUSA, Yuri Sá Oliveira. **O Uso do Software Iramuteq: Fundamentos de Lexicometria para Pesquisas Qualitativas**. Estud. pesqui. psicol., Rio de Janeiro, v. 21, n. spe, p. 1541-1560, 2021. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revispsi/article/view/64034/40275>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

STUDART, Nelson. **Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas**. Revista do Professor de Física, [S.l.] v. 3, n. 3, p. 1-24, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/28857>>. Acesso em: 03 abr. 2024.

VAZZI, Marcio Roberto Gonçalves De. **O Arduino e a Aprendizagem de Física: Um kit robótico para abordar conceitos e princípios do Movimento Uniforme**. 2017. Dissertação (Mestrado em)-

Luiz Claudio de Souza; Brenda Ferreira Sampaio; Ana Beatriz Nascimento da Silva; José Fernando Pereira Leal

Universidade Estadual Paulista, Araraquara – São Paulo, 2017.

VILELA, Paulo Sergio Jesus; SOUSA, Regina Célia; ARANHA, Carolina Pereira; GUERINI, Silvete Coradi. **Reflexões sobre a formação inicial de professores de Física na UFMA**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, [S. l.], v. 11, n. 5, p. 261–280, 2020. Disponível em: <<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/2540>>. Acesso em: 6 abr. 2024.

Revisão textual e de normas da ABNT realizada por: Taleessa Regina Silva Cavalcante.