



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA

PAULO ALVES DE LIMA FILHO

**ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA AO ENSINO DE FÍSICA: UMA ANÁLISE
BIBLIOGRÁFICA DAS PESQUISAS BRASILEIRAS NO PERÍODO DE 2013 A
2022**

MONOGRAFIA

FORTALEZA
2023

PAULO ALVES DE LIMA FILHO

ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA AO ENSINO DE FÍSICA: UMA ANÁLISE
BIBLIOGRÁFICA DAS PESQUISAS BRASILEIRAS NO PERÍODO DE 2013 A 2022

Monografia apresentada ao curso de
Licenciatura em Física, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do grau
de Licenciado em Física.

Orientador: Afrânio de Araújo Coelho

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L71r Lima Filho, Paulo Alves de.

Robótica educacional aplicada ao ensino de Física : uma análise bibliográfica das pesquisas brasileiras no período de 2013 a 2022 / Paulo Alves de Lima Filho. – 2023.
68 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho.

1. Ensino de Física. 2. Robótica educacional. 3. Metanálise qualitativa. I. Título.

CDD 530

PAULO ALVES DE LIMA FILHO

ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA AO ENSINO DE FÍSICA: UMA ANÁLISE
BIBLIOGRÁFICA DAS PESQUISAS BRASILEIRAS NO PERÍODO DE 2013 A 2022

Monografia apresentada ao curso de
Licenciatura em Física, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do grau
de Licenciado em Física.

Orientador: Afrânio de Araújo Coelho

Aprovado em: __ / __ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Paulo e Damiana, por tudo que já fizeram e fazem por mim.

Agradecimentos

À minha mãe, dona Damiana, que apesar da sua pouca formação, me ensinou desde pequeno que estudar é interessante e, saindo de onde saímos, é a melhor maneira de se libertar. Também por me ensinar a ler, escrever e sempre estar presente nas horas de necessidade. Obrigado por me ajudar a passar pela vida, te amo!

Ao meu pai, senhor Paulo Alves, a quem tenho a honra de dividir o nome, por me ensinar a ir atrás dos meus objetivos incansavelmente, a não abaixar a cabeça para ninguém e por criar toda minha família a partir do puro esforço. Se um dia eu conseguir me tornar uma parcela do homem que o senhor é, pai, saiba que já serei extremamente realizado.

À minha companheira de vida, Lavinia Pinheiro, que tanto me apoiou e esteve ao meu lado em todos os momentos durante a construção deste trabalho. Você foi de extrema importância para que eu conseguisse continuar no meu processo. Muito obrigado, meu amor!

Ao professor Dr. Afrânio de Araújo Coelho, que aceitou ser orientador deste projeto, além de ser meu primeiro Coordenador de bolsa na Física. Sou eternamente grato pela sua confiança, apoio e contribuição para tornar este trabalho possível e para todo meu desenvolvimento acadêmico. O senhor é um verdadeiro mestre no que faz.

Aos professores da banca examinadora, por aceitarem o convite e enriquecerem meu trabalho com suas contribuições.

Ao professor Dr. Nildo Loiola Dias, meu professor orientador de Iniciação à Docência, por todo o incentivo, apoio, paciência e confiança. Muito obrigado pelo trabalho feito, em especial durante a pandemia, para as disciplinas experimentais do curso. Foi naquele momento em que descobri como gostaria de trabalhar com a física.

Aos professores do Departamento de Física da UFC, pelas horas dedicadas, tanto presenciais quanto online, à transmissão do conhecimento, não só físico ou matemático, mas também pelas dicas profissionais e pessoais ao longo de toda a graduação.

Aos amigos que fiz durante a graduação, pelos momentos de apreensão e de comemoração que passamos em conjunto. Agradeço especialmente aos amigos Lucas Barbosa, João Vieira Maciel, Luis Eduardo Bino, Davi Muniz, José

Vlauberto e Matheus Moisés pela parceria e amizade que ultrapassam os muros da universidade.

Ao grande mestre Edvaldo Arruda, meu professor e grande amigo, com o qual pude contar diversas vezes durante a graduação. Agradeço pelas dicas e oportunidades proporcionadas, obrigado por me ensinar o que é ser um professor de verdade. Você sabe o quanto me inspiro em você, meu amigo!

Ao Colégio Moreira Xavier, que me acolheu como professor de Robótica, onde pude aprender muito sobre o magistério e aprofundar-me no exercício da educação de maneira prática.

Aos meus professores do ensino médio, especialmente Paulo Rodrigues, David Hermann e Adenes Souto, por me ensinarem a aprender e me fazerem acreditar que sou capaz. Vocês foram o ponto inicial na minha grande jornada no aprendizado.

A todos meus amigos pessoais e colegas de treino, que tanto me ajudaram a passar pelas dificuldades da graduação. Em especial, agradeço à minha amiga Livia Yokoyama, a Livinha, pela revisão textual do trabalho, e ao meu amigo João Pedro pela parceria de sempre, principalmente pelo apoio dado nesta reta final. Muito obrigado! Por fim, aos amigos do Espaço Mandinga, onde pratico capoeira, e do Projeto Dom Dojo, onde pratico judô. Vocês foram essenciais para que eu chegasse emocional e psicologicamente bem a esta parte da minha trajetória.

“É necessário sempre acreditar que o sonho é possível, que o céu é o limite e você, truta, é imbatível.”

(Racionais Mc's)

Resumo

Este estudo investiga a utilização da Robótica Educacional como um suporte no ensino de física, apresentando-a como uma ferramenta pedagógica metodológica capaz de facilitar a realização de atividades práticas e lúdicas interdisciplinares. A abordagem destaca o Construcionismo de Seymour Papert como a base teórica fundamental da Robótica Educacional, definindo esse conceito e explorando os principais kits disponíveis no mercado brasileiro. A pesquisa pretende analisar as abordagens teóricas e metodológicas presentes em estudos brasileiros sobre a aplicação da robótica no ensino de física ao longo de nove anos (2013-2022). O foco é compreender os principais temas abordados, os materiais utilizados e as teorias de ensino presentes nas pesquisas. A metodologia vale-se de uma revisão sistemática da literatura com abordagem qualitativa, utilizando a Metanálise Qualitativa para análise, interpretação e apresentação dos dados coletados. Os resultados da pesquisa indicam que a aplicação da robótica no ensino de física é positiva, predominantemente utilizando quatro kits de robótica. As temáticas abordadas concentram-se principalmente em mecânica e eletricidade, embasadas por quatro teorias de aprendizagem fundamentais. Além disso, destaca-se uma forte concentração de pesquisas nas regiões sul e nordeste do Brasil.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Ensino de Física, Metanálise Qualitativa.

Abstract

This study investigates the utilization of Educational Robotics as a support for teaching Physics, presenting it as a pedagogical and methodological tool capable of facilitating the accomplishment of practical and ludic interdisciplinary activities. This approach highlights Seymour Papert's Constructionism as the fundamental theoretic base, defining this concept and exploring the main kits that are available in the Brazilian market. The research intends to analyze the theoretical and methodological approaches that are present in the Brazilian studies about the application of robotics in the teaching of Physics over nine years (2013-2022). The aim is to comprehend the main approached themes, the materials that are used, and the teaching theories employed in those researches. The methodology uses a systematic review of the literature with a qualitative approach, utilizing the Qualitative Meta-analysis for analysis, interpretation and presentation of the collected results. The results of the research indicate that the application of robotics in the teaching of Physics is positive, predominantly utilizing four robotic kits. The approached thematics focus mainly on mechanics and electricity, which are based on four fundamental learning theories. Furthermore, there is a strong concentration of studies in the southern and northeastern regions of Brazil.

Keywords : Educational Robotics, Teaching of Physics, Qualitative Meta-analysis.

Lista de figuras

Figura 1 – Motores e sensores do kit LEGO NXT 9797	22
Figura 2 – Kit LEGO NXT 9797 completo.	23
Figura 3 – Exemplos de Construção de Carros Autônomos NXT e EV3.	24
Figura 4 – Componentes de uma placa controladora Arduino UNO.	25
Figura 5 – Projeto de Lixeira automática com Arduino.	26
Figura 6 – Elementos para a metanálise qualitativa no campo da educação	31
Figura 7 – Palavras-chave e resultado na primeira pesquisa	32
Figura 8 – Palavras-chave e resultado na pesquisa com operador Booleano “OU”	33
Figura 9 – Palavras-chave e resultado na pesquisa com operador Booleano “E”	33
Figura 10 – Organização dos 65 trabalhos escolhidos para análise.	34
Figura 11 – Trabalhos descartados e seus critérios de exclusão.	35
Figura 12 – Áreas da Mecânica Citadas.	46
Figura 13 – Total de trabalhos analisados por estado do Brasil	60

Lista de Quadros

Quadro 1 – Resumo dos resultados das buscas.	24
Quadro 2 – Resumo dos trabalhos analisados.	24
Quadro 3 – Resumo das etapas 1 a 5 da Metanálise Qualitativa.	27
Quadro 4 – Resumo das planilhas construídas.	29
Quadro 5 – Quadro dos assuntos de Física abordados em cada trabalho.	30
Quadro 6 – Resumo das incidências dos assuntos de Física abordados.	32
Quadro 7 – Kits e Programação Utilizados pelos Autores.	34
Quadro 8 – Resumo das incidências dos materiais de Robótica Utilizados.	36
Quadro 9 – Resumo dos dados obtidos em relação aos tipos de programação utilizados.	38
Quadro 10 – Principais teorias de aprendizagem citadas pelos autores.	38
Quadro 11 – Resumo das incidências das teorias de Aprendizagem Citadas.	40
Quadro 12 – Perfil dos autores e dos trabalhos.	41
Quadro 13 – Quantidade de produções analisadas por Universidade.	43
Quadro 14 – Quantidade de produções analisadas por Estado.	44

Lista de abreviaturas e siglas

RE	Robótica Educacional
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachussets
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
.CSV	Arquivo com valores separados por vírgula
RSL	Revisão Sistemática de Literatura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 O Construcionismo de Papert	17
2.2 Conceito de Robótica Educacional	20
2.3 Principais Materiais do Mercado	21
2.3.1 Kit LEGO NXT 9797	21
2.3.2 Arduino	24
3 OBJETIVOS	28
3.1 Geral	28
3.2 Específicos	28
4 METODOLOGIA	29
4.1 Caracterização do Estudo	29
4.2 Revisão Sistemática da Literatura e Metanálise Qualitativa	30
4.3 Segundo passo: Definição das fontes e do período de abrangência.	31
4.4 Terceiro passo: Definição de critérios de seleção dos materiais.	32
4.5 Quarto passo: Avaliação e pertinência de cada um dos estudos.	34
4.6 Quinto passo: Estruturação do corpus em quadros-resumo individuais	35
4.7 Sexto passo: Análise e interpretação dos dados coletados	40
4.8 Sétimo passo: Apresentação dos dados e análise para a questão inicial	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.1 Interpretação dos resultados e respostas às questões	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE	67
Lista de referências dos trabalhos analisados.	67

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a formação dos professores de ciências, de maneira geral, tem sido pensada como uma tentativa de produzir um profissional que incorpore, o mais possível, traços ideais selecionados a partir de uma reflexão teórica sobre o tema. Tem-se como perspectiva a construção de novas estratégias para a formação de recursos humanos para a educação de forma a incorporar as mudanças dos sistemas produtivos que exigem um novo perfil profissional capaz de localizar os desafios mais urgentes de uma sociedade "multimídia e globalizada", em que o rápido desenvolvimento, científico e tecnológico, impõe uma dinâmica de permanente reconstrução de conhecimento, saberes, valores e atitudes.(FREITAS, VILLANI, 2002, p.215)

Os autores Freitas e Villani versam sobre a formação de um profissional que incorpore traços ideais selecionados a partir de uma reflexão teórica, no caso deste trabalho, reflexões sobre o ensino de física. Tais reflexões são pesquisas acadêmicas relativamente recentes. Segundo Moreira (2000), a pesquisa em ensino de física começou a emergir com mais clareza nos anos setenta, com o estudo das chamadas concepções alternativas, e consolidou-se somente na década de oitenta. Atualmente, temos então cerca de 40 anos de uma estabilização da pesquisa sobre o ensino de física.

Moreira (2000) diz ainda que durante sua retrospectiva sobre o ensino de Física, não pode deixar de mencionar iniciativas e contribuições importantes como "física do cotidiano", "equipamento de baixo custo", "ciência, tecnologia e sociedade", "história e filosofia da ciência" e, recentemente, "Física Contemporânea" e "Novas tecnologias":

Creio que cada uma destas vertentes tem seu valor, mas também suas limitações e, até mesmo, prejuízos para o ensino da física, na medida que forem exclusivas. Julgo que é um erro ensinar física sob um único enfoque, por mais atraente e moderno que seja. (MOREIRA, 2000, p.94)

Ainda no tocante a novas metodologias de ensino, Seymour Papert, que é até hoje um dos teóricos mais reconhecidos quanto às pesquisas sobre uso de computadores na educação, tem em seu livro "A Máquina das Crianças" uma fala muito similar a de Moreira, reforçando a necessidade de um pensamento inovador, que aplique novas maneiras de pensar:

Minha meta com relação aos Conservadores – ou a qualquer um que pense que qualquer forma de aprendizagem é a forma certa e natural de aprender

– é incitar a imaginação a inventar alternativas. Piaget disse que entender é inventar. Ele estava pensando nas crianças. O princípio, porém, aplica-se a todos nós (PAPERT, 2008,p.37)

Uma dessas novas ideias para entender os fenômenos do mundo é a Robótica, definida por Maisonnette (2002) como sendo o controle de mecanismos eletro-eletrônicos por meio de um computador, transformando-o em uma máquina capaz de interagir com o meio ambiente e executar ações decididas por um programa criado pelo programador a partir destas interações.

A robótica pode e está presente em diversas áreas de conhecimento. Na engenharia, por exemplo, os robôs que mergulham a grandes profundidades para auxiliar em reparos nas plataformas de petróleo; na medicina, os robôs que auxiliam as cirurgias de alto risco. Outras aplicações podem ser menos percebidas, tais como a impressora, ou o computador utilizado para escrever este texto, que também é um robô.

Dessa forma, é perceptível que o conceito de robô já está presente no dia a dia de todos, dada a proximidade atual do indivíduo com a tecnologia. A robótica educativa, ou robótica educacional, por sua vez, é uma aplicação desta tecnologia na área pedagógica, sendo mais um instrumento que garante aos participantes a vivência de experiências semelhantes às que realizarão na vida real e oferece oportunidades para propor e solucionar problemas complexos de uma forma mais ativa do que apenas observar formas de resolução. O autor enfatiza, ainda, o alinhamento das ideias da robótica educativa e a concepção do aprender de outros teóricos:

Para Piaget, as funções essenciais da inteligência consistem em compreender e inventar, em outras palavras, construir estruturas estruturando o real. A experiência física definida por Piaget como essencial na formação da inteligência consiste em agir sobre os objetos e descobrir as propriedades por abstração, partindo dos próprios objetos. Em nossa proposta de robótica educativa, invenção e compreensão são palavras-chave. O aluno é instigado, a todo momento, a observar, abstrair e inventar, criando seus modelos a partir de materiais diversos do seu cotidiano, tais como peças de brinquedos e eletrodomésticos danificados, peças de lego, circuitos eletrônicos, etc. (MAISONNETTE, 2002, p.11)

A proposta da Robótica Educativa de Maisonnette é, então, ensinar os alunos a partir de uma maneira de pensar, passando o conhecimento proposto ao utilizar-se de estruturas criadas e modeladas com o auxílio de materiais interativos, como os citados, caracterizando-a como uma metodologia de ensino ou ferramenta de

apoio, e não uma matéria escolar propriamente dita.

Adicionamos que, apesar de ser necessário estar aberto para aplicação de novas ideias, como diz Papert, também é necessário aplicar o método científico para estudo da aplicação dessas novas metodologias, testando e se certificando das aplicabilidades, resultados potenciais e já obtidos sobre o método estudado. Portanto, o presente trabalho se propõe a revisar a bibliografia presente no Brasil sobre o uso dessa ferramenta como apoio para o ensino de física, procurando saber as principais aplicações e resultados dos estudos já abordados sobre o tema.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Reexaminar o cenário educacional à luz da robótica implica não apenas em uma reconfiguração das práticas pedagógicas, mas também em uma profunda reflexão sobre os fundamentos teóricos que embasam essa abordagem. Nesse contexto, o construcionismo, proposto por Seymour Papert, emerge como um alicerce teórico sólido para compreendermos a dinâmica do ensino de física mediado pela robótica.

Ao adotarmos a perspectiva construcionista, somos instigados a enxergar os aprendizes como agentes ativos na construção do conhecimento, engajados em um processo de reflexão constante e em uma reconstrução das noções previamente estabelecidas. Este capítulo busca explicar as principais ideias da teoria construcionista e caracterizar a robótica como ferramenta pedagógica, definindo o que de fato é robótica educacional e, posteriormente, apresentando os principais materiais presentes no mercado para a aplicação dessa ferramenta.

Ao abraçar essa abordagem, buscamos não apenas entender como se dá a implementação da robótica educacional no ensino de física, mas também examinar como ela se alinha e potencializa os princípios construcionistas, promovendo uma educação mais participativa e significativa.

2.1 O Construcionismo de Papert

Seymour Aubrey Papert (1928 - 2016), matemático e educador sul-africano, foi um pensador visionário, uma vez que, mesmo antes de existirem e se popularizarem os computadores para uso pessoal, já vislumbrava a ideia do uso desses equipamentos pelos estudantes em sala de aula.

Para Papert, os computadores seriam importantes ferramentas que auxiliariam no processo de ensino e aprendizagem, sendo um instrumento facilitador do aprender e com capacidade de contribuir para o aumento da criatividade das crianças. (MASSA, 2022)

O educador vê os indivíduos como seres “aprendentes”, que estão aprendendo desde o momento em que nascem, e por isso, estão sempre concentrando uma grande quantidade de informações. Papert (1985) cita em seu

livro “LOGO: Computadores e Educação” uma situação que lhe ocorreu pessoalmente: mesmo com pouca idade, Seymour era muito interessado por automóveis, mais especificamente por suas peças e, pouco a pouco, reuniu informações sobre o nome da maioria delas, interessando-se principalmente pelas engrenagens.

Este autor, ainda criança, criou um arcabouço mental abrangente sobre peças de automóveis, mas vale pontuar que, de acordo com Silva (2009), o próprio Papert afirma que ter informação não significa ter conhecimento. Para que este segundo passo aconteça, é necessário organizar o que já se sabe, construindo novos entendimentos para, assim, poder abarcar as novas informações. Portanto, Papert, como uma criança, ainda não possuía conhecimento sobre os automóveis, mas apenas uma coletânea de informações sobre o assunto como categoria, que posteriormente seria organizada e assimilada, transformando-se em conhecimento.

Assim, o educador menciona que este interesse o acompanhou em seu crescimento, e com o passar do tempo, ao coletar informações e gerar novos conhecimentos, foi possível conhecer o funcionamento das engrenagens, suas relações de causa e efeito e seu sistema de transmissão, facilitando o desenvolvimento do conhecimento na vida adulta que exigia maior grau de abstração, como a matemática.

Massa (2022) reforça a história de Papert com sua interpretação de como a aprendizagem é facilitada para o mesmo: “a aprendizagem é facilitada quando ocorre através de uma dinâmica de modelos e assimilação. Os modelos facilitam o acesso a ideias abstratas.” (Papert, 1985).

Um exemplo disso pode ser visualizado quando o aluno aprende o conceito de “variável” por meio da programação de computadores (modelo), e a partir daí consegue compreender o conceito de “incógnita” presente em uma equação matemática (assimilação), tornando o aprendizado mais amigável. Papert acreditava também que a aprendizagem depende de aspectos afetivos, pois envolve situações significativas que vivenciamos e assimilamos e, assim, conseguimos utilizar em outros aprendizados. (MASSA, 2022)

Qualquer coisa é simples se a pessoa consegue incorporá-la ao seu arsenal de modelos; caso contrário tudo pode ser extremamente difícil. Aqui também eu estava desenvolvendo uma maneira de pensar semelhante à de Piaget. *A compreensão da aprendizagem deve ser genética.* Deve referir-se à gênese do conhecimento. O que um indivíduo pode aprender e como ele aprende isso depende dos modelos que tem disponíveis. Isso impõe,

recursivamente, a questão de como ele aprendeu esse modelo. Assim, as “Leis da aprendizagem” devem estar em como as estruturas intelectuais se desenvolvem a partir de outras e em como, nesse processo, adquirem as formas lógica e emocional. (Papert, 1985, p.13)

É importante perceber como Papert destaca a importância dos aspectos afetivos na aprendizagem, sendo essa, em nossa visão, a principal diferença de sua teoria para a de Piaget. Porém, ambos acreditam no aprendizado a partir da assimilação de modelos, com Piaget partindo para um embasamento neurocientífico sobre a assimilação, enquanto Papert complementa com o componente afetivo da aprendizagem. Ao desenvolver sua história sobre engrenagens, o autor explica que o fator afetivo foi crucial para melhor assimilação do conhecimento:

Muitos anos depois, quando li Piaget, este incidente me serviu como modelo para a noção de assimilação que ele propôs, apesar de ficar muito impressionado pelo fato de sua discussão não fazer justiça total às suas próprias ideias. Ele praticamente só fala sobre os aspectos cognitivos de assimilação, sem levar em conta o componente afetivo [...] Estou certo que tais assimilações fizeram com que a matemática tivesse, para mim, um caráter afetivo que remonta às experiências com carros durante a minha infância. Acredito que Piaget concorda com isso[...] (Papert, 1985, p.12)

Finalmente, expressando-se sobre a aplicação da teoria de aprendizagem construcionista, Papert (2008), sem pretender negar o valor do instrucionismo, reconhece, com Piaget, que cada ato de ensino priva uma oportunidade de descoberta. Sugere, assim, que a atitude construcionista seja minimalista: que tente obter o máximo de aprendizagem a partir de um mínimo de ensino. No entanto, alerta que essa atitude minimalista quanto ao ensino de pouco vale se todo o restante permanecer como estava anteriormente.

No mesmo livro, Papert comenta sobre um provérbio africano que resume a ideia do construcionismo: “se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar”. Fazendo um paralelo com a teoria construcionista, Papert diz:

A educação tradicional codifica o que pensa que os cidadãos precisam saber e parte para alimentar as crianças com esse “peixe”. O construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo (“pescando”) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam; a educação organizada ou informal poderá ajudar mais se certificar-se de que elas estarão sendo apoiadas moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços. O tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento [...] Evidentemente, além de conhecimentos sobre pescar, é também fundamental possuir bons instrumentos de pesca - por isso precisamos de computadores - e saber onde existem águas férteis - motivo pelo qual precisamos desenvolver uma ampla gama de atividades matematicamente

ricas. (PAPERT, 2008, p. 135)

É com o objetivo de se certificar sobre tais “águas férteis” que este trabalho surge, buscando entender as aplicações da Robótica Educacional e, mais especificamente, o uso desta para o ensino da física. Nos próximos capítulos, será conceituado o que é esta ferramenta pedagógica (ou que tipo de vara de pescar está sendo utilizada para que a criança aprenda a pescar) e mostrados os principais materiais relacionados à ferramenta no mercado.

2.2 Conceito de Robótica Educacional

A Robótica educacional (RE) está em ascensão no Brasil, tornando-se presente em diversas escolas nos últimos anos. Entretanto, segundo Santos (2020), seu surgimento data da década de 1960, quando o seu idealizador, Seymour Papert, iniciou os seus estudos no Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT) e deu vida ao ambiente LOGO.

Atualmente, muitos autores definem o que é Robótica Educacional à sua maneira, e Castilho (2002) a designa como uma metodologia pedagógica que visa a construção e manipulação de robôs, proporcionando aos alunos um ambiente de aprendizagem onde ele possa se desenvolver raciocinando por meio de sua criatividade e, principalmente, ter a oportunidade de realizar tarefas em grupo.

O autor ressalta os benefícios das atividades em grupo promovidas pela RE, além de abordar o ambiente favorável à criatividade, que leva o aluno a criar estruturas concretas a partir de sua imaginação e criatividade.

Mill e César (2009), por sua vez, entendem-na como uma proposta pedagógica, definindo-a como um “[...] conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino-aprendizagem que tomam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento”. (MILL; CÉSAR, 2009, p. 222,).

Os autores entendem a RE como uma proposta pedagógica, e não uma matéria ou ambiente de aprendizagem, em consonância com as afirmações de Maisonette (2002) e Castilho (2002)

Por fim, objetivando expandir o conceito de RE já apresentado, trazemos a definição proposta por Lopes e Fagundes (2006), a qual julgamos mais compatível

com nosso entendimento:

A robótica muitas vezes é erroneamente compreendida como matéria de formação técnica, aplicável apenas no ensino profissionalizante de níveis médio ou superior. Porém, [...] a robótica educacional pode ser compreendida como um conjunto de recursos que visa o aprendizado científico e tecnológico integrado às demais áreas do conhecimento, utilizando-se de atividades como design, construção e programação de robôs. Diferencia-se do aprendizado técnico em robótica no sentido de não priorizar o domínio dos instrumentos e códigos de programação em função de uma demanda profissionalizante. (LOPES; FAGUNDES, 2006, p. 3).

Assim, a RE não objetiva ensinar ao aluno conceitos aprofundados de programação ou mecânica industrial, portanto não tem um caráter técnico, mas sim pedagógico, que vem a ser utilizado em conjunto com demais áreas do conhecimento como uma ferramenta pedagógica, auxiliando tanto professor quanto aluno no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo ministrado.

2.3 Principais Materiais do Mercado

A escolha de equipamentos adequados que favoreçam a aplicação de projetos de robótica é de fundamental importância. É necessário que esses equipamentos favoreçam “[...] o contato dos alunos com planejamento, construção e controle dos robôs” (SILVA, 2009, p.34).

Atualmente, o mercado conta com inúmeros kits de robótica e materiais para construção de robôs. Aqui, pretendemos apresentar os principais e mais famosos kits, os quais acreditamos que serão mais recorrentemente aplicados ao ensino de física.

2.3.1 Kit LEGO NXT 9797

O kit LEGO NXT 9797 foi lançado no final de junho de 2006 e, nesta versão, vem com um conjunto base para educação (9797), vindo também acompanhado de um software de programação NXT-G que trabalha com programação em blocos.

O grande potencial desse novo Kit é o computador em forma de tijolo chamado de NXT Intelligent Brick, o qual pode receber 4 sensores e controlar 3 motores ao mesmo tempo.

Para seu funcionamento, podem ser usadas 6 pilhas de 1,5 V ou uma bateria de lítio recarregável.

O kit de sensores do LEGO® Mindstorms NXT, é composto por:

- 3 Motores grandes idênticos, que dão movimento aos robôs e identificam

seus próprios giros, com precisão de 1°;

- 2 Sensores de toque, que podem ser programados para que o robô responda com sentido tátil ao ambiente;
- 1 Sensor de som, que faz o papel do sentido da “audição” do robô, que pode ser programado para fazer o robô responder a níveis de intensidade sonora;
- 1 Sensor de luz, que habilita o robô a responder a estímulos luminosos, distinguindo intensidade de luz e cores;
- 1 Sensor ultrassônico que, com o sensor de luz, faz o papel da “Visão” do robô, utilizando um mecanismo de ondas ultrassônicas semelhante aos sonares de morcegos. Este sensor tem a capacidade de medir distâncias com precisão de centímetros.

Todos os sensores e motores estão mostrados na Figura 1 a seguir. A imagem contém: os 3 motores grandes na parte superior direita, o bloco NXT Intelligent Brick no meio, e da esquerda para a direita na parte inferior, os sensores de Toque, Som, Luz e Ultrassônico.

Figura 1 – Motores e sensores do kit LEGO NXT 9797



Fonte: LEGO NXT Building Instructions (2006)

Além dos sensores, motores e bloco inteligente, o kit conta com peças como: engrenagens, polias, blocos e conectores, para a construção da estrutura dos robôs.

Todas essas peças ficam organizadas em uma única maleta de plástico, com duas bandejas, sendo uma branca, para sensores, motores e o bloco inteligente, e outra vermelha, para as peças voltadas à estruturação dos robôs, conforme a Figura 2:

Figura 2 – Kit LEGO NXT 9797 completo.



Fonte: Researchgate (2013)

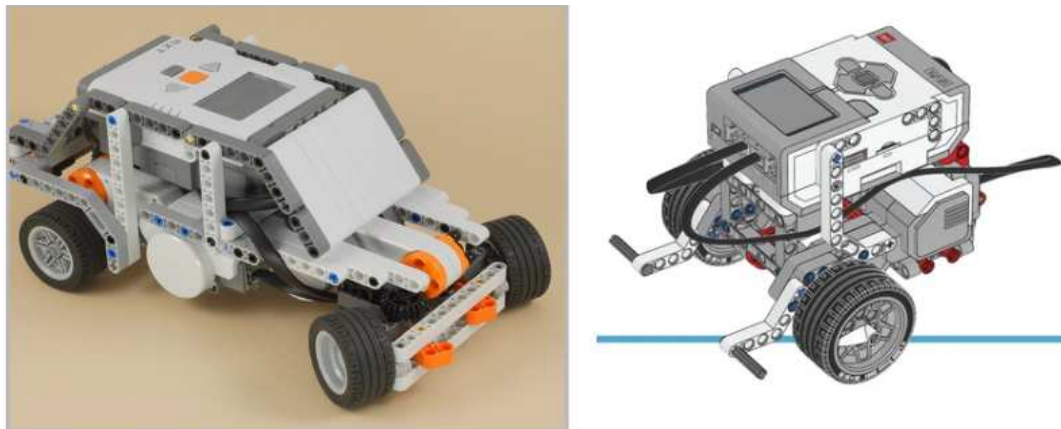
Atualmente, a LEGO não produz mais kits NXT 9797 pois, em 2013, a empresa lançou sua versão atualizada, o LEGO Mindstorms EV3, que contou inclusive com a colaboração de Seymour Papert para sua construção. O kit não conta com muitas diferenças em relação ao NXT, sendo as principais diferenças:

- O EV3 conta com o sensor giroscópio, que funciona para localização espacial do robô, além de um novo tipo de motor, o motor médio, com menor força e maior precisão;
- O novo kit pode ser programado por diversos softwares de programação, estes sim muito superiores ao anterior, em possibilidades de aplicação e facilidade de aprendizado;
- O LEGO EV3 Mindstorms pode também ser programado por linguagens de programação não voltadas para a educação, como Python;

Em relação ao kit anterior, não houve grandes mudanças, havendo apenas aperfeiçoamento das funcionalidades dos sensores e motores que já existiam. Entretanto, com relação aos valores do kit, houve grande mudança, com o LEGO NXT 9797 podendo ser encontrado no mercado livre atualmente, em 2023, por em

média R\$ 1 500,00 a R\$ 2 000,00. Enquanto isto, o LEGO Mindstorms EV3 pode ser encontrado em média por R\$ 6 000,00 a R\$ 8 000,00. A seguir, exemplos de robôs que podem ser construídos com ambos os kits:

Figura 3 – Exemplos de Construção de Carros Autônomos NXT e EV3.



Fonte: NXT Programs (2007) e LEGO Education (2013)

2.3.2 Arduino

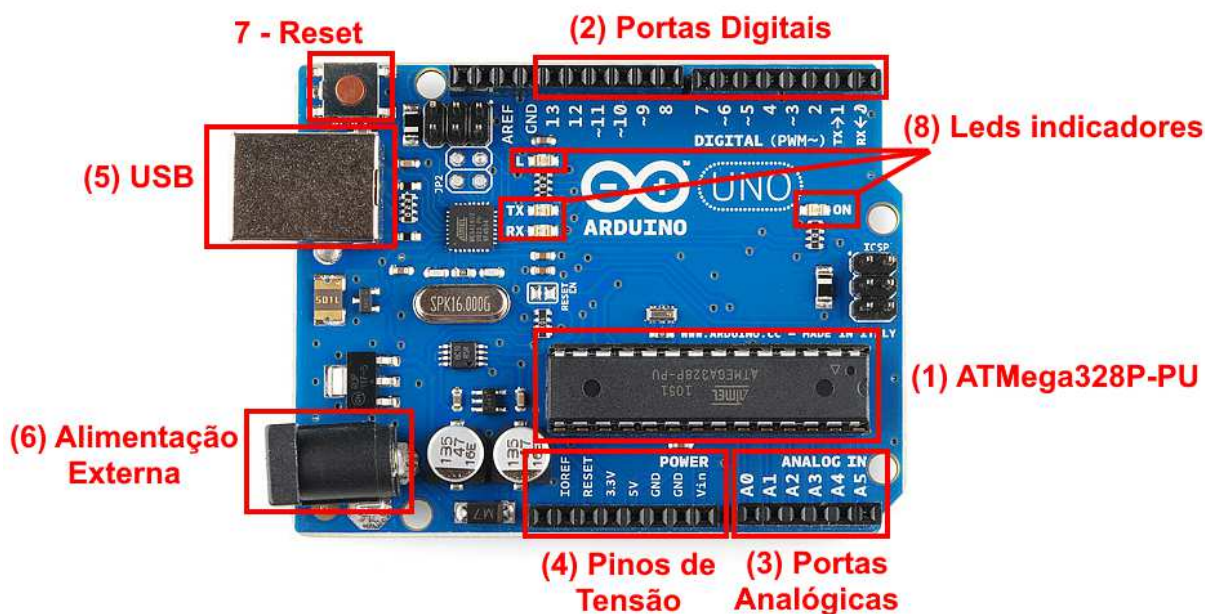
Uma opção mais barata, porém com uma proposta bem diferente para o ensino a partir da robótica, é o Arduino. Criado na Itália em 2005, esta plataforma surge como uma opção de baixo custo para projetos de automação e robótica, que não sejam necessariamente voltados à educação. No entanto, devido à sua plataforma de código aberto e grande capacidade de adaptação, muitos professores o utilizam no ambiente escolar. O “kit” Arduino não é um kit fixo, com a plataforma Arduino sendo composta unicamente pela placa controladora e o ambiente de programação. Os kits utilizados são criados a gosto pessoal dos usuários, que podem comprar as peças necessárias para suas construções separadamente.

Vale ressaltar que em comparação com os kits robóticos proprietários, os kits Arduino têm preços mais atrativos. Porém, os kits de Arduino têm peças que não contêm nos kits da Lego, e vice-versa. Algumas peças de montagem, como rodinhas, bricks (tijolos), entre outras peças, que contêm nos kits da Lego, não constam nos kits Arduino, mas podem ser adquiridos na internet. Logo a construção de determinado projeto ou aplicação, com os kits Arduino, poderá ocorrer a falta dessas peças. Cabe ao construtor, elaborar/adquirir essas peças, por meio de compra ou construir por meio de sucata, papelão, plástico, borracha, ou até uma impressora 3D. (SILVA, 2021, p. 36)

A placa controladora é composta por diversos componentes, muito bem

catalogados pelo site “Aprendendo Física”, na Figura 4:

Figura 4 – Componentes de uma placa controladora Arduino UNO.



Fonte: Aprendendo Física (2017)

Os componentes destacados são:

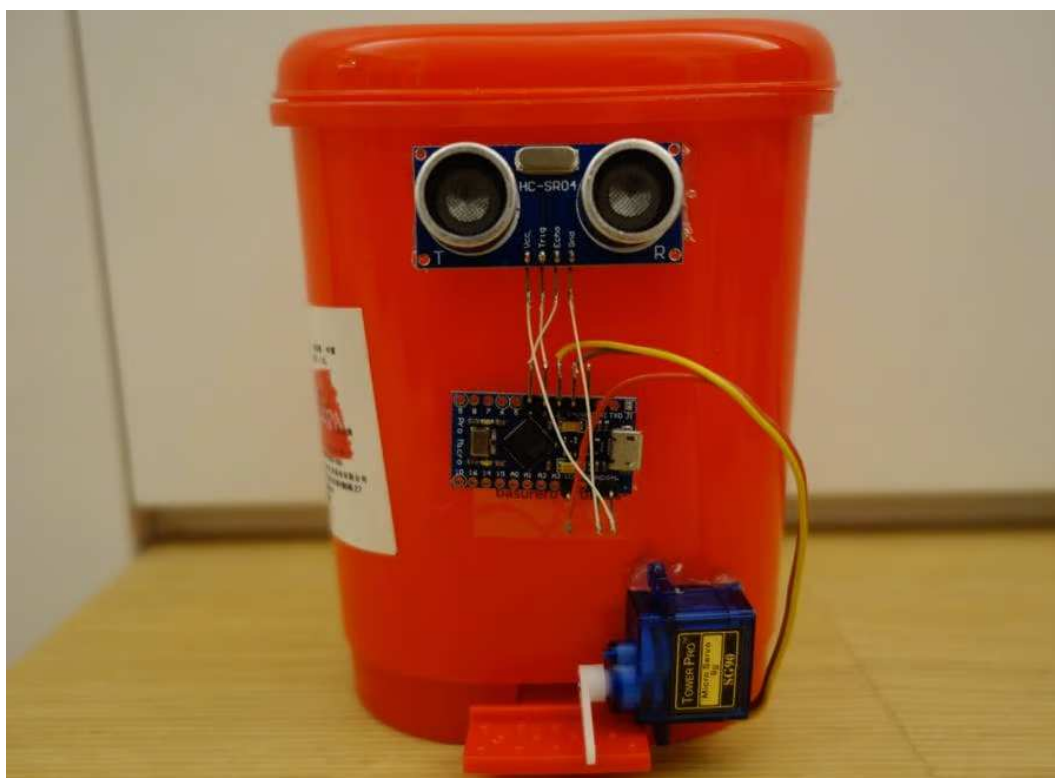
- 1) O microcontrolador da placa, que pode ser entendido como um computador inteiro em um único chip, com processador, memória e armazenamento próprio. Esta é a parte que é programada;
- 2) A porta de entrada para conectar periféricos à placa do Arduino, tais como LEDs, chaves, sensores de temperatura, motores ... Essas portas possuem apenas dois estados elétricos. Estado alto, quando na porta tem uma tensão de 5 V ou estado baixo, quando a tensão é igual a 0 V, trabalhando com informações binárias;
- 3) Outra porta de entrada, que fornece o valor da tensão de um determinado periférico. Uma tensão analógica pode assumir uma infinidade de valores entre seus limites de tensão máxima e mínima;
- 4) Porta que dá acesso ao terra da placa. As portas de 3,3 e 5V fornecem tensões contínuas com esses respectivos valores;
- 5) A porta USB serve para alimentação da placa e comunicação com outros dispositivos;
- 6) Serve para conectar uma bateria ou fonte contínua para alimentar o

Arduino. A tensão de alimentação deve ficar entre 7 e 12V;

- 7) Serve para reiniciar a placa;
- 8) LEDs que indicam estados da placa como: ligado, desligado, conectado, desconectado...

Tal placa é utilizada em conjunto com circuitos elétricos criados pelo próprio usuário e a programação dos motores e sensores que forem necessários para a prototipação do robô. O ambiente de programação padrão do Arduino é o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), que tem como padrão a linguagem C++. Porém, como o produto tem código aberto, há a possibilidade da utilização dos mais diversos ambientes de programação. A seguir, um exemplo de robô construído com Arduino.

Figura 5 – Projeto de Lixeira automática com Arduino.



Fonte: Arduino Project Hub (2023)

A placa Arduino UNO pode ser encontrada no mercado livre em média por R\$ 35,00. Entretanto, para a construção de projetos, são necessários outros componentes, como fios, LEDs, botões, sensores, motores, entre outros, que fazem com que o valor aumente dependendo do projeto pretendido pelo usuário. No

mercado há também “Kits Básicos de Arduino”, que vêm com a placa, alguns fios, motores e sensores necessários para construção de projetos mais simples, custando, em média, R\$ 400,00.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Investigar como a robótica educacional vem sendo utilizada como ferramenta de apoio ao ensino de física no Brasil.

3.2 Específicos

- Levantar dados a partir da análise bibliográfica para identificar e sintetizar os resultados destacados na literatura referentes à aplicação da robótica educacional no contexto do ensino de física;
- Compreender quais são as diferentes teorias de ensino associadas ao uso de robótica educacional e quais suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de física;
- Avaliar e catalogar os tópicos específicos dentro do campo da física que têm sido predominantemente abordados por meio da implementação da robótica educacional como ferramenta pedagógica;
- Avaliar e catalogar os principais materiais físicos utilizados para a aplicação da robótica educacional no âmbito escolar;
- Contribuir com o conhecimento acadêmico, promovendo reflexões críticas que visam enriquecer a literatura existente sobre o assunto.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização do Estudo

O presente trabalho trata de um levantamento bibliográfico.

A pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses, etc. Utiliza-se de dados ou de categorias teóricas já trabalhados por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos. (SEVERINO, 2014, p.106)

Mais especificamente, analisaremos teses e dissertações brasileiras a partir de uma metanálise qualitativa, um tipo de revisão sistemática que visa avaliar e sintetizar diversos estudos para chegar à resposta de uma única questão problema, definida claramente:

Como é feito o ensino de física a partir da Robótica Educacional no Brasil?

Visando responder à questão problema, são feitas algumas outras questões norteadoras, que enriquecerão o conhecimento sobre a problemática, levando a uma resposta bem elaborada e embasada:

Que assuntos de física são tratados com mais frequência com o uso de robótica?

Qual o tipo de material e programação são mais utilizados?

Qual o referencial teórico mais adotado?

Que tipo de pesquisadores e cursos estão mais interessados nesse tema?

Para essa análise, é necessário partir de um tipo de pesquisa bibliográfica específica, com objetivos e passos bem estruturados. Ao analisar dados sobre o ensino de robótica, Amorim (2022) utiliza como método de pesquisa a Revisão Sistemática de Literatura e a Metanálise Qualitativa:

Ao pretender com este estudo identificar abordagens teóricas e tipos de pesquisas, bem como os resultados de aprendizagem de pesquisas (teses e dissertações) que utilizem a robótica educacional na educação básica, enveredamos por uma revisão sistemática da literatura de abordagem de natureza qualitativa. Utilizaremos da metanálise qualitativa, que por si só já é considerada uma revisão sistemática, no intuito de avaliar e, por fim, sintetizar os resultados de vários estudos primários. (AMORIM, 2022, p. 36)

Em concordância com o autor, utilizamos a mesma metodologia de pesquisa,

pois uma vez que as questões norteadoras são semelhantes, acreditamos que os meios utilizados para chegar às respostas também devam ser.

4.2 Revisão Sistemática da Literatura e Metanálise Qualitativa

A Revisão Sistemática de Literatura *Revisão Sistemática de Literatura* (RSL) é um tipo de pesquisa que utiliza objetivos concretos para seu desenvolvimento, sendo uma pesquisa completa por si só, pois analisa, desenvolve e constrói conhecimento a partir dessa análise. Tal pesquisa é conceituada por Galvão (2019) como:

Uma pesquisa científica composta por seus próprios objetivos, problemas de pesquisa, metodologia, resultados e conclusão, não se constituindo apenas como mera introdução de uma pesquisa maior, como pode ser o caso de uma revisão de literatura de conveniência (GALVÃO, 2019, p.59).

A RSL pode ser feita a partir de pesquisa qualitativa ou quantitativa, contanto que siga protocolos definidos e busque por um fim, uma decisão ou uma resposta. Neste trabalho, a abordagem da problemática será de maneira qualitativa, uma vez que esta trata de um questionamento sobre uma maneira de se ensinar Física, fazendo com que se torne necessário entender motivações, significados e atitudes. Ao definir o objetivo de estudo desse tipo de pesquisa, Minayo destaca que a "pesquisa qualitativa se preocupa com o nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela trabalha com o universo de significados, de motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes" (MINAYO, 2014).

Dentro do contexto da RSL, há ainda uma definição de estudo chamado de Metassíntese ou Metanálise qualitativa como sendo a:

[...] integração interpretativa de achados qualitativos (derivados de estudos fenomenológicos, etnográficos, da teoria fundamentada nos dados e outros) que são a síntese interpretativa de dados. Essas integrações vão além da soma das partes, uma vez que oferecem uma nova interpretação dos resultados. A nova interpretação não pode ser encontrada em nenhum relatório primário de investigação [...] (MATHEUS, 2009, p. 544 apud AMORIM, 2022, p.37).

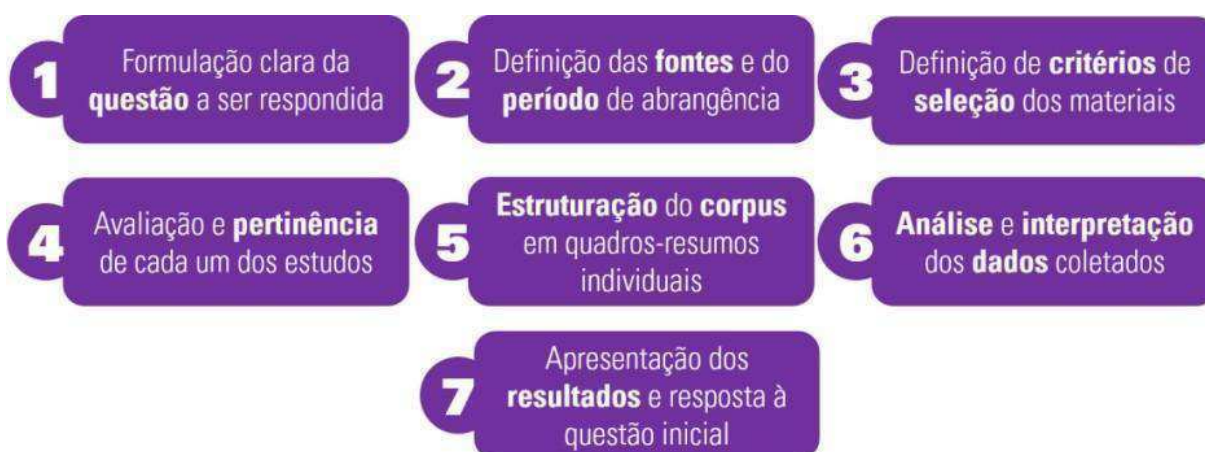
Portanto, fica claro o objetivo da metanálise qualitativa: investigar, a partir de passos claros, questões e resultados de intervenções já feitas por outros.

A pesquisa do tipo metanálise qualitativa, ao olhar para o material integrado

em um conjunto maior e com um novo objetivo traçado, propicia uma visão aprimorada de determinado fenômeno e amplia a clareza e consistência dos resultados obtidos isoladamente em cada investigação [...] A relevância de tal modalidade de investigação situa-se em sua capacidade de contribuir para a qualificação do conhecimento produzido, a integração de estudos proporcionada pela metanálise qualitativa ultrapassa a soma das partes, pois possibilita uma nova interpretação dos resultados. (LIMA; RICHTER, 2018, p. 128-129).

As autoras, além de destacarem a relevância da metanálise qualitativa, propõem 7 passos claros para a condução dessa pesquisa especificamente no campo da educação. Na Figura 6, Amorim (2022), por sua vez, organiza esses passos em um esquema visual:

Figura 6 – Elementos para a metanálise qualitativa no campo da educação



Fonte: Amorim, 2022.

A pesquisa desenvolvida se baseou nos sete passos propostos pelas autoras, com o Passo 1: Formulação clara da questão a ser respondida, já definido anteriormente, na Caracterização do Estudo, e os passos posteriores desenvolvidos a seguir.

4.3 Segundo passo: Definição das fontes e do período de abrangência.

O *locus* da pesquisa foi a *Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações* (BDTD), devido à questão problema ser voltada para o Brasil, uma vez que a Biblioteca é um acervo a nível Nacional e contém conteúdo de mais de 850 mil documentos, sendo eles cerca de 650 mil dissertações de mestrado e 230 mil teses

de doutorado, produzidos por mais de 130 instituições de ensino superior.

A biblioteca apenas hospeda trabalhos de conclusão dos dois cursos citados, o que foi um dos pontos principais para a escolha desta como fonte, sabendo-se que o conteúdo das pesquisas realizadas seriam certamente de grande valor, pois só podem ser publicados na plataforma após receber o parecer de "Aprovado" de suas respectivas instituições de ensino. O período de abrangência da pesquisa foi definido em um segundo momento por se tratar de um assunto muito recente, e todo o *corpus* do estudo, dissertações e teses foram analisadas para posteriormente definirmos este período, que será desenvolvido no **passo 4**.

4.4 Terceiro passo: Definição de critérios de seleção dos materiais.

Após buscas prévias com diferentes combinações de palavras-chave, como "Física" e "Robótica", foi obtida uma gama muito ampla de resultados, que em sua maioria fugiam ao tema inicial. A Figura 7 mostra o primeiro resultado da pesquisa na BDTD.

Figura 7 – Palavras-chave e resultado na primeira pesquisa

The screenshot shows the BDTD search interface. At the top, there are navigation links like 'Página Inicial', 'Sobre a BDTD', 'Rede BDTD', 'Acesso Aberto Brasil', and 'Serviços'. The search bar contains the query: "Termos de busca : '(Todos os campos:Física E Todos os campos:Robótica)". Below the search bar, there are options to 'Editar a Busca Avançada', 'Iniciar uma nova Busca Avançada', and 'Iniciar uma nova Busca Básica'. The search results section shows 'Busca: (Todos os campos:Física E Todos os campos:Robótica)' and 'A mostrar 1 - 20 resultados de 291, tempo de busca: 0.29s'. On the left, there is a 'Refinar a Busca' section with a table of institutions:

Instituições	Contagem
USP	36
UNICAMP	25
UFSC	21
UTFPR	19
UNB	11

The first search result is: '1 Robótica educacional nas aulas de física' by 'por Costa, Wesley Borges', 'Data de Defesa 2018'. Below the title, it lists 'Assuntos: ; .. Robótica educacional...' and provides a link to 'Obter o texto integral'.

Fonte: Pesquisa do Autor.

A partir disso, foi possível eleger as palavras-chave que delimitaram da melhor forma o tema estudado, sendo estas "Ensino de Física" e "Robótica Educacional". As Figuras 8 e 9 mostram os resultados obtidos após estas palavras serem pesquisadas na BDTD em conjunto com os operadores Booleanos "OU" e

"E":

Figura 8 – Palavras-chave e resultado na pesquisa com operador Booleano “OU”

The screenshot shows the BDTD search interface. At the top, there are navigation links like 'BRASIL', 'Serviços', 'Participe', 'Acesso à informação', 'Legislação', and 'Canais'. The search bar contains the terms: "(Todos os campos:Ensino de Física OU Todos os campos:Robótica Educacional)". Below the search bar, there are options to refine the search and a list of institutions with their respective result counts: USP (928), UFSC (828), UNESP (767), UFRGS (707), and UNICAMP (633). The search results section shows 14,111 results in 0.38s. The first result is "Robótica educacional no ensino de física" by Rabelo, Ana Paula Stoppa, with a defense date of 2016. The subject is listed as "Ensino de física...".

Fonte: Pesquisa do Autor.

Figura 9 – Palavras-chave e resultado na pesquisa com operador Booleano “E”

The screenshot shows the BDTD search interface. At the top, there are navigation links like 'BRASIL', 'Serviços', 'Participe', 'Acesso à informação', 'Legislação', and 'Canais'. The search bar contains the terms: "(Todos os campos:Ensino de Física E Todos os campos:Robótica Educacional)". Below the search bar, there are options to refine the search and a list of institutions with their respective result counts: UTFPR (8), UFSC (6), UFG (5), UFRN (5), and UFRPE (4). The search results section shows 65 results in 0.37s. The first result is "Robótica educacional no ensino de física" by Rabelo, Ana Paula Stoppa, with a defense date of 2016. The subject is listed as "Ensino de física...".

Fonte: Pesquisa do Autor.

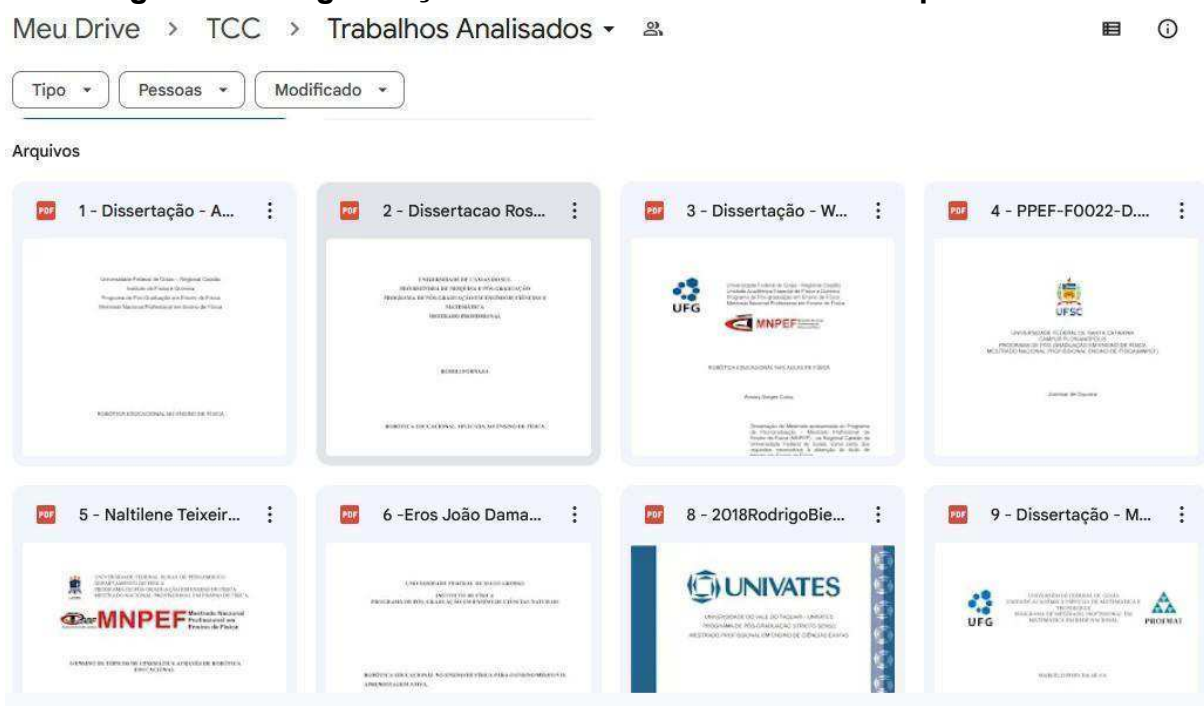
Por fim, não utilizamos o operador "OU", dado o total de resultados obtidos pela pesquisa com este, uma vez que o objetivo é analisar estudos que versam sobre o ensino de física **a partir do uso** da robótica educacional, e não sobre um ou outro separadamente. Ficando, assim, com a pesquisa "Robótica Educacional" **E** "Ensino de Física" como palavras-chave finais.

4.5 Quarto passo: Avaliação e pertinência de cada um dos estudos.

Uma vez feita a pesquisa no site, partimos para o momento de avaliar a pertinência de cada um dos estudos. Tivemos uma gama de análise de 65 trabalhos, pois todos se encaixavam na pesquisa, tendo o uso das duas palavras-chave no título, resumo, ou como palavras-chave dos trabalhos. Todos eles foram registrados entre o período de 2013 a 2022, mostrando assim o quão recente é o assunto ao não ter alcançado ainda nem 10 anos de pesquisa sobre o tema.

Os arquivos pesquisados foram exportados por meio de uma opção oferecida pelo próprio site para um único arquivo .CSV (Valores Separados por Vírgula), que contém dados como: Nome dos autores, Ano de publicação, Título, etc. Posteriormente, o arquivo .csv foi analisado e organizado via planilhas do Google, todos os 65 trabalhos pesquisados foram baixados pelo site da BDTD, e, em seguida, transferidos para a nuvem, onde houve uma organização primária do acervo no site Google Drive, como mostra a Figura 10.

Figura 10 – Organização dos 65 trabalhos escolhidos para análise.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 Quinto passo: Estruturação do corpus em quadros-resumo individuais

Visando filtrar os trabalhos que se encaixassem no tema, foram estabelecidos os seguintes critérios de exclusão e inclusão para aqueles analisados:

Critérios de inclusão:

- Trabalho Brasileiro;
- Ensino de Física;
- Aplicação da Robótica Educacional.

Critérios de exclusão:

- Trabalho não brasileiro;
- Trabalho fora do escopo educacional;
- Trabalhos indisponíveis ou duplicados na BDTD.

Após a definição dos critérios de inclusão e exclusão, foi feita uma cuidadosa análise do acervo a partir da leitura do Título, Resumo e palavras-chave de cada um. Em certos casos, para ser tomada a decisão de inclusão, também foi necessária a leitura de parte do trabalho, por conta de situações onde os indicadores mencionados anteriormente não eram suficientes.

Todos os trabalhos foram analisados e, por fim, tivemos um total de 34 trabalhos selecionados para estudo mais aprofundado do seu conteúdo, e estes foram dispostos em uma nova pasta do Google Drive chamada de "Trabalhos Analisados". Os descartados foram dispostos em uma subpasta chamada "Descartados", onde, mais uma vez, foram ordenados em sub-pastas contendo o motivo de sua exclusão, como mostra a Figura 11:

Figura 11 – Trabalhos descartados e seus critérios de exclusão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, como resultado de nossa pesquisa na BDTD, tivemos **65** trabalhos escolhidos, dos quais **31** foram excluídos e **34** analisados, pelos motivos explorados nos critérios de inclusão e exclusão. Com relação à quantidade de trabalhos por critério de **exclusão**, tivemos:

- **15** trabalhos que fugiam do assunto, não tendo objetivos educacionais, ou não versando sobre a aplicação da robótica educacional para o ensino de física;
- **12** trabalhos indisponíveis para download na plataforma da BDTD;
- **4** trabalhos duplicados na plataforma da BDTD.

Além disso, dos trabalhos selecionados para o estudo pelos critérios de inclusão, tivemos **4** teses de doutorado e **30** dissertações de mestrado. Todos os dados estão organizados no Quadro-resumo 1.

Quadro 1 – Resumo dos resultados das buscas.

Base de Dados	Buscados	Analizados	Excluídos	Foge do Assunto	Duplicado	Indisponível	Incluídos	Tese	Dissertação
BDTD	65	65	31	15	4	12	34	4	30
	100,00%	100,00%	47,70%	48,40%	12,90%	38,70%	52,30%	11,8%	88,20%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os 34 trabalhos incluídos foram organizados em uma única planilha chamada "Trabalhos selecionados", com as colunas "ID", "Título", "Ano", "Autor" e "Tipo".

Assim, o descritor "ID" se refere ao número em que o trabalho apareceu na lista de 65 trabalhos pesquisados na BDTD.

O campo "Título" é o título exatamente como está no trabalho, diferenciadas as letras maiúsculas e minúsculas.

O descritor "Ano" refere-se à data de publicação do trabalho, não à data de inserção do mesmo na plataforma.

O campo "Autor" refere-se ao autor do trabalho científico e, por fim, o descritor "Tipo" é referente ao tipo de trabalho, tendo como possíveis entradas "Tese" ou "Dissertação". O Quadro 2, com todos os trabalhos analisados está disposto abaixo:

Quadro 2 – Resumo dos trabalhos analisados.

ID	Título	Ano	Autor	Tipo
1	ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA	2016	Ana Paula Stoppa Rabelo	Dissertação
2	ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA AO	2016	Roseli Fornaza	Dissertação

	ENSINO DE FÍSICA			
3	ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS AULAS DE FÍSICA	2018	Wesley Borges Costa	Dissertação
4	ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PERSPECTIVA PARA O ENSINO DE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA	2019	Josemar de Siqueira	Dissertação
5	O ENSINO DE TÓPICOS DE CINEMÁTICA ATRAVÉS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL	2019	Naltilene Teixeira Costa Silva	Dissertação
6	ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO VIA APRENDIZAGEM ATIVA.	2019	Eros João Damasceno Bazan	Dissertação
8	ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM RECURSO PARA INTRODUIZIR O ESTUDO DA FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL	2018	Rodrigo Biehl	Dissertação
9	ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE NO 9º ANO DO ENSINO BÁSICO: Uma trilha de implementação de robótica com Arduino para o ensino de Física e Matemática	2021	Marcelo Pires da Silva	Dissertação
10	UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O ESTUDO DE RESISTORES NÃO LINEARES NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	2019	Janaina de Oliveira Reis Toureiro	Dissertação
12	CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA À LUZ DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO: O CASO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL	2014	Milton Schivani	Tese
13	A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COM A PLATAFORMA ARDUINO: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA	2014	Ana Paula Giacomassi Luciano	Dissertação
15	DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DA CINEMÁTICA ATRAVÉS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL	2021	Dadson Luís Ferreira Leite	Dissertação
17	ROBÓTICA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA E MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL II	2021	Geisla Aparecida de Carvalho	Dissertação
18	Robótica Educacional e qualidade motivacional dos estudantes em aulas de física	2020	Toni Fernando Mendes dos Santos	Dissertação
19	ROBÔS EDUCACIONAL LEGO® MINDSTORMS: um recurso didático facilitador para o ensino de física	2019	Chistian Drayton de Lima	Dissertação
22	ELEVADOR ROBODIDÁTICO: um ensino modular de física	2019	Marcos Alves de Albuquerque	Dissertação
23	A CINEMÁTICA EM UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA POR MEIO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL	2021	Keli Cristina Luchese	Dissertação
25	ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE	2016	Geislana Padeti	Dissertação

	RESISTORES		Ferreira Duminelli	
28	ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA: CONTRIBUIÇÕES DA ENGENHARIA DIDÁTICA PARA A ESTRUTURAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM	2018	José Roberto Tavares de Lima	Tese
29	ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA – CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE CARRINHOS DE CONTROLE REMOTO PARA ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE DINÂMICA – FORÇAS E AS LEIS DE NEWTON.	2021	Maicon Teixeira de Matos	Dissertação
33	O KIT DE ROBÓTICA E O ENSINO DE FÍSICA: RELATO DE UMA PROPOSTA PARA DISCUTIR OS CONCEITOS DE MASSA, ACELERAÇÃO E FORÇA	2018	Roberto Vieira da Silva	Dissertação
34	A IMPLEMENTAÇÃO DE UM CLUBE DE ROBÓTICA E CRIATIVIDADE: UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA FAVORECER UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA DISCIPLINA DE FÍSICA	2019	Richard Wilker da Silva Melo	Dissertação
35	ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PERSPECTIVA DE ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADA NO MODELO CONSTRUCIONISTA	2016	Leonardo Rocha Moreira	Dissertação
36	ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM RECURSO PARA A EXPLORAÇÃO DE CONCEITOS RELACIONADOS À TRANSFERÊNCIA DE CALOR NO ENSINO MÉDIO	2017	Maurício Veiga da Silva	Dissertação
38	A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM: UMA EXPERIÊNCIA COM A SEGUNDA LEI DE NEWTON NA SÉRIE FINAL DO ENSINO FUNDAMENTAL	2013	Ronnie Petter Pereira Zanatta	Dissertação
40	EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO A ROBOTICA LEGO EV3 NO ENSINO MÉDIO E FUNDAMENTAL	2018	Leonardo da Silva Garcia	Dissertação
43	UTILIZANDO O CICLO DA EXPERIÊNCIA DE KELLY PARA ANALISAR VISÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE LICENCIANDOS EM FÍSICA QUANDO UTILIZAM A ROBÓTICA EDUCACIONAL	2016	João Paulo da Silva Santos	Dissertação
45	Experimentos sobre absorção e emissão de radiação térmica e visível com adaptação do Cubo de Leslie	2016	Wanderley Marcílio Veronez	Dissertação
46	UMA PROPOSTA DE ENSINO ACERCA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS: AÇÕES A PARTIR DO KIT DE ROBÓTICA	2016	Francinal Maciel de Brito	Dissertação
47	A ROBÓTICA EDUCACIONAL E A PLATAFORMA ARDUINO: ESTRATÉGIAS CONSTRUCIONISTAS	2017	Ana Paula Giacomassi Luciano	Tese

	PARA A PRÁTICA DOCENTE			
49	UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORGAGEM DE CONCEITOS DE CINEMÁTICA ATRAVÉS DE DOIS CARRINHOS IMPRESSOS EM 3D E USO DO ARDUÍNO	2021	Alexandre Amaral Cardoso de Araújo	Dissertação
50	APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: MEDIANDO O ENSINO DE TEMAS DE FÍSICA POR MEIO DE MICROCONTROLADORES	2022	Hernani Batista da Cruz	Tese
52	A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO ENSINO DE FÍSICA: MEDINDO CARGA E ENERGIA ARMAZENADA EM ASSOCIAÇÕES DE CAPACITORES	2020	Andreza Destefano Ataides	Dissertação
60	A utilização dos laboratórios escolares em instituições de ensino na cidade de Uberaba	2017	Roberto Salgado Gonçalves Filho	Dissertação

Fonte: Dados da Pesquisa.

Por fim, apresentamos o Quadro 3 com um panorama do que foi trabalhado nos primeiros passos, relacionando as questões norteadoras, fonte utilizada e período de abrangência, critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos selecionados e organização dos dados obtidos como quadro-resumo final desta etapa da RSL.

Quadro 3 – Resumo das etapas 1 a 5 da Metanálise Qualitativa.

Questão Problema	Como é feito o ensino de física a partir da Robótica Educacional no Brasil?
Questões Norteadoras	1- Que assuntos de física são tratados com mais frequência com o uso de robótica?
	2- Qual o tipo de material e programação mais utilizados?
	3- Qual o referencial teórico mais adotado?
	4- Que tipo de pesquisadores estão mais interessados nesse tema?
Base de Dados	Biblioteca Brasileira de Dissertações e Teses (BDTD)
Período	2013 a 2022
Palavras-Chave	“Ensino de Física” E “Robótica Educacional”
Data da Busca	15/10/2023
Total de Trabalhos	65
Crítérios de Inclusão	Trabalhos Brasileiros; Ensino de Física; Aplicação da Robótica Educacional
Crítérios de Exclusão	Trabalhos Estrangeiros; Trabalhos fora do âmbito educacional; Trabalhos duplicados ou indisponíveis na base de dados.
Trabalhos Incluídos	34

Trabalhos Excluídos	31
---------------------	----

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7 Sexto passo: Análise e interpretação dos dados coletados

Após a seleção dos 34 trabalhos a serem analisados, estes foram organizados na pasta do Google Drive em anexo e, após isso, foi iniciada a leitura mais aprofundada dos trabalhos em busca de construir outros quadros com os dados obtidos que pudessem ser úteis. Após a leitura completa de três textos, pudemos perceber o padrão de que certas informações se repetiam, e estas seriam muito úteis para obter as respostas das perguntas norteadoras.

Assim, após a leitura integral dos três primeiros textos e após perceber que havia uma recorrência na etapa dos textos que indicava que tipo de teoria de ensino estava sendo utilizada, a **fundamentação teórica** de cada um destes foi lida com maior atenção, buscando recolher sistematicamente os dados sobre teorias de ensino abordadas. Estes dados foram organizados em uma nova planilha eletrônica, intitulada “Teorias de Aprendizagem Citadas”, a qual tinha como colunas os indicadores: “ID”, “Autor”, “Ano”, “Principais Teorias de Aprendizagem Citadas”.

O caráter subjetivo de uma pesquisa qualitativa se mostrou nesta fase, uma vez que a mesma recorrência deixou de aparecer em alguns textos e voltou em outros, sendo necessária a leitura integral destes para obtenção dos dados relacionados às teorias de aprendizagem.

Conforme as leituras avançaram, tornou-se mais simples encontrar os dados buscados, e então, a partir das questões norteadoras, três novas planilhas eletrônicas foram elaboradas, intituladas “Assuntos Trabalhados”, “Kits Utilizados” e “Perfil do Autor”. Estas continham, respectivamente, indicativos sobre matérias de física abordadas a partir da aplicação da robótica educacional, kits e programações utilizadas nessas abordagens e local e curso em que foi publicado o trabalho.

A organização das quatro planilhas ficou da seguinte forma:

Principais Teorias de Aprendizagem Citadas: Teorias de aprendizagem em que os autores se basearam para o estudo, obtidas principalmente a partir do capítulo de fundamentação teórica do estudo, mas não somente.

Assuntos Trabalhados: Divisão de assuntos em seis grandes áreas da física: Mecânica, Termologia, Ondulatória, Eletricidade, Óptica e Física Moderna,

além da classificação de sub-áreas trabalhadas pelos autores em seus trabalhos. Dados estes obtidos principalmente nos resumos, metodologias e atividades propostas ou aplicadas, nos anexos dos trabalhos.

Kits utilizados: Definição do principal kit de robótica utilizado na aplicação, além do tipo de linguagem de programação utilizada, podendo ser escrita ou em bloco. Estes dados foram os que mais se dispersaram pelos textos, pois eram apresentados nos mais diversos capítulos, e em alguns casos, não eram apresentados, tornando a obtenção dos dados mais complicada e sendo necessário utilizar de conhecimentos prévios para reconhecer o tipo de kit utilizado a partir das imagens das construções feitas pelos alunos. Vale ressaltar aqui, que o que denominamos por “kits” abrange tanto kits completos de robótica, como o LEGO NXT 9797, quanto materiais para a aplicação da robótica, como o Arduino.

Perfil do autor: Organização dos dados coletados em relação aos nomes dos autores, local em que o trabalho foi publicado, qual titulação o autor conseguiu após concluir a defesa de seu texto e qual tipo de curso este estava inserido, pós-graduação profissional ou acadêmica.

O quadro 4, abaixo, organiza de maneira mais visual os tópicos das planilhas comentadas:

Quadro 4 – Resumo das planilhas construídas.

Nome	Estrutura
Teorias de Aprendizagem Citadas	ID
	Autor
	Ano
	Principais Teorias de Aprendizagem Citadas
Assuntos Trabalhados	ID
	Autor
	Ano
	Assunto(s) Trabalhado(s)
Kits Utilizados	ID
	Autor
	Ano
	Kit(s) Utilizado(s)
	Tipo de Programação (Escrita ou em Bloco)
Perfil do Autor	ID
	Autor

	Ano
	Universidade
	Local de Publicação
	Tipo
	Curso

Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro 4 finaliza a sexta etapa do processo de RSL por metanálise qualitativa no campo da educação, portanto, assim, iremos ao último passo, onde serão apresentados quadros e gráficos obtidos a partir dos dados retirados dos textos com o fim de chegar aos resultados e respostas das questões norteadoras apresentadas nas etapas anteriores.

4.8 Sétimo passo: Apresentação dos dados e análise para a questão inicial

No tangente à questão norteadora 1 (Que assuntos de física são tratados com mais frequência com o uso de robótica?), que diz respeito ao objetivo específico: “Avaliar e catalogar os tópicos específicos dentro do campo da física que têm sido predominantemente abordados por meio da implementação da robótica educacional como ferramenta pedagógica”, foi construído o Quadro 5, que separa, dentro de 6 grandes áreas da física, os assuntos abordados pelos autores em seus trabalhos.

Foi caracterizado como “assunto abordado” pelo autor, os que foram citados diretamente pelo texto e os que, apesar de não citados, foram visivelmente aplicados nas atividades em anexo.

Quadro 5 – Quadro dos assuntos de Física abordados em cada trabalho.

ID	Autor	Ano	Assunto(s) Trabalhado(s)
1	Rabelo	2016	Mecânica: Cinemática, Dinâmica
2	Fornaza	2016	Mecânica: Cinemática
3	Costa	2018	Mecânica: Cinemática
4	Siqueira	2019	Mecânica: Cinemática
5	Silva	2019	Mecânica: Cinemática
6	Bazan	2019	Mecânica: Cinemática, Dinâmica, Hidrostática
8	Biehl	2018	Mecânica: Cinemática, Dinâmica
9	Silva	2021	Eletricidade: Eletrodinâmica.

			Ondulatória: Fenômenos Ondulatórios, Velocidade de Onda.
10	Toureiro	2019	Eletricidade: Eletrodinâmica
12	Schivani	2014	Mecânica: Cinemática, Dinâmica, Trabalho e Energia e Equilíbrio.
			Termologia: Termômetros, Calorimetria
			Ondulatória: Fenômenos Ondulatórios, Velocidade de Onda.
			Óptica: Óptica Física, Óptica Geométrica
13	Luciano	2014	Mecânica: Torque.
			Eletricidade: Eletrodinâmica
15	Leite	2021	Mecânica: Cinemática
17	Carvalho	2021	Mecânica: Cinemática.
			Eletricidade: Eletrodinâmica
18	Santos	2020	Mecânica: Cinemática.
			Eletricidade: Eletrodinâmica
19	Lima	2019	Mecânica: Cinemática, Dinâmica, Trabalho e Energia
22	Albuquerque	2019	Mecânica: Cinemática, Dinâmica, Trabalho e Energia.
			Eletricidade: Eletrostática, Eletrodinâmica, Magnetismo.
23	Luchese	2021	Mecânica: Cinemática
25	Duminelli	2016	Eletricidade: Eletrodinâmica
28	Lima	2018	Mecânica: Cinemática
29	Matos	2021	Mecânica: Cinemática, Dinâmica
33	Silva	2018	Mecânica: Cinemática, Dinâmica
34	Melo	2019	Mecânica: Cinemática, Dinâmica, Trabalho e Energia
35	Moreira	2016	Mecânica: Dinâmica.
			Ondulatória: Fenômenos Ondulatórios, Velocidade de Onda.
			Óptica: Óptica Física, Óptica Geométrica
36	Silva	2017	Termologia
38	Zanatta	2013	Mecânica: Dinâmica.
40	Garcia	2018	Mecânica: Cinemática, Dinâmica.
			Termologia
43	Santos	2016	Mecânica: Cinemática, Dinâmica.
			Eletricidade: Eletrodinâmica
45	Veronez	2016	Física Moderna: Radiação, Espectro Eletromagnético.
			Termologia.
46	Brito	2016	Mecânica: Trabalho e Energia.

			Eletricidade: Energia Elétrica
47	Luciano	2017	Mecânica: Cinemática, Dinâmica, Hidrodinâmica. Eletricidade: Eletrodinâmica
49	Araújo	2021	Mecânica: Cinemática
50	Cruz	2022	Mecânica: Cinemática Eletricidade: Eletrodinâmica Termologia: Termodinâmica Física Moderna: Relatividade
52	Ataides	2020	Eletricidade: Eletrodinâmica
60	Filho	2017	Mecânica: Dinâmica

Fonte: Dados da Pesquisa.

Ainda sobre a questão 1, é possível perceber que, no Quadro 5, há uma gama muito grande de conteúdos abordados, tendo ao menos um trabalho que tenha aplicado cada uma das 6 grandes áreas a partir da robótica. No entanto, é notável a maior recorrência de algumas áreas. Para melhor entendimento, foi elaborado o Quadro 6, que resume quantas aplicações foram observadas em cada grande área da física e os autores responsáveis:

Quadro 6 – Resumo das incidências dos assuntos de Física abordados.

Grande Área da Física	Autores	Incidência	%
Mecânica	Rabelo (2016), Fornaza (2016), Costa (2018), Siqueira(2019), Silva (2019), Bazan (2019), Biehl (2018), Schivani (2014), Luciano (2014), Leite (2021), Carvalho (2021), Santos (2021), Lima (2019), Albuquerque (2019), Luchese (2019), Lima (2018), Matos (2021), Silva (2018),Melo (2019), Moreira (2016), Zanatta (2013), Garcia (2018), Santos (2016), Brito (2016), Luciano (2017), Araújo (2021), Cruz (2022), Filho (2017)	28	82,3
Eletricidade	Silva (2021), Toureiro (2019), Luciano (2014), Carvalho (2021), Santos (2020), Albuquerque (2019), Duminelli (2019), Santos (2016), Brito (2016), Luciano (2017), Cruz (2022), Ataídes (2020)	12	35,3
Termologia	Schivani (2014), Silva (2017), Garcia (2018), Veronez (2016), Cruz (2022)	5	14,7
Ondulatória	Schivani (2014), Silva (2021), Moreira (2016)	3	8,8

Física Moderna	Veronez (2016), Cruz (2022)	2	5,9
Óptica	Schivani (2014), Moreira (2016)	2	5,9

Fonte: Elaborado pelo autor.

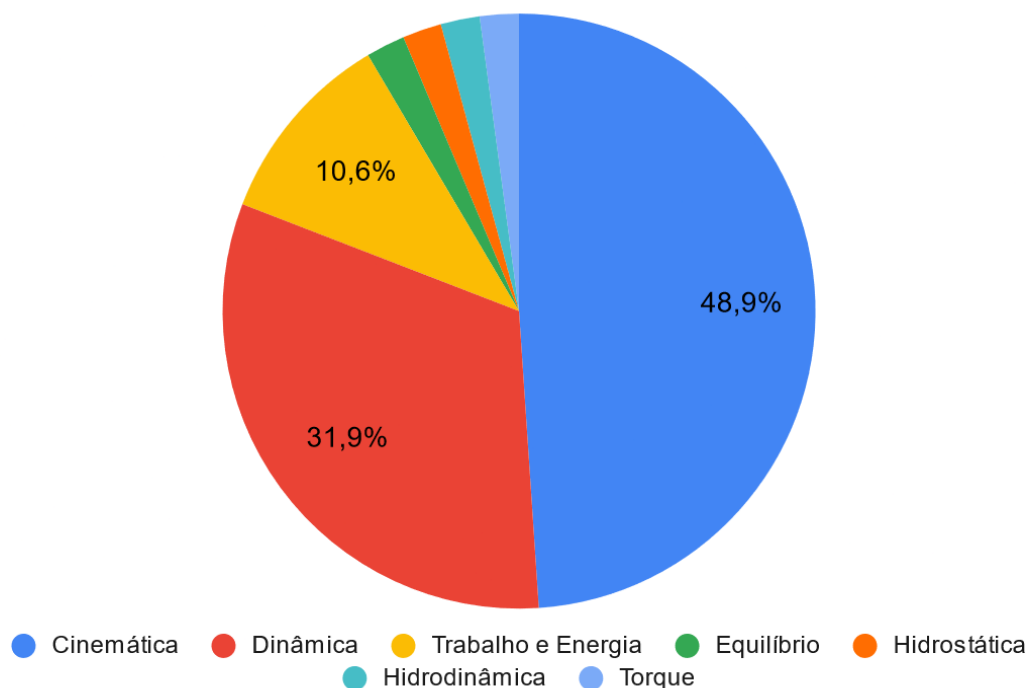
Assim, nos 34 trabalhos, houve a incidência de 52 assuntos de física, com 19 autores (56% do total) focando em uma única área da física e não citando nenhuma outra área em seu trabalho.

Apesar disso, houve autores que aplicaram a robótica educacional em uma perspectiva mais ampla, aplicando-a em várias áreas, como Schivani (2014), que dedica seu trabalho às áreas de Mecânica, Termologia, Ondulatória e Óptica, ou Cruz (2022), que aplica a robótica educacional no ensino de Mecânica, Eletricidade, Termologia e Física Moderna. Ambos os autores foram os que trabalharam mais áreas da física a partir da robótica educacional em um único trabalho, abordando 4 grandes áreas cada.

A grande maioria dos autores que focaram em uma única área foram os que trabalharam com a mecânica, talvez encontrando dificuldade em fazer uma relação deste assunto com outras áreas. Uma suposição é que por esta ser, em geral, o primeiro contato que os alunos do ensino médio têm com física, os autores tenham optado por enfatizar somente esta área do conhecimento. Assim, foi a área mais trabalhada, com 28 aplicações.

A seguir, a Figura 12 organiza os dados coletados sobre as aplicações da robótica educacional na área de mecânica e os sub-temas mais abordados nesta matéria.

Figura 12 – Áreas da Mecânica Citadas.



Fonte: Dados da pesquisa.

A partir da análise do gráfico, é possível enfatizar as aplicações das matérias de cinemática e dinâmica nos estudos catalogados, o que leva ao melhor entendimento do que pode e já é trabalhado com a robótica educacional como ferramenta pedagógica para o ensino de física.

Para a **questão 2** (Qual o tipo de material e programação mais utilizados?), que está diretamente ligada com o objetivo específico: “Avaliar e catalogar os principais materiais físicos utilizados para a aplicação da robótica educacional no âmbito escolar”, foi construído o Quadro 7, que organiza os principais materiais utilizados para a prática da robótica educacional, além do tipo de programação associada a cada uma dessas utilizações.

Para a caracterização dos kits e do tipo de programação, foi necessária a leitura integral dos textos, bem como a utilização de conhecimentos prévios para reconhecimento dos componentes quando os trabalhos não os citavam.

Quadro 7 – Kits e Programação Utilizados pelos Autores.

ID	Autor	Ano	Kit(s) Utilizado(s)	Tipo de Programação (Escrita ou Bloco)
1	Rabelo	2016	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco
2	Fornaza	2016	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco

3	Costa	2018	LEGO Mindstorms Education EV3	Bloco
4	Siqueira	2019	Arduino UNO	Bloco
5	Silva	2019	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco
6	Bazan	2019	Arduino UNO	Escrita
8	Biehl	2018	LEGO Mindstorms Education EV3	Bloco
9	Silva	2021	Arduino UNO	Escrita
10	Toureiro	2019	Arduino UNO	Escrita
12	Schivani	2014	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco
13	Luciano	2014	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco
15	Leite	2021	Arduino UNO	Escrita
17	Carvalho	2021	Arduino UNO	Escrita
18	Santos	2020	Arduino UNO	Bloco
19	Lima	2019	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco
22	Albuquerque	2019	Arduino UNO	Bloco
23	Luchese	2021	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco
25	Duminelli	2016	Placa Confeccionada pela Autora	-
28	Lima	2018	LEGO Mindstorms Education EV3	Bloco
29	Matos	2021	Arduino UNO	Escrita
33	Silva	2018	Dynamic / Robo TX Training Lab (FischerTechnik)	Bloco
34	Melo	2019	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco
35	Moreira	2016	LEGO Mindstorms Education EV3 / Arduino UNO	Bloco
36	Silva	2017	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco
38	Zanatta	2013	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco
40	Garcia	2018	LEGO Mindstorms Education EV3	Bloco
43	Santos	2016	LEGO Mindstorms Education EV3 / Arduino UNO	Bloco / Escrita
45	Veronez	2016	LEGO Mindstorms NXT 9797	Bloco
46	Brito	2016	FischerTechnik Green Energy	Bloco
47	Luciano	2017	Arduino UNO	Escrita
49	Araújo	2021	Arduino UNO	Escrita
50	Cruz	2022	ESP8266 / ESP32	Escrita
52	Ataides	2020	Arduino UNO	Escrita
60	Filho	2017	LEGO Mindstorms NXT 9797 / FischerTechnik ROBO LT	Bloco / Escrita

Fonte: Dados da pesquisa.

Sobre o Quadro 7, é possível perceber como a escolha dos kits por parte dos autores é bem distribuída em três grandes empresas, LEGO, Arduino e FischerTechnik, com as duas mais recorrentes já apresentadas em um capítulo prévio. Com o fim de analisar esta distribuição, foi feito o Quadro 8, abaixo, que se trata de um quadro-resumo sobre a incidência de cada um dos kits utilizados pelos autores:

Quadro 8 – Resumo das incidências dos materiais de Robótica Utilizados.

Kit	Autores	Incidência	%
Arduino UNO	Siqueira (2019), Bazan (2019), Silva (2021), Toureiro (2019), Leite (2021), Carvalho (2021), Santos (2020), Albuquerque (2019), Matos (2021), Moreira (2016), Santos (2016), Luciano (2017), Araújo (2021), Ataídes (2020)	14	41,2
LEGO NXT	Rabelo (2016), Fornaza (2016), Silva (2019), Schivani (2014), Luciano (2014), Lima (2019), Luchese (2021), Melo (2019), Silva (2017), Zanatta (2013), Veronez (2016), Filho (2017)	12	35,3
LEGO EV3	Costa (2018), Biehl (2018), Lima (2018), Moreira (2016), Garcia (2018), Santos (2016)	6	17,6
FischerTechnik	Silva (2018), Brito (2016), Filho (2017)	4	11,76
Outro	Duminelli (2016), Cruz (2022)	2	5,9

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, nos 34 trabalhos, houve a utilização de apenas 38 kits de robótica, o que mostra que na grande maioria dos casos, há a necessidade de apenas um tipo de kit para aplicação da robótica educacional como ferramenta pedagógica para o ensino dos assuntos de física. Sobre a distribuição, há mais trabalhos utilizando o Arduino UNO (14 no total), devido a seu baixo custo quando comparado com kits da LEGO ou FischerTechnik, por exemplo. Esta foi uma das afirmações recorrentes dos autores ao definir o arduino como material trabalhado, como faz Silva (2021):

Um campo de criação, de inúmeras possibilidades, ocorre dentro da robótica educacional. Existem kits comerciais prontos, que podem ser adquiridos pela internet. Dentre eles, destacamos os kits robóticos da LEGO, Modelix, Horizon, Science, entre outros. Das plataformas de prototipagem, escolhemos trabalhar com o Arduino, tendo em vista que este trabalho foi desenvolvido em escola pública, com poucos recursos financeiros. As placas, módulos e sensores podem ser adquiridos a baixo custo, já que são vendidos em “kits”, podendo até mesmo serem importados. (SILVA, 2021)

Ainda assim, com 12 aplicações, o LEGO NXT 9797 é amplamente utilizado, apesar de seu custo mais elevado em relação ao Arduino. O fator econômico parece ser um grande indicador na escolha do kit a ser utilizado, e este fato pode ser percebido com maior clareza ao comparar o total de aplicações do LEGO NXT 9797 ao seu sucessor, lançado com quase 10 anos de diferença e muita tecnologia a mais. Apesar deste, LEGO Mindstorms EV3, ser abertamente superior ao NXT, devido ao seu custo superior, a maior parte dos autores optam por utilizar a versão menos atualizada, pois julgam que a grande diferença de valor entre os dois kits não se justifica.

Houveram ainda os kits da FischerTechnik, concorrente direta da LEGO, mas estes não tiveram grandes aplicações, sendo em sua grande maioria utilizados em conjunto com outros kits. O autor Brito (2016) foi o único a utilizar o kit FischerTechnik isoladamente em toda sua aplicação, sem o auxílio de nenhum outro adicional. Apesar dos outros kits de robótica se mostrarem de grande valia quando utilizados individualmente, houve autores que optaram por aplicações utilizando mais de um tipo de kit de robótica: Silva (2018), que utilizou dois kits FischerTechnik; Moreira (2016) e Santos (2016), que utilizaram os kits LEGO EV3 em conjunto com o Arduino UNO; e Filho (2017), que utilizou o kit LEGO NXT com um dos kits da FischerTechnik.

Por fim, houve mais duas aplicações que fugiram da “normalidade”. Em uma delas, Duminelli (2016) confeccionou sua própria placa analógica, que não necessitava de programação, e Cruz (2022) optou por usar o ESP8266 em conjunto com ESP32 para aplicar sua pesquisa da tese de doutorado. Pode-se ressaltar que, nesse caso em específico, o público alvo era de alunos do curso de licenciatura em física, por isso a tomada de decisão por um material mais complexo de se lidar é justificada, tendo em vista o maior nível de conhecimento da turma.

Em relação à complexidade, as aplicações das programações pelos autores variaram em conjunto com os kits. Os já prontos de empresas como a LEGO tiveram maior quantidade de programações desenvolvidas em bloco, enquanto kits como o Arduino tiveram maior quantidade de programações desenvolvidas por meio da escrita. Os dados obtidos estão organizados no Quadro 9, abaixo:

Quadro 9 – Resumo dos dados obtidos em relação aos tipos de programação utilizados.

Kit	Aplicações com Programação em Bloco	%	Aplicações com Programação Escrita	%
Arduino Uno	4	28,5	10	71,5
LEGO NXT 9797	12	100	0	0
LEGO MINDSTORMS EV3	6	100	0	0
FischerTechnik	3	75	1	25
ESP8266 / ESP32	0	0	1	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Feita esta organização, é possível perceber que os kits da LEGO não tiveram nenhuma aplicação com programação escrita. Devido aos softwares utilizados para programar estes kits serem de código fechado, não há muitas opções quando se trata de programação ao utilizar os kits da LEGO. Apesar dos softwares desenvolvidos pela empresa serem bem completos, são elaborados para trabalhar somente programação em blocos.

Com relação à **questão 3** (Qual o referencial teórico mais adotado?), que está ligada ao objetivo específico: “Compreender quais são as diferentes teorias de ensino associadas ao uso de robótica educacional e quais suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de física”, foi criado o Quadro 10, que relaciona os autores às principais teorias de ensino citadas por estes:

Quadro 10 – Principais teorias de aprendizagem citadas pelos autores.

ID	Autor	Ano	Principais Teorias de Aprendizagem Citadas
1	Rabelo	2016	Construtivismo, Construcionismo, Aprendizagem Significativa, Teoria dos Campos Conceituais, Sócio-Interacionismo
2	Fornaza	2016	Construtivismo, Construcionismo, Teoria dos Campos Conceituais, Teoria das Concepções
3	Costa	2018	Construtivismo, Aprendizagem Significativa, Sócio-interacionismo
4	Siqueira	2019	Construtivismo, Construcionismo
5	Silva	2019	Construtivismo, Construcionismo, Aprendizagem Significativa
6	Bazan	2019	Construtivismo, Construcionismo, Aprendizagem Ativa
8	Biehl	2018	Construtivismo, Construcionismo
9	Silva	2021	Construtivismo, Construcionismo, Aprendizagem Significativa
10	Toureiro	2019	Aprendizagem Significativa

12	Schivani	2014	Teoria Antropológica do Didático
13	Luciano	2014	Construcionismo
15	Leite	2021	Construtivismo, Construcionismo
17	Carvalho	2021	Aprendizagem Significativa, Aprendizagem Baseada em Problemas
18	Santos	2020	Construcionismo, Teoria da Autodeterminação
19	Lima	2019	Sócio-interacionismo
22	Albuquerque	2019	Aprendizagem Significativa
23	Luchese	2021	Construcionismo, História das Ciências
25	Duminelli	2016	Construtivismo, Construcionismo, Sócio-interacionismo
28	Lima	2018	Construtivismo, Construcionismo, Aprendizagem Significativa
29	Matos	2021	Sócio-interacionismo
33	Silva	2018	Construcionismo
34	Melo	2019	Construcionismo, Aprendizagem Significativa
35	Moreira	2016	Construcionismo
36	Silva	2017	Construcionismo, Aprendizagem Significativa
38	Zanatta	2013	Construcionismo
40	Garcia	2018	Construtivismo, Construcionismo, Sócio-interacionismo
43	Santos	2016	Construtivismo, Construcionismo, Teoria dos Construtos Pessoais
45	Veronez	2016	Construtivismo, Construcionismo
46	Brito	2016	Construcionismo
47	Luciano	2017	Construcionismo
49	Araújo	2021	Construtivismo, Aprendizagem Significativa
50	Cruz	2022	Sócio-interacionismo, Aprendizagem Baseada em Projetos
52	Ataides	2020	Aprendizagem Significativa
60	Filho	2017	Construtivismo, Construcionismo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme os dados obtidos, foram citadas 13 teorias de aprendizagem diferentes, sendo elas: Construcionismo; Construtivismo; Aprendizagem Significativa; Sócio-Interacionismo; Teoria dos Campos Conceituais; Aprendizagem Ativa; Teoria das Concepções; Teoria Antropológica do Didático; Aprendizagem Baseada em Problemas; Aprendizagem Baseada em Projetos; Teoria da Autodeterminação; História das Ciências e Teoria dos Construtos Pessoais, com uma recorrência elevada para quatro teorias em especial, as de Papert, Piaget, Ausubel e Vygotsky, nessa ordem. As teorias e recorrências foram

organizadas e estão dispostas no Quadro 11, abaixo:

Quadro 11 – Resumo das incidências das teorias de Aprendizagem Citadas.

Teorias de Aprendizagem	Recorrência	%
Construcionismo	24	70,5
Construtivismo	16	47
Aprendizagem Significativa	13	38,2
Sócio-Interacionismo	7	20,6
Teoria dos Campos Conceituais	2	5,9
Aprendizagem Ativa	1	2,9
Teoria das Concepções	1	2,9
Teoria Antropológica do Didático	1	2,9
Aprendizagem Baseada em Problemas	1	2,9
Aprendizagem Baseada em Projetos	1	2,9
Teoria da Autodeterminação	1	2,9
História das Ciências	1	2,9
Teoria dos Construtos Pessoais	1	2,9

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como é possível perceber pelo quadro, as outras teorias de ensino tiveram caráter de apoio, sendo as teorias do Construcionismo, Construtivismo, Aprendizagem Significativa e Sócio-Interacionismo as mais citadas. Apesar deste caráter de suporte, as teorias menos citadas ainda foram de suma importância para fortalecer o embasamento teórico dos autores, com a grande maioria (22 autores) se baseando em mais de uma teoria de aprendizagem. Os dados resultaram em 70 citações a teorias de aprendizagem (Soma da recorrência), em apenas 34 trabalhos.

Percebe-se ainda que apenas 10 autores não citaram ou utilizaram Seymour Papert e sua teoria do construcionismo em suas fundamentações teóricas, estes são: Costa (2018), Toureiro (2019), Schivani (2014), Carvalho (2021), Lima (2019), Albuquerque (2019), Matos (2021), Araújo (2021), Cruz (2022) e Ataídes (2020). Ainda que nenhum destes autores cite Papert, utilizam uma das quatro teorias destacadas para fundamentar seus trabalhos, com a única exceção de Schivani (2014), que pauta toda sua tese de doutorado em educação na Teoria Antropológica do Didático.

Por fim, para chegar à resposta da **Questão 4** (Que tipo de pesquisadores

estão mais interessados nesse tema?), é necessário aprofundar-se neste tema, separando-o em pequenas perguntas que servirão para categorizar os estudiosos que pesquisam sobre este tema. Portanto, para tal, foram feitas as seguintes perguntas: “Este trabalho é requisito para qualificação a que nível acadêmico?”, “Em que parte do Brasil este trabalho foi feito?”, “Em que universidade?”, “Que curso de pós graduação o autor cursava?”. Para responder estas perguntas, o passo-a-passo foi simples, pois todas as informações necessárias estão nas primeiras páginas dos trabalhos, bastando organizar as fichas catalográficas. Todos os dados foram meticulosamente extraídos e organizados na última das planilhas mostradas no Quadro 4. Assim, o Quadro 12 trata do perfil dos autores dos trabalhos:

Quadro 12 – Perfil dos autores e dos trabalhos.

Autor	Ano	Universidade	Local de Publicação	Tipo	Curso
Rabelo	2016	Universidade Federal de Goiás	Catalão – GO	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Fornaza	2016	Universidade de Caxias do Sul	Caxias do Sul - RS	Dissertação	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (PPECiMa)
Costa	2018	Universidade Federal de Goiás	Catalão - GO	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Siqueira	2019	Universidade Federal de Santa Catarina	Florianópolis - SC	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Silva	2019	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Recife - PE	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Bazan	2019	Universidade Federal de Mato Grosso	Cuiabá - MT	Dissertação	Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais
Biehl	2018	Universidade do Vale do Taquari	Lajeado - RS	Dissertação	Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas
Silva	2021	Universidade Federal de Goiás	Catalão – GO	Dissertação	Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
Toureiro	2019	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Campo Mourão – PR	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Schivani	2014	Universidade de São Paulo	São Paulo - SP	Tese	Programa de Pós-Graduação em Educação
Luciano	2014	Universidade Estadual de	Maringá – PR	Dissertação	Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a

		Maringá			Matemática
Leite	2021	Universidade Federal do Maranhão	São Luís - MA	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Carvalho	2021	Universidade Federal de Uberlândia	Uberlândia - MG	Dissertação	Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Santos	2020	Universidade Federal de Santa Catarina	Florianópolis - SC	Dissertação	Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
Lima	2019	Universidade Federal de Pernambuco	Caruaru - PE	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Albuquerque	2019	Universidade Federal de Pernambuco	Caruaru - PE	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Luchese	2021	Universidade Federal de Santa Catarina	Araranguá - SC	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Duminelli	2016	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Campo Mourão - PR	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Lima	2018	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Recife - PE	Tese	Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática
Matos	2021	Universidade Federal de Santa Catarina	Araranguá - SC	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Silva	2018	Universidade Estadual da Paraíba	Campina Grande - PB	Dissertação	Pós-graduação em Ensino de Física
Melo	2019	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Recife - PE	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Moreira	2016	Universidade de Fortaleza	Fortaleza - CE	Dissertação	Mestrado em Informática Aplicada
Silva	2017	Universidade do Vale do Taquari	Lajeado - RS	Dissertação	Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas
Zanatta	2013	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Curitiba - PR	Dissertação	Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica
Garcia	2018	Universidade Federal Rural do Semi-árido	Mossoró - RN	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Santos	2016	Universidade Federal Rural de	Recife - PE	Dissertação	Pós-Graduação em Ensino das Ciências

		Pernambuco			
Veronez	2016	Universidade Estadual de Ponta Grossa	Ponta Grossa - PR	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Brito	2016	Universidade Estadual da Paraíba	Campina Grande - PB	Dissertação	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática
Luciano	2017	Universidade Estadual de Maringá	Maringá - PR	Tese	Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática
Araújo	2021	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Natal - RN	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Cruz	2022	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Ponta Grossa - PR	Tese	Pós-Graduação no Curso de Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT),
Ataides	2020	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Campo Mourão - PR	Dissertação	Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)
Filho	2017	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	Uberaba - MG	Dissertação	Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica (PMPIT)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar o Quadro 12, algumas universidades, estados e tipos de curso se destacam, com este último sendo de fácil identificação. Dos 34 trabalhos selecionados, 20 (58,8%) foram produzidos a partir de dissertações de mestrados profissionais. Portanto, o tema do uso de robótica educacional como ferramenta pedagógica para o ensino de física aparenta ter como público de interesse mestrados profissionais no ensino de física, ciência e/ou matemática. Os demais dados que se destacam, como universidade e estados com maiores quantidades de produção, estão organizados nos dois próximos quadros:

Quadro 13 – Quantidade de produções analisadas por Universidade.

Universidade	Total de Trabalhos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	5
Universidade Federal de Santa Catarina	4
Universidade Federal Rural de Pernambuco	4
Universidade Federal de Goiás	3

Universidade do Vale do Taquari	2
Universidade Estadual de Maringá	2
Universidade Federal de Pernambuco	2
Universidade Estadual da Paraíba	2
Universidade de Caxias do Sul	1
Universidade Federal de Mato Grosso	1
Universidade de São Paulo	1
Universidade Federal do Maranhão	1
Universidade Federal de Uberlândia	1
Universidade de Fortaleza	1
Universidade Federal Rural do Semi-árido	1
Universidade Estadual de Ponta Grossa	1
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	1
Universidade Federal do Triângulo Mineiro	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 14 – Quantidade de produções analisadas por Estado.

Estado	Total de Trabalhos
Paraná	8
Pernambuco	6
Santa Catarina	4
Rio Grande do Sul	3
Goiás	3
Rio Grande do Norte	2
Paraíba	2
Minas Gerais	2
Maranhão	1
Ceará	1
Mato Grosso	1
São Paulo	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez em posse desses dados, é possível analisá-los para chegar a uma conclusão referente à questão 4, e traçar um perfil para o tipo de pesquisador que trabalha com a robótica Educacional aplicada ao ensino de física.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 *Interpretação dos resultados e respostas às questões*

A partir do exposto, podemos enfim responder à **questão norteadora 1** (Que assuntos de física são tratados com mais frequência com o uso de robótica?) e consequentemente, cumprir o objetivo específico citado, conforme as tabelas e gráficos mostrados, constatamos que a matéria de mecânica é a mais abordada ao se ensinar física utilizando a robótica educacional como uma ferramenta pedagógica, mais especificamente, o tópico de cinemática foi muito abordado nos trabalhos, sendo aplicado por 23 dos 34 trabalhos analisados (67,6%) de incidência, e sendo aplicada em em 23 dos 28 trabalhos que falavam, ainda que em parte, sobre mecânica, mostrando o grande destaque do tema. Os únicos trabalhos que versavam sobre mecânica, mas não aplicavam nenhuma construção ou aula relacionada a cinemática foram os de Luciano (2014), que falava unicamente sobre Torque, nos assuntos relacionados à mecânica, Moreira (2016), Zanatta (2013) e Filho (2017) que propuseram atividades e construções relacionadas apenas a Dinâmica e Brito (2016), que propôs atividades sobre Trabalho e Energia.

A maior parte dos autores que trabalharam a cinemática a partir da robótica educacional, o fizeram com construções e experimentações com carros robóticos construídos com os mais diversos kits de robótica educacional.

Vale enfatizar ainda, a incidência da grande área de eletricidade, com 12 citações em trabalhos, que fora trabalhada em sua grande maioria, por meio de prototipagens com protoboards de Arduino, a partir da construção e utilização de robôs com circuitos elétricos, gerando grande interesse e aprendizado aos alunos.

Sobre o tipo de material e programação utilizados pelos autores para ensinar física com o auxílio da robótica, destacaram-se o Arduino UNO e o LEGO NXT 9797, que, apesar de mais antigo que seu sucessor, LEGO MINDSTORMS EV3, ainda tem maior popularidade, ao menos no recorte temporal estudado (2013 - 2022), com o lançamento do kit LEGO MINDSTORMS EV3 em 2013, só tivemos o primeiro trabalho que relacionava seu uso ao ensino de física com Moreira (2016), no primeiro e único (dentro do recorte temporal estudado) trabalho de pós graduação do ceará que versa sobre a aplicação da robótica educacional como facilitadora no ensino de física.

Antes do ano de 2016, todos os trabalhos utilizavam o LEGO NXT 9797, e só após esta data começaram a surgir trabalhos com aplicações dos kits Arduino, LEGO MINDSTORMS EV3 e FischerTechnik. Há uma crescente utilização dos kits Arduino a partir de 2019, com 15 trabalhos analisados a partir deste ano, e apenas 4 usos do LEGO NXT 9797, em contraste com 11 utilizações dos kits que utilizam Arduino Uno.

Portanto, ao observar todo o recorte temporal, o Arduino UNO e o LEGO NXT 9797 são notadamente os kits mais utilizados, somando juntos 76,5% das aplicações (26 trabalhos). Porém, ao observar os anos mais recentes do recorte, é possível observar que este kit da LEGO tornou-se menos utilizado, com apenas uma utilização entre 2020 e 2022, devido ao fato da empresa ter parado de produzir estes kits com a chegada do seu sucessor, LEGO EV3. Apesar disso, o produto sucessor do NXT não apresenta grande quantidade de aplicações neste mesmo recorte, contando com todas as suas aplicações entre os anos de 2016 e 2018.

Analisando os textos dos autores que utilizaram outros kits, foi possível perceber a grande relevância do fator preço do produto da LEGO quanto à escolha de qual kit utilizar, sabendo-se que o kit LEGO EV3 custa cerca de R\$ 8 000,00 (como encontrado na plataforma Mercado Livre), e com sua versão anterior, por não estar mais sendo produzida, sendo de difícil acesso. Atualmente, os autores optam por aplicar a robótica educacional no ensino de física utilizando o Arduino UNO devido a seu baixo preço, com a placa Arduino custando R\$ 35,00 e os kits completos custando cerca de R\$ 400,00, e contam com boa capacidade de aplicação nos mais diversos assuntos da física.

A única desvantagem do Arduino UNO é a complexidade de sua programação, que é comumente escrita em C++. Analisando os trabalhos, foi possível perceber que, das 14 aplicações de kits de Arduino, 10 utilizam esta linguagem, mas 4 autores, Moreira (2016), Siqueira (2019), Albuquerque (2019) e Santos (2020), procuraram soluções alternativas e pedagogicamente mais interessantes, utilizando programas como Tinkercad e Ardublock. Estes autores puderam trazer para os alunos aplicações de kits de baixo custo com uma linguagem de programação simples e em bloco.

Portanto, atualmente, julgamos que a melhor maneira de aplicar a robótica educacional, caso a escola ou instituição de ensino já não possua um kit, seria utilizando o Arduino UNO com um software de programação por blocos, assim

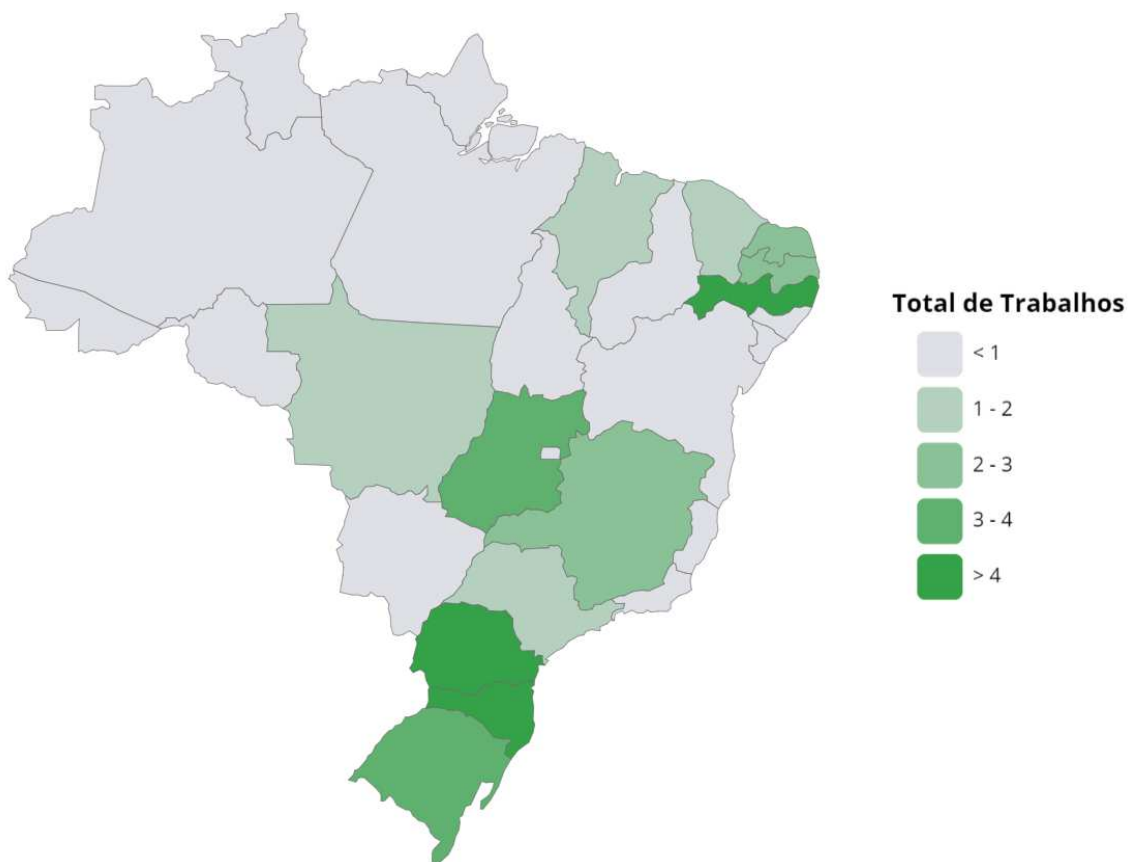
focando mais na física e não no aprendizado de uma linguagem de programação que pode ser complexa para os estudantes.

Com relação ao **questionamento norteador 3** (“Qual o referencial teórico mais adotado?”), identificamos que, dos 34 trabalhos, 33 citam uma das quatro teorias de aprendizagem a seguir: Construcionismo, Construtivismo, Aprendizagem Significativa e Sócio-interacionismo. Mostrando os principais referenciais teóricos adotados, o Construcionismo, em especial, foi o mais citado como esperado, com Seymour Papert sendo um dos principais autores no ramo da educação tecnológica.

Entretanto, foram as teorias menos citadas que chamaram maior atenção, com um total de 13 teorias de aprendizagem ao todo. A aplicação do ensino de física a partir da robótica educacional se mostra um campo ainda em aberto, em que diversas abordagens estão sendo testadas. Amorim (2016) julga que tal versatilidade da robótica proporciona múltiplas possibilidades tanto para atingir uma melhoria dos aspectos relacionados ao ensino, quanto para a construção do conhecimento pelos sujeitos envolvidos, alcançando assim uma aprendizagem interessante e significativa.

Por fim, com relação ao **questionamento norteador final** (“Que tipo de pesquisadores estão mais interessados nesse tema?”) Foi possível traçar semelhanças entre os trabalhos, com 20 dos 34 trabalhos analisados (58,8% do total) sendo fruto de cursos de mestrado profissional, onde os autores se mostram ativos na regência em sala de aula e, por isso, buscam novas maneiras de aplicar o conteúdo abordado diariamente. Ademais, tivemos estados e regiões com grande número de publicações estudadas e outras sem trabalho algum sobre o tema, o que nos levou a criar a Figura 13, organizando os principais locais de publicação de pesquisas sobre o tema:

Figura 13 – Total de trabalhos analisados por estado do Brasil



Fonte: Pesquisa do Autor.

Identificamos, assim, que a região sul do país é a que mais trabalha com robótica educacional aplicada ao ensino de Física, com 16 trabalhos sobre o tema, seguida da região nordeste, com 12 estudos sobre o assunto. Em seguida, vem a região centro-oeste, que conta com 4 trabalhos de conclusão de curso de pós-graduação que versam sobre o tema e, por fim, a região sudeste, com apenas 3 trabalhos. A região norte não teve nenhum trabalho que se encaixasse no tema do estudo.

Portanto, a maior parte dos pesquisadores sobre o tema em questão atuam em mestrados profissionais, nas regiões sul e nordeste do país.

6 CONCLUSÃO

Por meio do presente estudo de revisão sistemática literária, foi possível levantar dados utilizando-se da metanálise qualitativa sobre o uso de robótica educacional como ferramenta pedagógica para o ensino de física, levantando dados suficientes para responder de forma satisfatória a **questão-problema** proposta (“Como é feito o ensino de física a partir da Robótica Educacional no Brasil?”) .

Após a análise sistemática de todos os dados coletados, foi notado que os principais assuntos abordados em física a partir da robótica educacional são os de mecânica, mais especificamente cinemática, com a construção de carros-robôs, mas não se resumindo somente a estes. Além da mecânica, outra grande área abordada foi a de Eletricidade, com o assunto de Eletrodinâmica sendo aplicado na prática nos circuitos elétricos montados com Arduino.

Sobre os materiais utilizados, tivemos uma gama muito ampla de aplicações, assim, notou-se que para a escolha do material, é importante ponderar sobre: Quanto o indivíduo pretende investir financeiramente e em qual área da física pretende aplicar o kit de robótica.

A partir da análise dos dados levantados, indicamos que o melhor kit para se começar a ensinar física com uso da robótica é o que a escola já possui, pois todos os assuntos conseguem ser desenvolvidos por meio de qualquer um dos kits analisados. Entretanto, se houver a necessidade da aquisição de novos kits, indicamos o uso do Arduino UNO, pois além de ser financeiramente muito mais acessível que os outros kits, ainda conta com um diferencial pedagógico para a física: a necessidade de se aplicar conceitos de eletrodinâmica em construções dos mais variados assuntos da física, pois o kit trabalha com uma protoboard e as construções se fazem a partir de circuitos elétricos montados pelos próprios alunos. Assim, é possível exercitar o conhecimento em eletricidade até quando se estuda, por exemplo, mecânica. O único ponto que pode desapontar neste material é o nível de complexidade da programação. Entretanto, tal problema foi resolvido por Moreira (2016), Siqueira (2019), Albuquerque (2019) e Santos (2020), com a aplicação do material utilizando outros softwares para programação, como o Tinkercad e o Ardublock.

Sobre as teorias de aprendizagem, ficou claro a grande importância e recorrência da teoria construcionista de Seymour Papert, que se alia em parte à

construtivista de Piaget, portanto, é aconselhável que ao iniciar um trabalho no âmbito da robótica educacional, primeiro entenda-se do que se trata a teoria construcionista a fundo, pois, é muito fácil formular versões simples da ideia do construcionismo, reduzindo-o a “aprender fazendo” ou ideias do tipo, entretanto, para a sua aplicação é necessário um senso profundo sobre o que de fato trata essa teoria.

Sobre o perfil dos autores, ficou claro que todos de fato construíram um senso de construcionismo mais rico e profundo, devido à maioria destes já ter grande experiência em ensino, uma vez que eram alunos de mestrados profissionais ou cursos semelhantes. Estes aplicaram a teoria de Papert em conjunto com outras, complementares na visão dos autores.

Ao interpretarmos os resultados e apresentarmos as respostas para as quatro questões de pesquisa, entendemos como se dá o processo de ensino de física a partir da robótica educacional no Brasil, percebendo a riqueza do processo de ensino-aprendizagem relacionado a essa ferramenta pedagógica. Todos os trabalhos estudados relataram aumento no interesse e motivação dos alunos após o início das intervenções com a robótica, além de alguns relatarem melhora qualitativa e quantitativa no desempenho escolar dos alunos, com visível progresso na capacidade de entendimento e aumento das notas dos estudantes que participaram dos projetos.

Contudo, alguns estudos examinados indicaram desafios e restrições na incorporação da robótica no contexto escolar, os quais, em determinadas situações, interferiram no planejamento e na execução das atividades docentes, prejudicando, ainda que em parte, a pesquisa. Entre essas dificuldades citadas incluem-se: disponibilidade limitada de robôs, escassez de recursos financeiros para aquisição de kits e materiais, tempo de aula insuficiente para a realização das tarefas, inadequação do espaço físico e falta ou inadequada capacitação do professor para utilizar o recurso.

Apesar disso, em todos os estudos, tornou-se claro que os benefícios da implementação superam as desvantagens, pois os aspectos positivos da aplicação foram consistentemente destacados em todos os trabalhos, evidenciando um ambiente educacional que não apenas desafia os alunos, mas também os motiva, e isto resulta em um método de ensino envolvente e participativo. Este fato é particularmente significativo em contextos em que os estudantes lidam frequentemente com níveis elevados de estresse e falta de entusiasmo para o

processo de aprendizagem.

Finalmente, a relevância desta pesquisa se manifesta na sua capacidade de guiar pesquisadores e estudantes na escolha de abordagens eficazes, materiais pertinentes e temas relevantes para alcançar resultados positivos em termos cognitivos, afetivos e sociais. Ao aplicar essas descobertas em projetos individuais de robótica, espera-se uma contribuição valiosa para o avanço e aprimoramento desse campo.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Andrique Figueirêdo. **Robótica educacional aplicada ao ensino básico: uma análise das abordagens teóricas e metodológicas e dos resultados de aprendizagens presentes nas pesquisas brasileiras de 2015 a 2020**, 2022. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ensino). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2022.

CASTILHO, M. I. **Robótica na educação: com que objetivos?** Porto Alegre, 2002. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DE FREITAS, D.; VILLANI, A. FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: UM DESAFIO SEM LIMITES. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 215–230, 2002.

GALVÃO, Maria C. B., RICARTE, Ivan L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO, **LOGEION: Filosofia da informação**, Rio de Janeiro, v. 6 n. 1, p.57-73, set.2019/fev. 2020

LIMA, Valderez Marina do Rosário; HARRES, João Batista Siqueira; PAULA, Marlúbia Corrêa de. Caminhos da pesquisa qualitativa no campo da educação em ciências: pressupostos, abordagens e possibilidades. **Porto Alegre: EDIPUCRS**, 2018.

LIMA, V. M. do R.; RICHTER, L. Metanálise como possibilidade para a pesquisa na área da educação. In: Caminhos da pesquisa qualitativa no campo da educação em ciências: pressupostos; abordagens e possibilidades. **Porto Alegre: EDIPUCRS**, 2018.

LOPES, Daniel de Queiroz; FAGUNDES, Lea da Cruz. As Construções Microgenéticas e o Design em Robótica Educacional. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 4, n. 2, dez. 2006.

MAISONNETTE, R. **A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa**. In: Proinfo –Programa Nacional de Informática na Educação –Paraná, 2002

MASSA, Nayara Poliana. O CONSTRUCIONISMO DE SEYMOUR PAPERT E OS COMPUTADORES NA EDUCAÇÃO. **Cadernos da FUCAMP**, Minas Gerais, v. 21 n. 52, p.110-122, 2022

MILL, Daniel; CÉSAR, Danilo. Robótica pedagógica livre: sobre inclusão sócio-digital e democratização do conhecimento. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 217-248, jan./jun. 2009.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14ª ed. Rio de Janeiro: Hucitec, 2014. 408 p.

MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000.

PAPERT, S A. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 2008.

PAPERT, Seymour A.. "Introduction". In I. Harel (Ed.), **Constructionist Learning**. Cambridge, MA: MIT Media Laboratory. 1990.

PAPERT, Seymour A. **Logo: Computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985

SANTOS, Raylane Costa. A robótica educacional: Entendendo conceitos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Paraná, v. 13, n. 3, p. 345-366, set./dez. 2020

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2013. Disponível em:
https://www.ufrb.edu.br/ccaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia_do_Trabalho_Cient%C3%ADfico_-1%C2%AA_Edi%C3%A7%C3%A3o_-_Antonio_Joaquim_Severino_-_2014.pdf. Acesso em: 4 nov 2023.

SILVA, Alzira Ferreira da. **Robeduc: uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional**. 2009. 127 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia da Computação) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SILVA, Marcelo Pires da. **ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE NO 9º ANO DO ENSINO BÁSICO**: Uma trilha de implementação de robótica com Arduino para o ensino de Física e Matemática. Catalão, 2021. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Goiás.

APÊNDICE

Lista de referências dos trabalhos analisados.

ALBUQUERQUE, Marcos Alves de. **ELEVADOR ROBODIDÁTICO: um ensino modular de física.** Caruaru, 2019. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco

ARAÚJO, Alexandre Amaral Cardoso de. **Uma sequência didática para abordagem de conceitos de cinemática através de dois carrinhos impressos em 3d e uso do arduino.** Natal, 2021. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

ATAIDES, Andreza Destefano. **A utilização da plataforma Arduino no ensino de física: medindo carga e energia armazenada em associações de capacitores.** Campo Mourão, 2020. Dissertação (mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BAZAN, Eros João Damasceno. **Robótica educacional no ensino de física para o ensino médio via aprendizagem ativa.** Cuiabá, 2019. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso.

BIEHL, Rodrigo. **Robótica educacional: um recurso para introduzir o estudo da física no ensino fundamental.** Lajeado, 2018. Dissertação (mestrado) - Universidade do Vale do Taquari.

BRITO, Francinaldo Maciel de. **Uma proposta de ensino acerca de energias renováveis: Ações a partir do kit de robótica.** Campina Grande, 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual da Paraíba.

CARVALHO, Geisla Aparecida de. **Robótica no ensino e aprendizagem de física e matemática no Ensino fundamental II.** Uberlândia, 2021. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia.

COSTA, Wesley Borges. **Robótica educacional nas aulas de física.** Catalão, 2018. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Goiás.

CRUZ, Hernani Batista da. **Aprendizagem baseada em projetos: mediando o ensino de temas de física por meio de microcontroladores.** Ponta Grossa, 2022. Tese (doutorado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DUMINELLI, Geislana Padeti Ferreira. **Robótica aplicada ao ensino de resistores.** Campo Mourão, 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

FILHO, Roberto Salgado Gonçalves. **A utilização dos laboratórios escolares em instituições de ensino na cidade de Uberaba.** Uberaba, 2017. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

FORNAZA, Roseli. **Robótica educacional aplicada ao ensino de física.** Caxias do Sul, 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade de Caxias do Sul.

GARCIA, Leonardo da Silva. **Experimentos no ensino de física utilizando a Robótica LEGO EV3 no ensino médio e fundamental.** Mossoró, 2018. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido.

LEITE, Dadson Luís Ferreira. **Desenvolvimento de uma proposta pedagógica para o ensino da cinemática através da robótica educacional.** São Luís, 2021. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Maranhão.

LIMA, José Roberto Tavares de. **Robótica educacional no ensino de física: contribuições da engenharia didática para a estruturação de sequências de ensino e aprendizagem.** Recife, 2018. Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

LIMA, Christian Drayton de. **ROBÔS EDUCACIONAL LEGO® MINDSTORMS: um recurso didático facilitador para o ensino de física.** Caruaru, 2019. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.

LUCHESE, Keli Cristina. **A cinemática em uma abordagem histórico-filosófica por meio da robótica educacional.** Araranguá, 2021. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

LUCIANO, Ana Paula Giacomassi. **A utilização da robótica educacional com a plataforma Arduino: uma contribuição para o ensino de física.** Maringá, 2014. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá.

LUCIANO, Ana Paula Giacomassi. **A robótica educacional e a plataforma Arduino: estratégias construcionistas para a prática docente.** Maringá, 2017. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá.

MATOS, Maicon Teixeira de. **Robótica educacional no ensino de física – construção e aplicação de carrinhos de controle remoto para abordagem do conteúdo de dinâmica – forças e as leis de Newton.** Araranguá, 2021. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

MELO, Richardson Wilker da Silva. **A implementação de um clube de robótica e criatividade: uma estratégia didática para favorecer uma aprendizagem**

significativa na disciplina de física. Recife, 2019. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

MOREIRA, Leonardo Rocha. **Robótica educacional: uma perspectiva de ensino e aprendizagem baseada no modelo construcionista.** Fortaleza, 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade de Fortaleza.

RABELO, Ana Paula Stoppa. **Robótica educacional no ensino de física.** Catalão, 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Goiás.

SANTOS, João Paulo da Silva. **Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional.** Recife, 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SANTOS, Toni Fernando Mendes dos. **Robótica Educacional e qualidade motivacional dos estudantes em aulas de física.** Florianópolis, 2020. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

SCHIVANI, Milton. **Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático: o caso da robótica educacional.** São Paulo, 2014. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo.

SILVA, Maurício Veiga da. **Robótica educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor no ensino médio.** Lajeado, 2017. Dissertação (mestrado) - Universidade do Vale do Taquari.

SILVA, Roberto Vieira da. **O kit de robótica e o ensino de física: uma proposta para discutir conceitos de massa, aceleração e força.** Campina Grande, 2018. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual da Paraíba.

SILVA, Naltylene Teixeira Costa. **O ensino de tópicos de cinemática através de robótica educacional.** Recife, 2019. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SILVA, Marcelo Pires da. **Robótica educacional livre no 9º ano do ensino básico: uma trilha de implementação de robótica com arduino para o ensino de física e matemática.** Catalão, 2021. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Goiás.

SIQUEIRA, Josemar. **Robótica educacional: uma perspectiva para o ensino de gráficos em cinemática.** Florianópolis, 2019. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

TOUREIRO, Janaina de Oliveira Reis. **Utilização da robótica educacional para o estudo de resistores não lineares no 9º ano do ensino fundamental.** Campo Mourão, 2019. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná.

VERONEZ, Wanderley Marcílio. **Experimentos sobre absorção e emissão de radiação térmica e visível com adaptação do Cubo de Leslie.** Ponta Grossa, 2016. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Ponta Grossa.

ZANATTA, Ronnie Petter Pereira. **A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-aprendizagem: uma experiência com a segunda lei de Newton na série final do ensino fundamental.** Curitiba, 2013. Dissertação (mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.