

Análise dos trabalhos sobre robótica educacional nos eventos de ensino de física

Analysis of works on educational robotics in physics teaching events

Eduardo Migueis Garcia^{1*}, Luiz Henrique Cavalheiro Roa¹ Lisiane Barcellos Calheiro¹

¹Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Av. Costa e Silva, s/n - CEP 97970-900 – Campo Grande, MS, Brasil.

*E-mail: emigueis99@gmail.com

Resumo

Apresentamos os resultados de uma pesquisa bibliográfica que buscou analisar as tendências e as estratégias a partir da utilização da Robótica em eventos de ensino Física. Para tanto, revisamos as atas e sites dos últimos onze anos das edições de eventos do Brasil e da Argentina que estavam disponíveis online, com o objetivo de obter resposta ao seguinte problema de pesquisa: Como a Robótica educacional está sendo utilizada nas práticas de sala de aula no ensino de Física? Analisamos a quantidade de produções, as abordagens teóricas metodológicas, os conteúdos abordados e práticas utilizadas em sala de aula com a Robótica, pontuando os resultados mais significativos. Identificamos 84 produções, sendo que 64 abordavam, em específico, o uso da plataforma Arduino e 20 relacionadas ao uso da Robótica a partir de kits Lego e outros. Desta análise emergiram seis categorias definidas de acordo com as metodologias e resultados dos trabalhos. Identificamos um pequeno número de trabalhos referentes ao tema em geral, comparado a outras metodologias didáticas apresentadas nos eventos, o que evidenciou poucos pesquisadores utilizando como estratégia didática o uso da Robótica em conjunto com montagens experimentais. Este fato nos permite afirmar que os poucos trabalhos desenvolvidos reforçam a importância da realização de novas pesquisas e projetos nas áreas de Ensino de Física e Ciências.

Palavras chave: Arduino; Robótica Educacional; Ensino de Física; Ensino de Ciências.

Abstract

We present the results of a bibliographical research that sought to analyze trends and strategies based on the use of Robotics in Physics and Science teaching events. To this end, we reviewed the minutes and websites of the last eleven years of editions of events in Brazil and Argentina that were available online, in order to respond to the following research problem: How is educational robotics being used in classroom practices in teaching Physics? We analyzed the number of productions, the theoretical and methodological approaches, the contents covered and practices used in the classroom with Robotics, scoring the most significant results. We identified 84 productions, 64 of which specifically addressed the use of the Arduino platform and 20 related to the use of Robotics from Lego kits and others. From this analysis emerged six categories defined according to the methodologies and results of the work. We identified a small number of works related to the topic in general, comparing them to other didactic methodologies presented at the events, which results in few researchers using as a didactic strategy the use of Robotics in conjunction with experimental setups. Which allows us to state that the few works developed reinforce the importance of carrying out new research and projects in the field of Physics and Science Teaching.

Keywords: Arduino; Educational Robotics; Physics Teaching; Science Teaching.

I. INTRODUÇÃO

A Ciência está presente nos mais diversos aspectos da vida, seja no constante desenvolvimento de novas tecnologias ou nas implicações que estas provocam na sociedade e seus reflexos na educação. Por este motivo não se pode pensar em uma escola desvinculada do processo de comunicação, pois as novas tecnologias fazem parte do cotidiano da escola, do educando e do educador.

Na década de 90 foram dados os primeiros passos para formar um aluno que compreendesse o funcionamento de artefatos e fenômenos presentes em seu cotidiano, articulando Ciência e Tecnologia (Nascimento, et.al, 2010). Pesquisas em ensino de Física/Ciências têm sido feitas, desde então, com o intuito de incorporar cada vez mais a tecnologia e a informação em metodologias para tornar as práticas escolares mais atrativas para o aluno (Martins *et al.*, 2012, Bouquet *et al.*, 2017, Moreira *et al.*, 2018), evidenciando que a relação situações práticas e o uso de tecnologias têm a capacidade de facilitar a aprendizagem e a compreensão de conteúdos pelos alunos.

Neste contexto, mesmo que ainda incipiente na Educação Básica, a robótica educacional vem ganhando espaços nas pesquisas e nas práticas em sala de aula, se apresentando como uma ferramenta importante no processo de desenvolvimento cognitivo e de habilidades sociais dos alunos, desde a pré-escola ao ensino superior (Fiorio *et al.*, 2014; Cambuzzi *et al.*, 2015; Andrade, 2018; Pretto *et al.*, 2020). Também na literatura internacional a robótica educacional vem se consolidando como importante instrumento de aprendizagem, por suas diferentes aplicações no campo da educação. Especificamente no ensino de Física/Ciências, tem auxiliado na construção de robôs, ou, como exemplo, na coleta de dados a partir de sensores junto a montagens experimentais (Meza *et al.*, 2012; Alimisis, 2013, Bers *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2019).

No Brasil a inserção da robótica como prática de ensino teve início em meados de 1980, na Unicamp, em São Paulo, através do grupo de pesquisa chamado Núcleo de Informática Aplicada à Educação (Campos & Libardoni, 2020). Atualmente, uma das tecnologias que está sendo utilizada é o microcontrolador Arduino.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open source*¹ que adota o conceito de hardware livre. Surgiu na Itália no ano de 2005, com o objetivo ajudar estudantes, de uma maneira mais acessível, a desenvolver protótipos que pudessem conectar o mundo físico com o mundo digital. O Arduino recebe e envia dados de diversos tipos de sensores a diversos atuadores, viabilizando a construção rápida de sistemas de controle em diversos domínios de aplicação. A placa é composta por um microcontrolador e pode ser facilmente conectada a um computador ou smartphone e programada via IDE (*Integrated Development Environment*). Seus códigos podem ser escritos no ambiente de desenvolvimento do software através da linguagem C/C++. A plataforma Arduino está despertando nos pesquisadores o interesse em utilizar as ferramentas tecnológicas dessa área no âmbito da educação básica.

De acordo com Libardoni (2018) o Arduino também possui ampla versatilidade porque pode fazer uso de uma gama de componentes (resistores, leds, motores, etc.) e sensores (de temperatura, de luminosidade, de obstáculos, etc.) possibilitando seu uso para o desenvolvimento de kits de robótica e de protótipos de diferentes arranjos experimentais, bem como para a medida e coleta de dados em diferentes experimentos de Ciências. O que difere o Arduino dos kits de Robótica Lego é seu custo acessível. Como afirma Fabri Junior (2014), o ensino de robótica a partir da plataforma Arduino possui como um dos alicerces seu baixo custo de implementação alinhado ao alto nível de aprendizagem.

Considerando o contexto acima, com o objetivo de dar resposta ao problema de pesquisa “Como a robótica educacional está sendo utilizada nas práticas de sala aula no ensino de Física?”, realizamos uma pesquisa nos eventos de Ensino de Física/Ciências Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Simposio de Investigación en Educación en Física (SIEF) e Reunión Nacional de Educación en Física (REF), cujos resultados são apresentados a seguir.

II. METODOLOGIA

Neste trabalho buscamos responder ao problema de pesquisa acima citado, através da análise documental dos trabalhos apresentados no ENPEC, EPEF, SNEF, SIEF E REF. Para tanto, realizamos uma revisão bibliográfica a partir de etapas predefinidas, quais sejam, escolha de bases de dados para consulta, definição de termos e intervalo

¹ A definição do Open Source foi criada pela Open Source Initiative (OSI) baseado no texto da Debian Free Software Guidelines, desinando um programa de código aberto e que este deve garantir: Distribuição livre, Código fonte, Trabalhos Derivados, entre outras garantias relacionadas a licenças.

temporal de busca, escolha dos textos para análise e análise e compilação de resultados. Temos como recorte temporal os trabalhos publicados nas atas e sites dos eventos citados entre os anos de 2009 a 2020.

Foram selecionados para análise os trabalhos (comunicação oral e sessão de painel) que apresentavam no título, resumo ou palavras-chave os termos “arduino”, “robótica e/ou “microcontrolador”, a fim de limitar o corpus da pesquisa. Buscamos, como já referido, analisar como a Robótica vem sendo utilizada nas práticas pedagógicas para o ensino de Física/Ciências. Através da leitura integral, verificamos os objetivos para a difusão e qualificação das atividades de robótica no ensino.

Dessa análise resultou a elaboração de seis categorias em que a aplicação da robótica no ensino foi pautada: 1. Propostas para confecção de protótipos de robótica: publicações que apresentam e analisam propostas, implementadas ou não em sala de aula, que utilizam kits e softwares com o uso da Robótica sem a plataforma Arduino; 2. Montagens de protótipos com o uso da plataforma Arduino: publicações que apresentam montagens com o uso da plataforma Arduino; 3. Implementação e avaliação de propostas com o uso da plataforma Arduino: publicações que apresentam e avaliam resultados alcançados, através da implementação de propostas com a plataforma Arduino; 4. Análise das concepções: trabalhos que apresentam investigações de concepções de alunos e professores sobre o uso de robótica no ensino de Ciências; 5. Uso de robótica na formação de professores: trabalhos que apresentam e analisam propostas do uso de robótica nas formações inicial e continuada de professores; 6. Levantamento Bibliográfico: trabalhos que apresentam pesquisas documentais sobre as publicações de artigos científicos sobre o Robótica. Também analisamos as metodologias, os referenciais teóricos e os conteúdos abordados.

III. RESULTADOS

A partir da pesquisa nos anais e sites dos eventos de Ensino de Física/Ciências citados, identificamos e selecionamos, ao todo, 84 trabalhos. Destes, 64 estão relacionadas às práticas utilizando a plataforma Arduino e 20 utilizando Robótica com diferentes kits. Todos foram apresentados ao longo de 27 edições, de 2009 a 2020 nos eventos mencionados.

A. Frequência de produções identificadas

O gráfico 1 apresenta o quantitativo dos trabalhos encontrados em cada ano, evidenciando um crescimento no número de publicações desenvolvidas em cada edição, porém, extremamente desproporcional em relação ao número de publicações que tratam especificamente sobre a plataforma Arduino. Isto demonstra a pouca utilização do Arduino em montagens experimentais no ensino de Física.

Como ilustra o gráfico 1 os números expressam uma significativa diferença da quantidade de trabalhos entre os eventos. A maior parte dos trabalhos sobre Robótica desenvolvidos nos últimos 11 anos foram abordados nas duas últimas edições do SNEF.

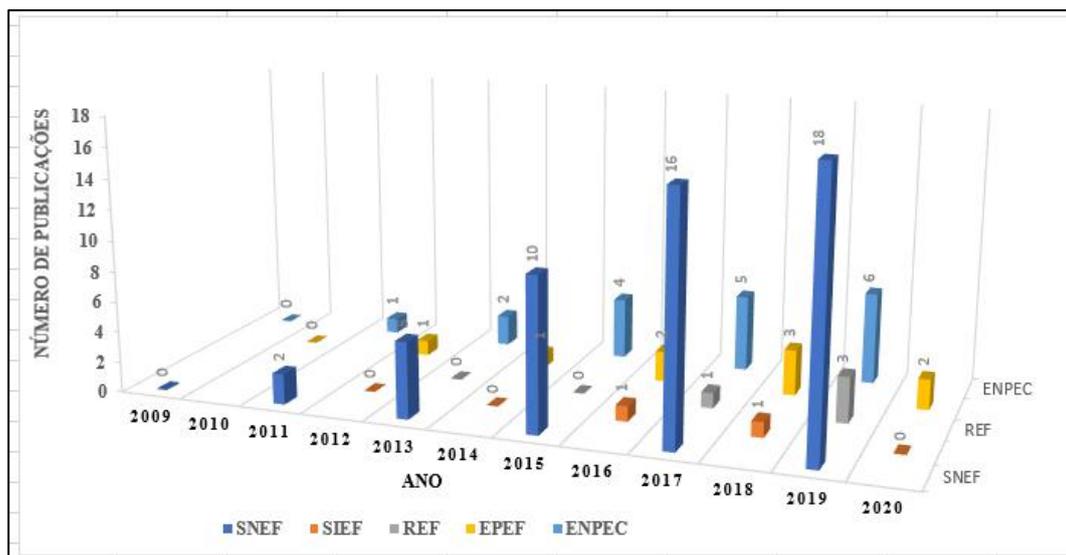


GRÁFICO 1. Quantitativo de trabalhos localizados nos anais dos eventos em cada ano.

Com relação aos 84 trabalhos selecionados nos eventos citados, buscamos analisá-los de forma geral, considerando as alternativas de como estão sendo utilizadas a Robótica Educacional no ensino de Física e no Ensino de Ciências.

B. Abordagens das produções por categorias

A leitura e análise dos artigos selecionados resultou na classificação nas seis categorias já citadas, em que a aplicação da robótica no ensino foi pautada e foram distribuídas conforme a tabela I.

TABELA I. Distribuição dos trabalhos selecionados por categoria.

Categoria	Nº de artigos
Propostas para confecção de protótipos de robóticas	16
Montagens de protótipos com o uso da plataforma Arduino	30
Implementação de propostas com o uso da plataforma Arduino	24
Análise das concepções	2
Uso de robótica na formação de professores	10
Levantamento Bibliográfico	2

As produções que apresentavam estratégias e pesquisas com a utilização de Robótica educacional sem o uso do Arduino foram classificadas na categoria *propostas para confecção de protótipos de robóticas*. Na sua maioria eram atividades desenvolvidas com modelamentos de robôs em 3D, kit Lego com diferentes sensores e kits Lego Mindstorms NXT. Nesta categoria os autores desenvolveram a Robótica implementando oficinas sobre este tema (Penha, 2019; Brito *et al.*, 2015) e sequências didáticas para construção com o uso de kits utilizando referenciais teóricos e metodológicos como Lima *et al.* (2013). Estes propuseram, a partir do Ciclo de Kelly, desafios com o uso de um kit robótico. Por sua vez, Silva e Amado (2019) elaboraram uma sequência didática, a partir dos três momentos pedagógicos com o tema água e lixo, para construção de um caminhão coletor tendo por base dois modelos desenvolvidos pela *Legu Education*, o *Legu Mindstorms NXT* e o *Legu Wedo 2.0*.

Os eventos apresentaram poucas pesquisas com a utilização Kits prontos, em parte pelo alto custo de aquisição e a dificuldade de estudantes em relação aos conhecimentos de eletrônica. Os trabalhos apresentados, desenvolvidos pelos autores, buscaram integrar os conteúdos e auxiliar no processo de ensino-aprendizagem com o uso de kits de robótica como o da LEGO.

Na categoria *montagens de protótipos com o uso da plataforma Arduino*, os trabalhos apresentaram um número representativo de propostas que podem ser implementadas na Educação Básica, a partir de diferentes conceitos e metodologias. Grande parte destes protótipos para coleta e análise de dados envolvem a disciplina de Física. Os autores construíram propostas com arranjos experimentais a partir de conceitos como temperatura, circuitos elétricos, ondas sonoras, momento de inércia (Bertazi, 2019; Silva *et al.*, 2019; Araújo *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2018) entre outros. Importante ressaltar que o Arduino apresenta uma proposta que possibilita sua inserção nas escolas públicas com diferentes propostas, principalmente em disciplinas que apresentam atividades experimentais, visto ter um custo muito inferior ao dos “kits proprietários”, que têm um custo de aquisição relativamente caro, além de serem fechados, ou seja, não passíveis de modificações pelos alunos.

Os trabalhos da categoria implementação de propostas com o uso da plataforma Arduino apresentam e avaliam resultados alcançados com alunos da educação básica e superior, através do desenvolvimento de propostas pedagógicas que utilizavam a plataforma Arduino com montagens experimentais. Essas produções foram analisadas conforme seu público alvo, sendo que 15 abordaram atividades desenvolvidas e/ou aplicadas para a educação básica, pesquisas com enfoque no ensino superior foram sete, para o ensino informal apenas duas, sendo que a maior parte dos trabalhos são voltados para o ensino de Física e implementados com diferentes metodologias e referenciais teóricos. Entre as conclusões dos diferentes trabalhos cabe destacar as que citam que a utilização do arduino e do uso da programação envolvendo os alunos em atividades participativas (Sobreira *et al.*, 2017; Campelo *et al.*, 2017), e o uso do arduino como ferramenta de aprendizagem capaz de unir o lúdico ao educativo (Pereira *et al.*, 2019). Os autores também convergem para o fato de que o uso do Arduino permite integrar a eletrônica na sala de aula com um custo acessível, proporcionando uma maior interação dos estudantes com conceitos científicos.

Com um número menor de artigos, a categoria *análise de concepções* apresenta apenas dois trabalhos com a análise das concepções dos estudantes sobre robótica. A partir de coleta e análise de dados, os autores utilizaram

um método qualitativo para analisar as concepções de alunos do Ensino Médio desenvolvidas teoricamente por meio de desenhos de robôs, construídos com o tema titulação (Junior *et al.*, 2013). Já Almeida (2017) investigou as concepções e a contribuição do curso semipresencial e oficinas de robótica educacional, com o uso da plataforma Arduino para docentes de Ciências e Matemática. Os resultados demonstraram que o curso oferecido aos docentes contribui para aquisição de habilidades e competências no conhecimento da robótica permitindo sua aplicação em sala de aula, nesta oficina forma trabalhados

Para a categoria *levantamento bibliográfico* foram encontrados dois trabalhos que fazem o uso da robótica no ensino de Ciências, realizando levantamentos sistemáticos das publicações de artigos sobre o tema. Lima e Ferreira (2015), no período de 2005 a 2014, fizeram uma revisão sobre o uso da robótica no ensino de Física, em eventos, revistas e no banco de teses e dissertações e verificaram que a quantidade de trabalhos nesta área ainda é bastante restrita, pois encontraram neste período, apenas 12 trabalhos sobre o uso do Arduino como recurso do ensino. Já Baldow *et al.* (2017) analisam as tendências em pesquisas sobre Robótica nos trabalhos apresentados em quatro importantes congressos na área de Ensino de Ciências no período de 2006 a 2015. A pesquisa mostrou número de 28 trabalhos utilizando Arduino ou kit Lego em 19 edições dos eventos analisados é um número pequeno, mas apresenta, também, uma tendência das pesquisas no Brasil e estudos internacionais de utilizar esses materiais.

Por fim, na categoria *uso de robótica na formação de professores*, foram elencados 10 trabalhos implementados na formação continuada. Pode-se perceber que os cursos de formação de professores mantêm suas práticas tradicionais sem a integração com recursos tecnológicos. A grande maioria da formação inicial não apresenta disciplinas específicas que discutam práticas pedagógicas em tecnologias, em especial em robótica, o que leva os professores em serviço e egressos a não integrarem tecnologias em suas aulas. Cabe ressaltar a importância de utilizar a robótica educacional como ferramenta pedagógica e mediadora no ensino de Ciências, indo ao encontro de Araújo e Mafra, (2015), quando aborda o uso da Robótica Educacional como instrumento mediador de ensino, garantindo uma aprendizagem colaborativa. Entendemos como relevante a inserção de propostas com Robótica para formação inicial e continuada, propiciando um novo recurso tecnológico, bem como promovendo conhecimentos necessários para que professores se sintam seguros para trabalhar com Robótica em seus processos de ensino e aprendizagem.

C. Abordagens teórico-metodológicas

O mapeamento dos trabalhos que apresentavam no título, resumo ou palavras-chave os termos “arduino”, “robótica e/ou “microcontrolador” nos possibilitou a identificação de diferentes abordagens teórico-metodológicas utilizadas tanto para o desenvolvimento como para a análise de dados e/ou avaliação. Os trabalhos indicam a preocupação dos pesquisadores ao desenvolverem as atividades com metodologias diferentes e ancoradas em teorias da aprendizagem como a Aprendizagem Significativa de David Ausubel, Teoria Sociointeracionista de Lev Vygotsky e Teoria dos Construtos George Kelly (Lima *et al.*, 2013; Tracierra *et al.*, 2019).

Também apresentaram diferentes metodologias para abordar a Robótica, tais como a aprendizagem colaborativa, atividade investigativa, os três momentos pedagógicos, sequência didática, atividades com roteiros, unidades de ensino potencialmente significativa, oficinas de montagem de robôs e ensino por projetos, evidenciando a preocupação dos autores em buscar maneiras alternativas para trabalhar conceitos de Física utilizando diferentes sensores com o uso da plataforma Arduino.

Para Bertazi e Watanabe, 2019 o ensino por projetos é uma vertente relevante, pois apresenta um ensino interdisciplinar que pode negociar os diferentes interesses em sala de aula através da alfabetização científica e tecnológica. Dentre as metodologias abordadas, a aprendizagem colaborativa e as atividades investigativas foram as mais utilizadas durante a implementação das propostas. Para Lima *et al.*, 2013, nas atividades colaborativas cada aluno contribui com seu conhecimento, permitindo assim uma melhor socialização dos indivíduos. Para Junior e Soares, 2015, a aprendizagem colaborativa junto a um aparato tecnológico como o robô, proporcionou outras possibilidades para o ensino de ciências, levando à fusão entre um material concreto, o conhecimento científico.

D. Abordagens conceituais utilizados

Os trabalhos analisados apresentaram um expressivo número de estudos focados na elaboração e/ou implementação de propostas com Robóticas no ensino de Física utilizando diferentes conceitos da Física, como demonstrado a partir da nuvem de palavras (figura 1) retirada dos resumos dos artigos. O método de nuvem de palavras representa uma forma de agrupar as palavras, organizando-as graficamente em função da sua frequência (Camargo e Justo, 2013).

Analisando a nuvem textual, os conceitos mais frequentes foram os associados ao estudo da Mecânica e Eletricidade, seguidos de conceitos sobre Ondulatória. As montagens experimentais relacionadas a esses conteúdos

AGRADECIMENTOS

À Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

REFERÊNCIAS

- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education*.
- Almeida, P. C. T. (2017). A arte de aprender para ensinar: discutindo a capacitação de robótica com Arduino® para professores de ciências e matemática do município de Paracambi/RJ. In: *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Santa Catarina, Florianópolis, SC, XI ENPEC.
- Andrade, J.W. (2018). Robótica Educacional: Uma Proposta para a Educação Básica. Dissertação de Mestrado, UFFS.
- Araújo, C. A. P., Mafra, J. R. S. (2015). *Robótica e Educação: ensaios teóricos e práticas experimentais*. 1 ed. Santarém.
- Baldow, R., Junior L. A. S Leão, M. B. C. (2017). Análise de Tendências sobre Robótica em congressos da área de Ensino de Ciências. In: *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Santa Catarina, Florianópolis, SC.– XI ENPEC, 2017.
- Bertasi, F. R., Watanabe, G. (2019). Ensino de Física por projeto: negociando diferentes interesses em sala de aula. In: *XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Natal, RN. XII ENPEC 2019.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R. , Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: exploration on an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72.
- Bouquet, F., Bobroff, J., Fuchs-Gallezot, M., Maurines, L. (2017). Project-based physics labs using low-cost open-source hardware. *American Journal of Physics*, 85(3), 216-222.
- Brito, N. B., Pinto, S. P., Dahmouche, M., Silva, H. F., Dutra, M. C. R. (2015) Robótica para o ensino de Física na Educação não formal. In: *XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Uberlândia, MG. XXI SNEF.
- Camargo, B. V., Justo, A. M. (2016). Tutorial para uso do software de análise textual IRAMUTEQ. Laboratório de Psicologia Social da Comunicação e Cognição –UFSC.
- Cambruzzi, E., De Souza, R. M. (2015) Robótica Educativa na aprendizagem de Lógica de Programação: Aplicação e análise. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*.
- Campelo, G. P. C., Santos, J. A., Alves, I. S. (2017). Modelo experimental para demonstrar o funcionamento da lombada eletrônica utilizando o arduino. In: *XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, São Carlos, SP. XXII SNEF.
- Campos, F. R., Libardoni, G. C. (2020). Investigação de robótica na educação brasileira: o que dizem as dissertações e teses. In: Blikstein, Paulo, Silva, Rodrigo Barbosa e (Org). *Robótica Educacional: experiências inovadoras na educação brasileira*. 1.ed. Porto Alegre.
- Fiorio, R., Esperandim, R. J., Silva, F. A., Varela, P. J., Leite, M. D., Reinaldo, F. A. F. (2014). Uma experiência prática da inserção da robótica e seus benefícios como ferramenta educativa em escolas públicas”, In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 25.

- Libardoni, G. C. (2018). Oficina de robótica no Ensino Médio como metodologia de construção de conhecimentos de ciências exatas. 205 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde, Porto Alegre.
- Lima, J. R. T., Silva, A. V. N., Araujo, A. E. P. (2013). Uma experiência da utilização da robótica pedagógica articulando conceitos físicos sob a fundamentação da teoria dos construtores. In: *XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, São Paulo, SP. XX SNEF.
- Lima, W. F., Ferreira, V. R. F., Soares, M. H. B. (2015). O desenvolvimento e a construção de aparelhos alternativos para laboratórios de química no ensino médio utilizando a robótica educacional. In: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Águas de Lindóia. X ENPEC.
- Martins, E. F. (2012) Robótica na Sala de Aula de Matemática: Os Estudantes Aprendem Matemática? Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Meza, J. G. O., Ramírez, A. R., Gardea, R. A. B. (2012). Laboratorio móvil tecno educativo: cursos de robótica de bajo costo para la alfabetización científica y tecnológica. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información.
- Moreira, M. P. C., Romeu, M. C., Alves, F. R. V., & da Silva, F. R. (2018). O Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(3), 721.
- Nascimento, F., Fernandes, H. L., De Mendonça, V. M. (2010). O Ensino de Ciência no Brasil: História, Formação de Professores e Desafios Atuais. *Revista HISTEDBR On-line*, Campinas, 10(39), 225-249.
- Silva, J. P., Silva, W., Amado, M. V. (2019). A utilização da Robótica Educacional no ensino de ciências: uma sequência didática sobre Água e Lixo. In: *XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Natal, RN, – XII ENPEC.
- Silva, M. C. B., Martins, S. K., Santos, F. P. M. (2019). Uma proposta de ensino do momento de inércia com o uso do Arduino e um fidget spinner. In: *XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Salvador, BA. XXIII SNEF.
- Sobreira, E. S. R. , Viveiro, A. A. , Abreu, J. V. V. (2017). Programação com arduino para estudo do tema energia nos anos iniciais do ensino fundamental. In: *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, SC. XI ENPEC.
- Souza, A. R., Paixão, A. C., Uzêda, D. D., Dias, M.A., Duarte, S., Amorim, H. S. (2011). A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(1), 01-05
- Oliveira, F. S., Calheiro, L. B., Bozano, D. F., Errobidart, N. C. G., Jardim, M. I. A., Reis, D. D., & Goncalves, A. M. B. (2019). *Looking for absolute zero using an Arduino*. Physics Education.
- Penha, S. P. (2019). Como inserir objetos e ferramentas tecnológicas em atividades de investigação: um estudo de caso sobre “Oficinas de Robótica”. In: *XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Natal, RN, – XII ENPEC.
- Pereira, B. A., Fernandes, J. P. (2019). Arduino e ensino de física: uma proposta para o ensino de termodinâmica. In: *XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Salvador, BA. XXIII SNEF.
- Pretto, F., Käfer, C. L. (2020). Práticas de extensão durante a pandemia: ações do projeto robótica educacional univates. *Cataventos-Revista de Extensão da Universidade de Cruz Alta*, 12(2).
- Rocha, F. S., Guadagnini, P. H. (2013). Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de física em tempo real. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(1), 124–148.