





Integração entre robótica educacional e abordagem STEAM: desenvolvimento de protótipos sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade

Integration between educational robotics and the STEAM approach: development of prototypes on the topic of social responsibility and sustainability

 **Nídia Mara Melchiades Castelli Fernandes**
Mestranda em Educação
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.
São Carlos, São Paulo – Brasil
nidia.melchiades@gmail.com

 **Dulcimeire Aparecida Volante Zanon**
Doutorado em Educação
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.
São Carlos, São Paulo – Brasil.
dulci@ufscar.br

Resumo: Cada vez mais se faz necessária a introdução de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como recurso didático para o enfrentamento dos desafios da sociedade atual. Uma das possibilidades é a Robótica Educacional (RE) que abrange condições didático-pedagógicas motivadoras e proporciona a aprendizagem ativa. Sua potencialidade pode ser aumentada quando associada à abordagem STEAM, baseada em projetos investigativos. Dessa forma, estruturamos a seguinte questão de pesquisa: Como integrar a robótica educacional e a abordagem STEAM a fim de favorecer o desenvolvimento de protótipos por estudantes de 1ª série de um curso de Ensino Técnico Integrado ao Médio (Etím) de Informática para Internet sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade? A partir da análise dos protótipos desenvolvidos pelos estudantes, identificamos avanços nos conhecimentos apreendidos, bem como o favorecimento do desenvolvimento intelectual (criatividade, curiosidade, raciocínio, argumentação, tomada de decisão, solução de problemas) e social (interação, comunicação, colaboração e escuta ativa).

Palavras chave: robótica educacional, STEAM, protótipos.

Abstract: It is increasingly necessary to introduce of Digital Information and Communication Technologies as a didactic resource to face the challenges of today's society. One of the possibilities is Educational Robotics (ER) that covers motivating didactic-pedagogical conditions and provides active learning. Its potentiality can be increased when associated with the STEAM approach, based on investigative projects. In this way, we structured the following research question: How to integrate educational robotics and the STEAM approach in order to favour the development of prototypes by 1st grade students of a Technical Education Integrated with High School course (TEIHS) of Informatics for Internet on the thematic social responsibility and sustainability? From the analysis of the prototypes developed by the students, we identified advances in the knowledge learned, as well as the favouring of intellectual development (creativity, curiosity, reasoning, argumentation, decision-making, problem solving) and social (interaction, communication, collaboration and active listening).

Keywords: educational robotics, STEAM, prototypes.

Cite como

(ABNT NBR 6023:2018)

FERNANDES, Nídia Mara Melchiades Castelli; ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante. Integração entre robótica educacional e abordagem STEAM: desenvolvimento de protótipos sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade. *Dialogia*, São Paulo, n. 40, p. 1-22, e21600, jan./abr. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/40.2022.21600>.

American Psychological Association (APA)

Fernandes, N. M. M. C., & Zanon, D. A. V. (2022, jan./abr.). Integração entre robótica educacional e abordagem STEAM: desenvolvimento de protótipos sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade *Dialogia*, São Paulo, 40, p. 1-22, e21600. <https://doi.org/10.5585/40.2022.21600>.

1 Introdução

As transformações culturais, tecnológicas, bem como as relações sociais influenciam o dia a dia escolar e impõe a necessidade de mudanças na maneira de ensinar e aprender. Neste cenário, o professor vê a necessidade desenvolver novas práticas pedagógicas (COELHO; GÓES, 2020). Assim, para tornar o cotidiano escolar mais dinâmico, faz-se necessário repensar nas metodologias de ensino abordadas atualmente, focalizadas muitas vezes, no ensino tradicional.

Com a utilização de metodologias ativas, o professor atua como um facilitador ou orientador para que o estudante se torne protagonista de sua aprendizagem. Uma das perspectivas, sugerida neste trabalho, é a integração entre a Robótica Educacional (RE) e a abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) a partir de atividades investigativas baseadas em uma pergunta ou desafio inicial.

A RE é uma ferramenta facilitadora na compreensão de conteúdos curriculares e extracurriculares e possibilita o desenvolvimento de diferentes habilidades, tais como a criatividade, o raciocínio lógico, o trabalho colaborativo e a autonomia, principalmente junto aos estudantes do Ensino Médio, que é o foco deste trabalho.

Na literatura, há poucas publicações envolvendo a RE no Ensino Médio. Silva (2018) usou atividades de robótica como recurso tecnológico para explorar conceitos relacionados à transferência de calor com estudantes da 2ª série do Ensino Médio, em uma escola privada do município de Vilhena, Rondônia. Com o estudo, foi possível concluir que o uso de atividades de robótica no ensino de Física constitui-se como um recurso facilitador para o professor que deseja explorar conceitos físicos na prática, principalmente aqueles considerados abstratos ou de difícil explicação com aulas tradicionais. Assim, proporciona ao estudante uma nova forma de relacionar fenômenos físicos presentes em seu cotidiano, além de desenvolver habilidades como observação, análise, tomada de decisões e raciocínio lógico.

Já Ferreira (2016) propôs um material de um curso de robótica para estudantes de Ensino Médio, a fim de abordar temas e conceitos de eletrônica e programação mais críticos, em uma plataforma de fácil compreensão, a partir de materiais eletrônicos básicos, disponíveis no mercado nacional e com carga horária condizente para não comprometer o ensino das demais disciplinas. O objetivo foi promover a compreensão pelos estudantes sobre o funcionamento de dispositivos eletrônicos que os circundam e, a longo prazo, contribuir para a formação de profissionais para o mercado de trabalho.

No trabalho de Da Silva Costa e Andreis (2019), o projeto consistiu em comparar diferentes propostas de metodologias ativas; realizar um levantamento de soluções disponíveis no mercado

para o ensino de Robótica; propor atividades para o ensino de Robótica por meio de uma das metodologias pesquisadas; proporcionar aos estudantes do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio Técnico uma inserção social e tecnológica a partir das atividades elaboradas, com foco em seu desenvolvimento cidadão e profissional. Foi utilizada a perspectiva STEAM, enquanto metodologia ativa, e escolhido o LEGO Mindstorms EV3 como solução tecnológica. Os projetos criados foram: Robô Introdução, Robô Conhecimento, Sistema Solar, Girassol, Esteira Inteligente, Barco dos Fenícios, Dinossauro, Cartesius, Disco de Newton, Catapulta. Foi ofertado o “Curso Básico de Robótica – LEGO Mindstorms EV3” para estudantes do Ensino Médio Técnico do IFRS, Campus Caxias do Sul. Com a avaliação do desempenho dos participantes no curso e com os formulários de avaliação preenchidos por eles foi possível realizar melhorias no material produzido e otimizar algumas etapas da aplicação do curso. Os autores observaram um envolvimento ativo dos estudantes no curso, bem como uma evolução das habilidades relacionadas à Robótica e programação.

Outra pesquisa realizada por Da Silva, dos Santos e Bezerra (2020) buscou desenvolver projetos com a perspectiva STEAM numa escola estadual, cujo objetivo principal foi estimular a curiosidade dos estudantes do Ensino Médio por meio da criação, construção e investigação no campo da Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática com oficinas. Foram desenvolvidos seis projetos: 1) Utilização de oficinas fantoche e teatro como práticas sustentáveis educacionais nas escolas das comunidades ribeirinhas do município de Beruri-Am, 2) Proposta de confecção de vasos, telhas e tijolos ecológicos utilizando resíduo da castanha, 3) As meninas da Robótica sustentável, 4) Robótica ambiental de Beruri-Am, 5) A arte na esqueletização de folhas e 6) Inteligência artificial na música como propostas metodológicas. Os resultados iniciais obtidos apontaram um maior interesse dos estudantes nas disciplinas e nos projetos onde estão inseridos, além das importantes parcerias com outras instituições e fundações.

Diante desse cenário, os trabalhos correlatos supra citados demonstram ganhos no processo de ensino e aprendizagem com a utilização da Robótica Educacional. Também salientam lacunas de pesquisa com este foco, conforme afirmam De Azevêdo, Francisco e Nunes (2017) a partir de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), utilizando as palavras-chave robótica educacional e robótica pedagógica nas bases de dados da Scielo e no Banco de teses e Dissertações da CAPES, com artigos publicados de 2010 até o mês de junho do ano de 2017. Segundo os autores, as bases que mais apresentaram arquivos, diante das questões que nortearam a pesquisa acerca da robótica educacional, foram o BNED da CAPES com 25 produções e a UMINHO com 12. Foi percebida a existência de uma carência de estudos publicados que tenham como foco

principal o uso da RE como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem e, portanto, não houve um avanço significativo de publicações ao longo de aproximadamente seis anos e seis meses.

Neto *et. al* (2015) elaboraram uma RSL com publicações de artigos do SBIE (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação), WRE (Workshop de Informática na Escola) e WIE (Workshop de Robótica na Educação), de 2004 a 2014, entre os anos de 2004 a 2014, cujos títulos e resumos possuíam as palavras robô e robótica. Teve como objetivo responder a questão central: Como se caracteriza o uso da robótica no ensino e como ela distribuída no Brasil? Dentre os resultados, os autores constataram que a maior porcentagem quantitativa do ensino de robótica se situa no nível de escolaridade do Ensino Fundamental, abrangendo um total de (63%), ao Ensino Médio (29%) e Ensino Superior (25%).

Conforme exposto, há uma lacuna de estudos sobre a RE como ferramenta facilitadora na compreensão de conteúdos curriculares e extracurriculares com possibilidade de desenvolvimento de diferentes habilidades, como a criatividade, o raciocínio lógico, o trabalho colaborativo e a autonomia, principalmente no Ensino Médio.

Diante deste cenário, a questão de pesquisa foi estruturada da seguinte forma: Como integrar a robótica educacional e a abordagem STEAM a fim de favorecer o desenvolvimento de protótipos por estudantes de 1ª série de um curso de Ensino Técnico Integrado ao Médio (Etim) de Informática para Internet sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade?

Um protótipo pode ser entendido como uma versão de um sistema que antecede a principal, normalmente reduzida, para ser aperfeiçoada. Para Wiltgen (2019)

testar e realizar ensaios é uma das tarefas de grande importância no desenvolvimento de novos dispositivos. Entretanto, para realizar testes e ensaios reais, é necessário ter um modelo físico real que seja similar, mesmo que em escala reduzida, do dispositivo a ser testado. Este modelo recebe o nome de protótipo (WILTGEN, 2019, p. 2).

Sendo assim, um protótipo pode criar desafios ou problemas novos e mais específicos. Nesse caso, os estudantes fazem uso de suas próprias técnicas de aprendizagem baseada em problemas, focalizadas no desenvolvimento de habilidades e competências para superá-los (VICENTE; ZAPATERA LLINARES; MONTES SANCHEZ, 2021).

2 A Robótica Educacional e a abordagem STEAM na Educação Básica

Atualmente, vivemos na era da Revolução Tecnológica, baseada na informática, telecomunicações e robótica, o que conduz os indivíduos da sociedade industrial para a sociedade da informática.

Assim, diante desta tendência em que as tecnologias estão presentes em todos os ramos da atividade humana, ocupando um espaço cada vez maior em nossa sociedade, principalmente no cotidiano dos cidadãos, as escolas brasileiras têm inserido Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), a fim de viabilizar o processo de ensino e aprendizagem de forma síncrona e/ou assíncrona (CARDOSO; ARAÚJO, 2021). Dentre outras contribuições destacam-se: permite a interação, auxilia os professores, atinge muitos estudantes, desenvolve a criatividade e autonomia (DE OLIVEIRA PÁDUA; FRANÇA-CARVALHO, 2022).

Para Medeiros e Gonçalves (2008, p. 264), há várias formas de introduzir os computadores no processo de ensino e aprendizagem. A Robótica Educacional (RE) é uma tecnologia que, por suas características, abrange condições didático-pedagógicas interessantes e motivadoras e pode proporcionar uma aprendizagem ativa. E, como está em ascensão, vem sendo incorporada por escolas de diversos países. Mas, o que é Robótica?

A robótica é um ramo da tecnologia que engloba mecânica, eletrônica e computação. Ela lida com sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas, controladas manual ou automaticamente por circuitos integrados (microprocessadores), ou mesmo por computadores que tornam sistemas mecânicos motorizados inteligentes. A robótica agrega um conjunto de conceitos básicos de cinemática, automação, hidráulica, pneumática, informática e inteligência artificial, que estão envolvidos no funcionamento de um robô ou dispositivo (CAMPOS, 2019, p. 9).

Esta tecnologia, ao longo dos anos, vem sendo utilizada em vários setores, como na área de inteligência artificial, na indústria, em substituição ao trabalho humano em linhas de produção e no mundo dos brinquedos, com produtos robotizados que possuem controles ou funcionamento automático. Empresas como a LEGO têm investido em produtos que se aproximam de protótipos profissionais, com design e programação de dispositivos robóticos (CAMPOS, 2019).

Na educação, a utilização destes equipamentos robóticos vem crescendo nos últimos anos e ocupa, atualmente, um lugar importante em relação à utilização de tecnologias no processo de ensino e aprendizagem. Assim, na tentativa de estimular o aprendizado das Ciências da Natureza junto aos estudantes do Ensino Fundamental e Médio foram desenvolvidos diversos métodos práticos e interativos que visam a aplicação dos conhecimentos teóricos de Ciências, Matemática e Física em ações e respostas concretas. O uso de robôs para tais fins educativos é chamado de Robótica Educacional (RE) que tem por objetivo estimular a criatividade dos estudantes de forma interativa para se obter maior envolvimento (FERREIRA, 2016). De acordo com Santos e Júnior (2020),

o termo robótica educacional refere-se a qualquer ambiente de aprendizagem que disponha de materiais para a montagem e controle de dispositivos por computador, ou dispositivo similar. Deste modo, para tornar possível o desenvolvimento de robôs em contexto educacional, é preciso a parte física, que envolve todos os componentes de eletroeletrônica do sistema, também chamados de hardware, e da parte lógica (ou software), que consiste nos programas que realizam a interface entre o usuário humano e o robô (SANTOS e JÚNIOR, 2020, p. 53-54).

Nos últimos anos, o interesse pela robótica educacional cresceu e muitas tentativas têm sido feitas ao redor do mundo para introduzir o tema nas escolas, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, na maioria das vezes em Ciências e nos saberes relacionados à tecnologia. Entretanto, o sucesso de uma inovação educacional não se dá pelo mero acesso a uma nova tecnologia, pois ela não pode atuar de maneira direta nos estudantes e agir no processo de aprendizagem. São necessários, dentre outros, uma proposta pedagógica apropriada, aliada a um currículo e um ambiente de aprendizagem adequado. Em sua maioria, os projetos de robótica na educação ainda se configuram como práticas isoladas, uma vez que costumeiramente são compreendidos como uma matéria específica de formação técnica que deveria ser aplicada no ensino profissionalizante de níveis médio ou superior. Além disso, a robótica ainda é vista por educadores e pela população em geral apenas como uma brincadeira sofisticada, praticada por admiradores por robôs em campeonatos (CAMPOS, 2019).

Barbosa e Blikstein (2020) afirmam que a história da robótica educacional no Brasil data de meados da década de 1980 com a introdução de sistemas Lego-Logo¹ em universidades. Segundo Valente (1999), foi criado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em 1983, o grupo de pesquisa chamado Núcleo de Informática Aplicada à Educação (Nied) que desenvolveu diversas pesquisas relacionadas com o uso do Logo na educação.

A robótica no campo educacional envolve outros fatores na aprendizagem pelos estudantes como: desenvolvimento do pensamento lógico; habilidades psicomotoras e percepção espacial; envolvimento ativo no processo de ensino e aprendizagem; desenvolvimento da criatividade, pesquisa, curiosidade e compreensão; habilidades de resolução de problemas; desenvolvimento na competência digital; aprendizagem colaborativa ou cooperativa; preocupação com o meio social; aprender a trabalhar em equipe; aumento da autoconfiança e concentração; promove o empreendedorismo; evidencia um maior interesse pelas disciplinas do currículo, visualizando as conexões entre as disciplinas distintas e sua aplicação no cotidiano e aumento do interesse por temas científicos e tecnológicos (LÓPEZ-BELMONTE, *et. al*, 2020).

¹ Lego – Logo: é um conjunto de peças Lego que permite a montagem de dispositivos, que interagem um conjunto de comandos Logo, que controlam esses dispositivos fazendo com que interajam com o ambiente.

Portanto, a introdução de recursos tecnológicos no ambiente escolar vai além de tornar as aulas mais atrativas e dinâmicas. Favorece o desenvolvimento e o estímulo para os estudantes se tornarem profissionais da ciência, podendo ampliar os avanços científicos e tecnológicos e auxiliá-los na construção de uma consciência crítica e participativa em relação a sociedade em que vive. De acordo com tal entendimento, sua potencialidade pode ser aumentada quando os associamos com a abordagem STEAM, no caso com a RE. Esta envolve a construção, programação e manipulação de plataformas robóticas que é uma ferramenta perfeitamente integrável em um ambiente de aprendizagem STEAM, proporcionando motivação, interesse, desempenho, habilidades sociais e criatividade. Além disso, a RE é um recurso eficaz para promover a aprendizagem do pensamento computacional no campo educacional, o que implica “resolução de problemas, projeto de sistemas e compreensão do comportamento, fazendo uso dos conceitos fundamentais da informática” (VICENTE; ZAPATERA LLINARES; MONTES SANCHEZ, 2021).

STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) é uma abordagem de ensino cujo objetivo central é romper com o ensino fragmentado. Sendo assim, é uma perspectiva integrada de currículo das áreas de Tecnologias, Engenharia, Artes, Design e Matemática. Sua origem se deu nos Estados Unidos entre as décadas de 80 e 90 como uma proposta de melhoria do ensino de Ciências e Matemática, a partir do projeto “Ciência para todos os americanos”. A sigla, nesta época, tida como STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, tornou-se uma abordagem de sucesso no Estados Unidos. Faz parte da política nacional de educação, a fim de promover a inclusão social e no mercado de trabalho, atender as demandas de fortalecimento da economia com foco na competitividade e aumentar o interesse dos estudantes em carreiras nas áreas de Tecnologia e Engenharia (LORENZIN, 2019). Para Bacich e Holanda (2020) é um movimento considerado recente. Por se tratar de duas décadas, visa romper com o currículo desatualizado nas escolas, o qual não dialoga com as vivências e experiências externas do estudante, tampouco se relaciona com a cultura tecnológica digital atual. Assim, é considerado como um símbolo de inovação. Segundo Couso (2017)

ser alfabetizado em STEM é ser capaz de identificar e aplicar os dois conhecimentos-chave como formas de fazer, pensar, falar e sentir ciência, engenharia e matemática, então mais ou menos integrado, para entender, decidir e/ou atuar em problemas complexos e construir soluções criativas e inovadoras, aproveitando as sinergias e tecnologias pessoais disponível e criticamente, pensativo e valorizado (COUSO, 2017, p.25).

A importância desta abordagem é desenvolver com os estudantes problemas reais, buscando uma solução que encontra suporte na tecnologia e na Engenharia como meio para envolver os temas em processos de ensino por investigação. Possui princípios e elementos da interdisciplinaridade, uma vez que as vivências do mundo real não são fragmentadas em conteúdo/disciplinas isoladas (LORENZIN, 2019).

Vuerzler (2020) aponta que um currículo sob uma abordagem interdisciplinar melhora os resultados da aprendizagem cognitiva dos estudantes e estimula o interesse por áreas que envolvem desenvolvimento e criatividade de soluções tecnológicas. Além disso, afirma que a perspectiva STEAM proporciona a exploração, de modo integrado, de quatro áreas do conhecimento, com oportunidades do ensino realizado por meio de dinâmicas e experimentos práticos, investigação e trabalho em equipe e demanda o desenvolvimento de habilidades como a criatividade e a inovação.

Com a necessidade de incorporação da criatividade e inovação ao STEM como uma alternativa para suprir as necessidades de ampliação da percepção do mundo e favorecer o desenvolvimento de novas formas de pensar e aprender, além de fomentar a inovação e o design, bem como aprimorar o desenvolvimento cognitivo, emocional, psicomotor e as habilidades socioemocionais, em um ambiente de aprendizagem estimulante e prazeroso, houve a inclusão do acrônimo “A” ao STEM. Dessa forma, passou a ser reconhecida como STEAM (LORENZIN, 2019).

Conforme Bacich e Holanda (2020), a arte não é uma disciplina a serviço da ciência, da tecnologia da engenharia e da matemática. Na realidade é um campo do conhecimento igualmente importante; também não é design ou enfeite. Para além disso, a abordagem STEAM busca construir conexões naturais entre conteúdos, em múltiplos contextos e sob a perspectiva da integração para, por meio do questionamento e do diálogo, engajar pessoas em práticas criativas e reflexivas, a fim de fomentar a inovação.

Assim, frente a essa definição, a integração proposta entre as áreas da Ciência, Tecnologia, Engenharias e Matemática e as Artes, aproxima da nossa compreensão referente à transdisciplinaridade defendida por Japiassú (1976, p.75) que expressa sobre esquemas cognitivos que podem “atravessar” as disciplinas. A partir da integração entre a abordagem STEAM e a transdisciplinaridade é possível identificar um problema que pode se expandir para a realização de projetos que exploram conceitos e materiais na aplicação do conhecimento e se pautam na aprendizagem ativa.

Cabe destacar também que a perspectiva STEAM teve histórias de sucesso em sua aplicação em países como Estados Unidos, Inglaterra e Austrália. No Brasil, sua implementação foi um

pouco tardia, com uma perspectiva de melhorar o ensino de ciências e estimular a geração de mão de obra às indústrias ainda emergentes de tecnologia. Uma das justificativas é que o Brasil é um país que consome muito e que pouco produz tecnologia. Segundo Bacich e Holanda (2020), o Brasil tem se preocupado muito mais com a importação de modelos educacionais do que por uma retórica da indústria tecnológica nacional.

Apesar de apresentar inúmeros benefícios aos estudantes para a aprendizagem, a perspectiva STEAM no sistema brasileiro de ensino, principalmente público, deve se adequar ao currículo escolar e à situação socioeconômica dos estudantes vigentes. Algumas parcerias entre Secretarias de Educação e programas STEAM, independentes ou patrocinados por empresas, tem acontecido em escolas públicas. Há um envolvimento maior sobre a Robótica Educacional nessas escolas, algo que não acontecia. Segundo Bacich e Holanda (2020) este fato é devido a uma mudança de paradigma que acreditava que para ter um projeto sob a abordagem STEAM utilizando a robótica é preciso recursos caros como computadores, espaços *makers*, impressoras 3D. Além disso, tem alta possibilidade de equidade de gênero, permite um empoderamento e superação de estereótipos, onde mulheres e negros são minoria na ciência, ou que robótica é para meninos (COUSO, 2017).

Outro aspecto importante a se destacar é que a abordagem STEAM está associada a competências da Base Nacional Comum (BNCC). “Apesar de não fazer uma menção direta ao termo STEAM, esta alinha-se com elementos em comuns com a abordagem” (BACICH e HOLANDA, 2020, p. 44). E quando se refere à reforma do Ensino Médio e os itinerários formativos do Novo Ensino Médio (BRASIL, 2017) a adoção de STEAM pode ser um dos modelos curriculares com foco no mercado de trabalho.

Evidenciados os conceitos acima, identificamos um grande potencial de aplicabilidade de um projeto integrador sob a abordagem STEAM utilizando a Robótica Educacional no Ensino Técnico Integrado ao Médio em Informática para Internet.

3 Percorso metodológico

A pesquisa foi realizada numa Etec do interior paulista, pertencente ao Centro Paula Souza (CPS), junto aos estudantes (19 ao todo) de uma turma da 1ª série do Ensino Técnico Integrado ao Médio (Etim) de Informática para Internet. Importante salientar que esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética com o parecer nº 4.473.108.

Por se tratar de um ensino integrado é de se esperar que haja a interdisciplinaridade. Neste sentido, investigamos possibilidades de integração das disciplinas e os possíveis favorecimentos na

aprendizagem do estudante a partir da identificação da temática de estudo. Além disso, também analisamos os protótipos desenvolvidos pelos estudantes que visam integrar a RE e a abordagem STEAM.

A identificação da área de oportunidade/temática envolveu três etapas. Na primeira etapa, fizemos o levantamento das temáticas presentes nas disciplinas do currículo, com a totalização das competências previstas a serem abordadas em cada uma delas. Em seguida, as temáticas foram classificadas. Para tanto, analisamos os conteúdos de cada disciplina, os quais foram organizados em grupos curriculares, ou seja, buscamos as características de aprendizagem do STEAM nas temáticas levantadas. E, na terceira etapa ocorreu a obtenção das áreas de oportunidade (temáticas candidatas a serem trabalhadas na abordagem STEAM) a partir dos mapas de conexões, conforme a quantidade de interações entre as competências das disciplinas e, em seguida, a seleção de uma delas (VICENTE; SÁNCHEZ; LLINARES, 2020).

Após a seleção da temática, houve o desenvolvimento de projetos STEAM, pelos estudantes, contendo cinco momentos: 1º) Questão norteadora relacionada a um problema real; 2º) Entendendo o problema. O que sabemos sobre este assunto? E, o que não sabemos? Sondagem; 3º) Textos e palestra motivacionais para discussão e registro de ideias consideradas importantes pelos grupos; 4º) Produto: desenvolvimento de um protótipo como proposta de resolução do problema utilizando a RE e; 5º) Socialização e avaliação dos protótipos.


Os instrumentos para a obtenção dos resultados na etapa de desenvolvimento dos protótipos foram os registros escritos dos estudantes (Padlet²) e gravação (áudio e vídeo).

4 Resultados e discussões

Todas as áreas de oportunidade ou temáticas são potenciais para serem trabalhadas em projetos STEAM. Para que pudéssemos eleger apenas uma área, consideramos que os problemas ou temas devem condizer com a realidade do estudante e permitir que os mesmos avaliem a adequação de soluções existentes ao seu mundo real. Isso pode implicar em considerar restrições relacionadas à sustentabilidade e à economia (SIMARRO; COUSO, 2021). Diante desta perspectiva, elegemos a temática Responsabilidade social/sustentabilidade com foco no lixo eletrônico, conforme Figura 1 que segue.

² Padlet: é uma ferramenta online que permite a criação de um mural ou quadro virtual dinâmico e interativo para registrar, guardar e compartilhar conteúdo multimídia. Funciona como uma folha de papel, onde se pode inserir qualquer tipo de conteúdo (texto, imagens, vídeo, hiperlinks) juntamente com outras pessoas. Disponível no site: www.padlet.com

Figura 1 - Área de Oportunidades/temáticas identificadas

Área do Conhecimento	Área de Oportunidades (Temáticas)
S <i>Science</i> (CIÊNCIA)	O Homem cria seu espaço
	A natureza, a técnica e o Homem
	O Mundo e a Natureza
	Sociologia Urbana
	Sociologia Rural
	A interação dos Seres Vivos
	Respeito à diversidade cultural e social.
	Responsabilidade social/sustentabilidade
T <i>Technology</i> (TECNOLOGIA)	Introdução à Lógica de Programação
E <i>Engineering</i> (ENGENHARIA)	O fazer humano
A <i>Arts</i> (ARTES)	Aspectos contextuais e históricos das linguagens visuais/sonoras
M <i>Mathematics</i> (MATEMÁTICA)	Números e Álgebra
Total	12
Legenda:	 Área de Oportunidade escolhida

Fonte: Autores, 2021.

A ênfase em Sustentabilidade e o lixo eletrônico reside no fato de que, em dezembro de 2019, autoridades sanitárias chinesas informaram à Organização Mundial da Saúde (OMS) a ocorrência de casos de síndrome respiratória aguda grave, com etiologia microbiana desconhecida, em Wuhan, na província de Hubei na China. Poucos dias depois, um novo coronavírus foi detectado em amostras colhidas desses pacientes e a nova doença recebeu o nome oficial de coronavírus-2019, COVID-19 (FRENTE PELA VIDA, 2020). Estamos vivenciando uma crise de proporções globais que atingiu todos os continentes, de modo que a palavra pandemia universalizou o cotidiano dos lugares.

Assim, a humanidade teve seu dia a dia modificado e com isolamento para a preservação da vida. Rotinas de trabalho, vida social e principalmente escolares mudaram. Para superar esse momento e adaptar a esse “novo normal”, a tecnologia veio a solucionar alguns destes problemas, pois para permanecer conectados ao trabalho ou à escola houve a necessidade de computadores, celulares e tablets com acesso à internet.

Conseqüentemente, o consumo destes equipamentos aumentou, surgindo assim um novo problema, o aumento do lixo eletrônico. Como destacado na reportagem da ONU News (2021), a Organização Mundial da Saúde, OMS, emitiu um relatório chamado “Crianças e Lixeiras Digitais”, com volumes crescentes de produção e descarte. Assim, o mundo enfrenta o que um recente fórum internacional descreveu como um crescente “tsunami de lixo eletrônico”, colocando vidas e a saúde em risco, afirmou Tedros Adhanom Ghebreyesus, diretor-geral da OMS.

Segundo Rodrigues (2021) “lixo eletrônico são todos os resíduos resultantes da rápida obsolescência dos equipamentos eletroeletrônicos compostos quase que totalmente por circuitos eletrônicos ou alguma parte eletroeletrônica” (RODRIGUES, *et. al*, 2021, p.221).

Perante esse cenário e alinhado à temática Responsabilidade Social e Sustentabilidade, a questão norteadora trabalhada nos projetos, sob a abordagem STEAM, junto aos estudantes foi assim traçada: Durante a pandemia houve um aumento do lixo eletrônico. Como podemos contribuir para a diminuição de seu impacto no ambiente?

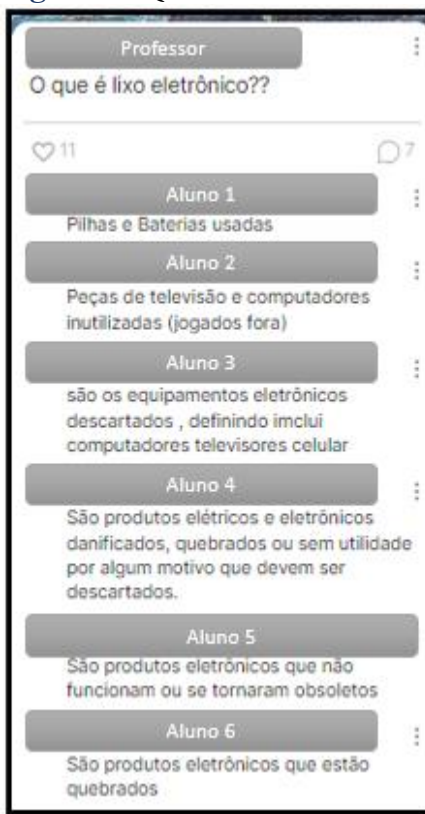
A partir da questão norteadora e temática (sustentabilidade e lixo eletrônico), os conceitos abordados nos projetos STEAM foram: Ciência (sustentabilidade/ambiente); Tecnologia (RE/ferramentas tecnológicas); Engenharia (construção do projeto); Artes (aspectos sociais, emocionais, crítico, criativo) e Matemática (levantamento de dados).

Cabe ressaltar que não há necessidade de que as cinco áreas de conhecimento (STEAM) sejam utilizadas para a resolução do problema apresentado, mas sim, possibilitar o desenvolvimento de habilidades de interpretação, de comunicação, de análise e de síntese para construir e aplicar novos conhecimentos, associados às diversas tecnologias para a construção dos protótipos (COELHO; GÓES, 2020).

Conforme informado anteriormente, os projetos STEAM foram desenvolvidos em cinco momentos. Primeiramente, foram lançadas questões para a introdução do assunto. A primeira delas foi: O que é lixo eletrônico?

Para obtermos os conhecimentos iniciais dos estudantes, utilizamos o Padlet, onde os puderam registrar e interagir uns com os outros. Alguns excertos das respostas dos estudantes estão apresentados na figura 2 a seguir.

Figura 2 - Questão introdutória: o que é lixo eletrônico?

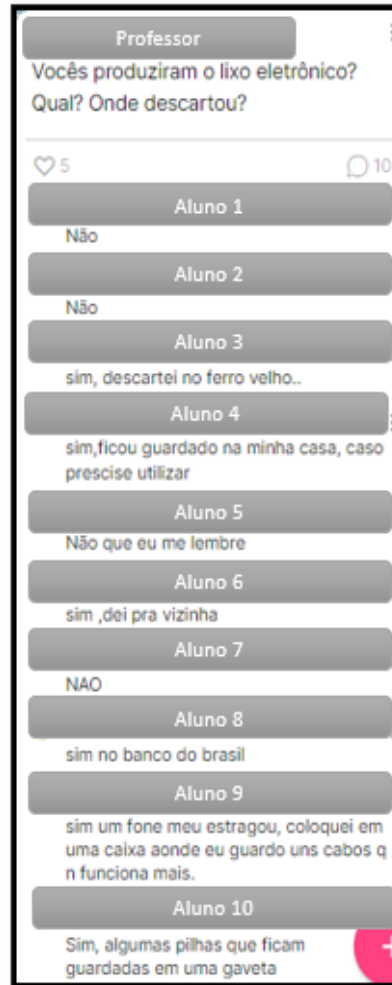


Fonte: Autores, 2021.

De acordo com a Figura 2, os estudantes apresentam um entendimento prévio sobre a questão discutida, conforme a resposta do Aluno 5: “São produtos eletrônicos que não funcionam ou se tornaram obsoletos”.

No segundo momento houve a sondagem, promovida por meio de outros questionamentos, a fim de explorarmos/aprofundarmos o entendimento dos estudantes sobre o lixo produzido por eles na pandemia: Vocês produziram lixo eletrônico? Qual? E onde descartou? A Figura 3 indica algumas das respostas.

Figura 3 - Vocês produziram lixo eletrônico? Qual? E onde descartou?

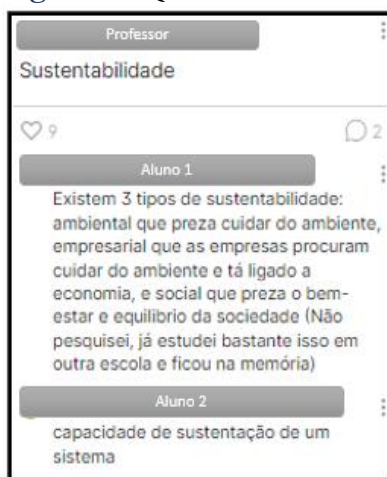


Fonte: Autores, 2021.

Ao analisarmos as respostas dos estudantes verificamos que, embora compreendam o que é lixo eletrônico, muitos não sabem como o descartar, deixando acumulado até em suas próprias residências, como ilustra a resposta do Aluno 9: “sim um fone meu estragou, coloquei em uma caixa aonde eu guardo uns cabos q n funciona mais”.

Outra questão refere-se ao entendimento dos estudantes sobre sustentabilidade, conforme Figura 4 que representa suas respostas.

Figura 4 - Questão: sustentabilidade



Fonte: Autores, 2021.

De acordo com o excerto das respostas, os estudantes expressam conhecimento sobre o assunto, uma vez que relataram que o tema já foi trabalhado na disciplina de Biologia. Destacamos a importância da interdisciplinaridade que é “uma correlação entre duas ou mais disciplinas, em que uma depende da outra para a existência de um diálogo pertinente entre os assuntos tratados e para que o conhecimento seja estudado de forma mais clara e coerente” (FERREIRA *et al*, 2022, p. 334).

Ao avançarmos as discussões e relacionarmos com o tema lixo eletrônico e sustentabilidade, os estudantes relataram que, mesmo sabendo as definições, muitos não descartam de maneira correta o lixo eletrônico, prejudicando o ambiente e não garantindo a sustentabilidade do sistema. [...] “Professora, muitos jogam as pilhas no lixo doméstico e vai para o lixão poluindo o solo” (transcrição da vídeo aula).

Outra questão levantada por um dos estudantes é sobre o que é feito com o lixo eletrônico, descartado de forma correta, em empresas especializadas ou lojas comerciais que possuem pontos de coleta. [...] “mas, professora, se eu descarto de forma correta o lixo o que eles fazem com ele?” (transcrição da vídeo aula).

Ao longo do processo, os estudantes expandiram suas discussões e fizeram outra questão, para além do descarte correto do lixo eletrônico: “o que irá ser feito com ele? Quais são as possibilidades de seu reuso?” nos remetendo a possíveis respostas da questão norteadora.

Assim, no momento três, para que o entrosamento fosse favorecido e com o intuito de aprofundar os conhecimentos sobre o tema em questão, foram apresentadas algumas reportagens escolhidas pela professora. Também foi convidado um professor especialista que já desenvolve um

projeto sobre o descarte correto do lixo eletrônico nas Etecs para ministrar uma palestra sobre o tema Lixo Eletrônico.

Da análise destes três momentos, concordamos com Rodrigues; Sodré; Rabello (2021, p. 294) ao afirmarem que “as atividades STEAM visam impactar a motivação e engajamento dos estudantes com o conhecimento científico na resolução de problemas significativos”.

Em seguida, quarto momento, retomamos a questão norteadora para que os estudantes pudessem sugerir possíveis soluções de protótipos fazendo uso da RE. Considerando o total de estudantes (19) foram formados quatro grupos, sendo que apenas um deles não entregou o protótipo. Os outros grupos, de acordo com processos investigativos e da RE, selecionaram uma ideia, investigaram e criaram soluções (protótipos) para resolver o desafio/problema apresentado, conforme figuras de 5 a 7 a seguir.

Figura 5 - Protótipo: um relógio montado com um disco rígido (HD de Computador)



Fonte: Autores, 2021.

Figura 6 - Protótipo: Beyblade sustentável



Fonte: Autores, 2021.

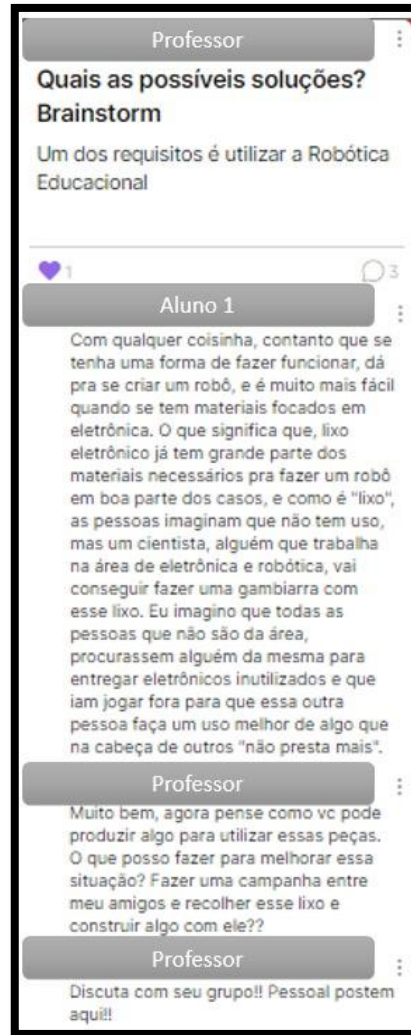
Figura 7 – Protótipo: garrafa de vidro e “led”

Fonte: Autores, 2021.

Por fim, houve a socialização e a avaliação dos protótipos (quinto momento) conforme critérios adaptados de Jurado *et al.* (2020): comunicação (troca de ideias e questionamento), constatada nas Figuras 3 e 4 e evidenciada na ferramenta Padlet; colaboração (proatividade para ajudar os outros a entender a proposta do protótipo) que pode ser verificada no quarto momento ao explorarmos possíveis soluções para a questão norteadora; criação do protótipo (construção e montagem) e criatividade (características diferentes dos demais protótipos) identificada no quinto momento quando os estudantes apresentaram suas propostas de solução, de acordo com as Figuras de 5 a 7.

Considerando os três protótipos, foi possível identificar que os estudantes tiveram oportunidade de desenvolver habilidades de comunicação e colaboração. A figura 8 representa um exemplo que foi extraído do Padlet.

Figura 8 - Excerto de comunicação e colaboração



Fonte: Autores, 2021.

A criatividade e a inovação também podem ser destacadas, conforme protótipos construídos e sociabilizados. Entendemos que há uma limitação no Protótipo Garrafa de vidro e “led” por não utilizar componentes citados como lixo eletrônico.

De acordo com López-Belmonte *et. al* (2020), o uso da robótica na educação pode ser considerado a partir de duas perspectivas. Por um lado, a perspectiva relacionada a programação de dispositivos ou software e, por outro, aquela associada à montagem e operação de dispositivos ou hardware. Essa diferença é decisiva para situar as atividades realizadas em sala de aula, que devem ser adaptadas, como acontece com qualquer tecnologia, dependendo das necessidades dos estudantes.

Assim, consideramos que os estudantes, apesar dos percalços de uma pandemia e aulas híbridas, em sua maioria, atingiram os objetivos de aprendizagem ao produzirem os protótipos. Embora não envolva a parte de programação, os estudantes participaram de todas as etapas do

projeto e desenvolveram algumas habilidades, defendidas por López-Belmonte *et. al* (2020), supra citadas, tais como: envolvimento ativo no processo de ensino e aprendizagem; desenvolvimento da criatividade, pesquisa, curiosidade e compreensão; habilidades de resolução de problemas; aprendizagem colaborativa ou cooperativa; preocupação com o meio social; aprender a trabalhar em equipe; aumento da autoconfiança e concentração; evidencia um maior interesse pelas disciplinas do currículo, visualizando as conexões entre as disciplinas distintas e sua aplicação no cotidiano e aumento do interesse por temas científicos e tecnológicos.

5 Considerações finais

Para esta pesquisa, elegemos a temática Responsabilidade Social e Sustentabilidade dentre as outras temáticas identificadas que podem ser geradoras de ensino. A partir desta, os estudantes buscaram conhecimento e informações, criaram suas soluções. Foram criativos, curiosos e protagonistas de sua aprendizagem, além das habilidades socioemocionais desenvolvidas, como trabalhar em equipe de forma colaborativa e cooperativa. Reconheceram o relacionamento dos conceitos trabalhados com outras disciplinas como a Biologia, no caso, sobre a sustentabilidade do ambiente e a Química no que se refere aos elementos químicos presentes em pilhas e baterias que podem poluir o ambiente. O mesmo ocorreu na disciplina do itinerário formativo de Operação de Software Aplicativo, na estruturação do protótipo usando a ferramenta do MS-Word e com o Excel na elaboração de gráficos sobre o projeto. Consequentemente, utilizaram conceitos de estatística das aulas de Matemática. Sendo assim, esta pesquisa indica que houve avanços nos conhecimentos apreendidos pelos estudantes.

A partir da análise dos protótipos desenvolvidos pelos estudantes identificamos avanços nos conhecimentos apreendidos, bem como o favorecimento do desenvolvimento intelectual (criatividade, curiosidade, raciocínio, argumentação, tomada de decisão, solução de problemas) e social (interação, comunicação, colaboração e escuta ativa).

Acreditamos que integrar a RE com a aprendizagem baseada em projetos é um dos desafios dos sistemas educacionais e, por isso, destacamos alguns motivos. Primeiramente, é fundamental oferecer aos professores oportunidades de desenvolvimento profissional em robótica, já que envolve a programação e manipulação de plataformas robóticas. Certamente, os cursos de curta duração são inadequados para produzir aprendizagem eficaz em robótica. Os professores precisam de uma compreensão, de forma aprofundada, dos conceitos de ciência da computação para que possam ensinar. Outro desafio refere-se à implementação de práticas pedagógicas inovadoras. Os projetos com abordagem STEAM contêm uma situação-problema aberta e não estruturada na qual

os estudantes identificam o problema e propõem uma solução viável (projeto/protótipo). Por meio do estudo de temáticas, tais projetos permitem integrar disciplinas de diferentes áreas do conhecimento e seus conteúdos e fazem com que os estudantes sejam protagonistas de sua aprendizagem.

Referências

- BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. *STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica*. Penso Editora, 2020.
- BARBOSA, Rodrigo; BLIKSTEIN, Paulo. *Robótica Educacional: Experiências Inovadoras na Educação Brasileira*. Penso Editora, 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em 15/01/2022.
- CAMPOS, Flavio Rodrigues. .. Editora Senac São Paulo. 2019.
- CARDOSO, Rosângela Marques Romualdo; ARAÚJO, Cleide Sandra Tavares; RODRIGUES, Olira Saraiva. *Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação–TDICs: Mediação professor-aluno-conteúdo*. Research, Society and Development, v. 10, n. 6, p. e45010615647-e45010615647, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15647>. Acesso em 09/03/2021
- COELHO, José Ricardo Dolenga; GÓES, Anderson Roges Teixeira. *Proximidades e convergências entre a Modelagem Matemática e o STEAM*. Educação Matemática Debate, v. 4, n. 10, p. e202045-e202045, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.46551/emd.e202045>. Acesso em 15/01/2022.
- COUSO, Digna. *Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors*. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, n. 34, pág. 22-30, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.403>. Acesso em 15/01/2022.
- DA SILVA COSTA, Yuri; ANDREIS, Greice da Silva Lorenzetti. *Educação STEAM e Robótica no Ensino Básico*. In: 4º Salão de Pesquisa, Extensão e Ensino do IFRS. 2019. Disponível em: https://eventos.ifrs.edu.br/index.php/Salao_IFRS/4salao/paper/view/7686. Acesso em 15/01/2022.
- DA SILVA, Fábio Gomes; DOS SANTOS, Ademar Vieira; BEZERRA, Ericê Correia. *Proposta de inclusão e contribuição para o ensino e aprendizado utilizando projetos com metodologia STEAM no município de Beruri-Am*. RILCO: Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional, n. 6, p. 10, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7810196>. Acesso em 15/01/2022.

DE AZEVEDO, Edjane Mikaelly Silva; FRANCISCO, Deise Juliana; NUNES, Albino Oliveira. *O Avanço das publicações sobre a robótica educacional como possível potencializadora no processo de ensino-aprendizagem: uma revisão sistemática da literatura*. *Redin-Revista Educacional Interdisciplinar*, v. 6, n. 1, 2017. Disponível em: <http://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/623>. Acesso em 15/01/2022.

DE OLIVEIRA PÁDUA, Carlos Alberto Lima; FRANÇA-CARVALHO, Antonia Dalva. A contribuição das tecnologias digitais da informação e comunicação para o processo de ensino e aprendizagem em tempo de pandemia por COVID-19. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 2, p. e11511225517-e11511225517, 2022.

FERREIRA, Matias Neto Alves; XAVIER, Antônio Roberto; ANDRADE, Wendel Melo; SANTOS, Maria José Costa. Interdisciplinaridade e processos de ensino e aprendizagem: experiências formativas de docentes que lecionam matemática. *Concilium*, v. 22, n. 1, p. 328-340, 2022.

FERREIRA, Matheus de Felipe. *Elaboração de experimentos de robótica voltados para alunos do ensino médio*. 2016. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/155268>. Acesso em 15/01/2022.

FRENTE PELA VIDA. *Plano Nacional De Enfrentamento À Pandemia Da Covid-19, 2020*. Disponível em: https://frentepelavida.org.br/uploads/documentos/PEP-COVID-19_v3_01_12_20.pdf. Acesso em: 15/01/2022.

JAPIASSU, Hilton. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Imago editora, 1976.

JURADO, Elena; FONSECA, David; CODERCH, Jorge; CANALETA, Xavi. Social STEAM learning at an early age with robotic platforms: a case study in four schools in Spain. *Sensors*, v. 20, n. 13, p. 3698, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s20133698>. Acessado em: 15/01/2022.

LÓPEZ-BELMONTE, Jesús; SEGURA-ROBLES, Adrián; MORENO-GUERRERO, Antonio-José; PARRA-GONZÁLEZ, Maria-Elena. *Robotics in education: a scientific mapping of the literature in web of science*. *Electronics*, v. 10, n. 3, p. 291, 2021. doi: <https://doi.org/10.3390/electronics10030291>

LORENZIN, Mariana Peão. *Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2019. doi: <https://doi.org/10.11606/D.81.2019.tde-10122019-155229>

MEDEIROS FILHO, Dante A.; GONÇALVES, Paulo C. *Robótica Educacional de Baixo Custo: Uma Realidade para as Escolas Brasileiras*. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2008. doi: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wie.2008.%25p>

NETO, Ranulfo Plutarco Bezerra; ROCHA, Diego Porto; SANTANA, André Macêdo; SOUZA, Anderson Abner de Santana. *Robótica na educação: uma revisão sistemática dos últimos 10 anos*. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2015. p. 386. doi: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2015.386>

ONU News. *Lixo eletrônico é um “tsunami crescente” que expõe 18 milhões de crianças*. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2021/06/1753752>. Acesso em: 12/12/2021.



RODRIGUES; André Machado; SODRÉ; Fernanda; RABELLO, Marta Lenardon Corradi. *STEAM: Uma análise de estratégia possível para mobilização e identificação de motivos para engajamento em práticas científicas*. In: XI Congresso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias., 2021, Lisboa. Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. Lisboa: Enseñanza de las Ciencia, 2021. v. 1. p. 291-294.

RODRIGUES, Luiz Henrique Rauber; CAMARILLO, Victor Hugo Salinas; LOBO, Eduardo Alexis; MACHADO, Ênio Leandro. *Revisão sobre o lixo eletrônico e seu destino na cidade de Santa Cruz do Sul, RS, BRASIL*. *Tecno-Lógica*, v. 25, n. 2, p. 221-226, 2021. doi: <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v25i2.15407>

SANTOS, Fernanda Cordeiro dos; SOBRAL JUNIOR, Geraldo Alves. A dimensão da robótica educacional como espaço educativo. *Dialogia*, São Paulo, n. 34, p. 50-65, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/Dialogia.N34.16715>

SILVA, Maurício Veiga da. *Robótica educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor no Ensino Médio*. 2018. Dissertação de Mestrado.

SIMARRO, Cristina; COUSO, Digna. *Engineering practices as a framework for STEM education: a proposal based on epistemic nuances*. *International Journal of STEM Education*, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2021. doi: <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00310-2>

VALENTE, José Armando. *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: Unicamp/NIED, v. 6, 1999.

VICENTE, Francisco Ruiz; ZAPATERA LLINARES, Alberto; MONTES SANCHEZ, Nicolas. *Curriculum analysis and design, implementation, and validation of a STEAM project through educational robotics in primary education*. *Computer Applications in Engineering Education*, v. 29, n. 1, p. 160-174, 2021. doi: <https://doi.org/10.1002/cae.22373>

VUERZLER, Hugo Loriano. *Modelo de educação integrativa: a abordagem STEAM em uma proposta de ensino investigativo experienciado em uma escola estadual, Cuiabá, MT*. 2020. Dissertação de Mestrado.

WILTGEN, Filipe. Protótipos e prototipagem rápida aditiva sua importância no auxílio do desenvolvimento científico e tecnológico. In: *Anais do 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação (COBEF)*, São Carlos-SP. 2019.