

Aprendizagem criativa de robótica educacional na Educação de Jovens e Adultos: perspectiva de desenvolvimento sustentável e acesso a todos

Creative learning of sustainable educational robotics in Youth and Adult Education: perspective of sustainable development and access for all

Aprendizaje creativo de la robótica educativa en Educación de Jóvenes y Adultos: perspectiva de desarrollo sostenible y acceso para todos

Recebido: 05/05/2022 | Revisado: 14/05/2022 | Aceito: 19/05/2022 | Publicado: 24/05/2022

Adriano Ineia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6448-1411>
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: adri.ano.ineia@hotmail.com

Priscila de Campos Velho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3239-6009>
Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil
prisciladecamposvelho@gmail.com

Nathani Eduarda de Andrades Feldens

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3293-736X>
Universidade de Passo Fundo, Brasil
E-mail: neafeldens@gmail.com

Cleci T. Werner da Rosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9933-8834>
Universidade de Passo Fundo, Brasil
E-mail: prisciladecamposvelho@gmail.com

Ricardo Machado Ellensohn

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6496-013X>
Universidade Federal do Pampa, Brasil
E-mail: ricardoellensohn@gmail.com

Resumo

O presente artigo tem por objetivo compartilhar e refletir sobre um estudo de caso envolvendo o emprego da robótica educacional sustentável na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Foram abordados conteúdos interdisciplinares que fundiram o ensino de robótica e a sustentabilidade por meio da utilização de materiais que seriam de descarte. O estudo foi aplicado em uma turma da EJA multisseriada no interior do Rio Grande do Sul. A estratégia metodológica adotada se constituiu de uma pesquisa bibliográfica, diários de bordo e abordagem qualitativa. Os estudantes foram imersos em uma experiência de tomada de consciência e desenvolvimento de competências e habilidades voltadas à sustentabilidade e a indústria 4.0. Neste contexto, a proposta se apresentou viável e eficiente, sendo ela condizente e compatível com a realidade das quais os discentes estão inseridos. Vale enfatizar que a medida que essa temática vai sendo disseminada, mais preparados os estudantes estarão para um futuro que vai demandar soluções assertivas aos problemas socioambientais. O processo trouxe muitas aprendizagens e constatações como o senso de pertencimento, ímpeto de resolutividade dos problemas regionais e fomento a criticidade que tem a potencialidade de extrair e interpretar os problemas e, como resposta, desenvolve uma solução viável, real e de baixo impacto ambiental. Dentre os resultados obtidos destacamos a autonomia, trabalho em equipe, resolução de problemas e autogestão.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável; Robótica sustentável; EJA; Ensino; Ensino em saúde.

Abstract

This article aims to share and reflect on a case study involving the use of sustainable educational robotics in Youth and Adult Education (EJA). Interdisciplinary content was addressed, merging the teaching of robotics and sustainability through the use of materials that would be discarded. The study was applied in a multigrade EJA class in the countryside of Rio Grande do Sul. The methodological strategy adopted consisted of a bibliographic research, logbooks, and a qualitative approach. The students were immersed in an experience of awareness and development of competencies and skills related to sustainability and Industry 4.0. In this context, the proposal presented itself as viable and efficient, and compatible with the reality in which the students are inserted. It is worth emphasizing that the more this theme is disseminated, the more prepared the students will be for a future that will demand assertive solutions to socio-environmental problems. The process brought many learnings and findings, such as the sense of belonging, the urge to solve regional problems, and the fostering of critical thinking, which has the potential to extract

and interpret the problems and, as a response, develop a viable, real, and low environmental impact solution. Among the results obtained we highlight autonomy, teamwork, problem solving, and self-management.

Keywords: Sustainable development; Sustainable robotics; EJA; Teaching; Health teaching.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo compartir y reflexionar sobre un estudio de caso relacionado con el uso de la robótica educativa sostenible en la Educación de Jóvenes y Adultos (EJA). Se abordaron contenidos interdisciplinarios, fusionando la enseñanza de la robótica y la sostenibilidad mediante el uso de materiales que se desechan. El estudio se aplicó en una clase de EJA multiserie en el campo de Rio Grande do Sul. La estrategia metodológica adoptada consistió en una investigación bibliográfica, cuadernos de bitácora y enfoque cualitativo. Los alumnos se sumergieron en una experiencia de concienciación y desarrollo de habilidades y destrezas centradas en la sostenibilidad y la Industria 4.0. En este contexto, la propuesta se presentó viable y eficiente, siendo coherente y compatible con la realidad en la que están insertos los estudiantes. Cabe destacar que cuanto más se difunda este tema, más preparados estarán los estudiantes para un futuro que exigirá soluciones asertivas a los problemas socioambientales. El proceso aportó muchos aprendizajes y hallazgos como el sentido de pertenencia, el impulso para resolver los problemas regionales y el fomento de la criticidad que tiene el potencial de extraer e interpretar los problemas y, como respuesta, desarrollar una solución viable, real y de bajo impacto ambiental. Entre los resultados obtenidos destacan la autonomía, el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la autogestión.

Palabras clave: Desarrollo sostenible; Robótica sostenible; EJA; Enseñanza; Enseñanza en salud.

1. Introdução

A robótica educacional pode ser definida como um conjunto de conceitos tecnológicos aplicados à educação, que é embasado em conhecimentos básicos de mecânica, cinemática, automação, informática, inteligência artificial, entre outros. O intuito da robótica educacional é criar um ecossistema escolar ideal para o desenvolvimento de competências e habilidades tecnológicas nos estudantes (Pirola, 2010).

Santos (2006) afirma que estamos na “era da informação” e a busca por ressignificar o processo de ensino e aprendizagem é trivial para atender as demandas da sociedade que é volátil. Portanto, o emprego da tecnologia é uma alternativa assertiva e muito relevante na resolução de problemas. Já Sunthonkanokpong (2010), indica que em 2020 entramos na “era da sustentabilidade”, ou seja, a educação deve se articular para atender as duas demandas de forma integrada e condizente com o desenvolvimento tecnológico e sustentável.

As tecnologias novas não poderiam ser indiferentes a nenhum professor, por modificarem as maneiras de viver, de se divertir, de se informar, de trabalhar e de pensar. Tal evolução afeta, portanto, as situações que os alunos enfrentam e enfrentarão, nas quais eles pretensamente mobilizam e mobilizarão o que aprendem na escola (Perrenoud, 2000, p.138).

Diante desta perspectiva de mudança dinâmica e acelerada, surgem demandas por novas estratégias de ensino, visando capacitar os educandos para seu futuro laboral e como cidadão. A prática docente atual demanda de profissionais que oportunizem a construção de saberes e favoreçam ao estudante se tornar ativo e responsável por sua aprendizagem. Hoje, as estratégias de aprendizagens ativas têm ganhado evidência, pois os estudantes constroem o seu conhecimento, protagonizam suas descobertas, inovações e desenvolvem inúmeras habilidades e competências durante o processo (Bhat et al., 2020). Hake (1998) mostra em seu estudo que as metodologias ativas favorecem o processo de construção do conhecimento. Já os estudantes submetidos a contextos de ensino tradicional, no qual o foco principal é a exposição verbal do professor, tendem a se mostrar limitados em situações como a de resolução de problemas que são intrínsecas ao processo de ensino em engenharia, por exemplo (Hake, 1998; Chi, 2009; Morais et al., 2020).

Esses cenários geram inúmeras reflexões, principalmente na busca por metodologias que possibilitem a compatibilização das demandas da sociedade com as questões tecnológicas e de sustentabilidade. A robótica educacional, quando planejada e bem conduzida, pode se transformar em uma aliada do processo de aprendizagem, uma vez que ela envolve a experimentação, construção, reconstrução e criticidade. Ao implementar um ambiente de robótica, a construção de protótipos por parte dos discentes se torna um artefato cultural que eles utilizam para explorar e expressar suas ideias.

A robótica educacional ao se associar às discussões de Papert no construcionismo, tem favorecido o desenvolvimento de habilidades cognitivas, todavia, também vem sendo apontada como favorecedora da ativação de pensamento metacognitivo (Batistela, 2021). No campo cognitivo, o desenvolvimento da criticidade, criatividade, resolutividade de problemas e integração de conhecimentos interdisciplinares são exemplos dos benefícios do uso da robótica no campo educativo. Em termos metacognitivos, as atividades em robótica têm focado no desenvolvimento da capacidade dos estudantes de planejar, controlar e avaliar, tidas como qualificadoras da aprendizagem (Morais et al., 2020; Izeki et al., 2022).

Vygotsky (1998), por sua vez, define que a aprendizagem é baseada no relacionamento das pessoas e caracteriza transformação de comportamento, devido ao desenvolvimento de habilidades. Neste estudo, essas habilidades são desenvolvidas a partir do processo de prototipagem dos robôs. Tudo isso, embasado numa consciência e comprometimento com o desenvolvimento sustentável.

Diante do exposto, o presente artigo objetiva compreender como ocorre a interação do emprego da robótica educacional sob a óptica da sustentabilidade. Para isso, foi desenvolvido um projeto de construção de um braço hidráulico com estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) em contexto de ensino híbrido devido a pandemia vivenciada em 2020 e 2021.

2. Desenvolvimento de uma Cultura Escolar de Sustentabilidade por meio a Intervenção Pedagógica da Robótica Educacional

A cultura escolar de sustentabilidade tem o compromisso de tornar o educando um agente ativo do desenvolvimento sustentável. Diante de um contexto global de mudança dinâmica e acentuada, o ensino de Educação de Desenvolvimento Sustentável (EDS) é fundamental para a construção de uma sociedade mais resiliente, equitativa e segura. Essa complexa conjuntura, fomenta o avanço da interdisciplinaridade, pois dela emana soluções mais acertadas e compatíveis com os problemas sociais (Jacobi, 2014).

As mudanças climáticas já são uma realidade e se encontram em um estado irreversível, portanto, até 2030 teremos 120 milhões de migrantes oriundos das mudanças climáticas. Para isso, as políticas públicas, inserções econômicas, a sensibilização e a educação despontam como os principais mecanismos de combate a esses efeitos rebote das mudanças climáticas.

A EDS é um eixo da ciência que ancora a interdisciplinaridade na busca por soluções reais da sociedade. Essa cooperação da educação com o uso de tecnologias com ênfase em robótica educacional e a interdisciplinaridade é fundamental na formação de cidadãos ativos, inovadores, resilientes e dotados de valores e princípios de sustentabilidade, isso garante que as próximas gerações tenham direito a uma sociedade equitativa e inclusiva (Veiga, 2019).

A implementação das tecnologias educacionais na educação é um desafio, principalmente em um país como o Brasil. Dentre essas dificuldades, podemos destacar as dimensões continentais, a polaridade política, a desigualdade social, corrupção, falta de professores capacitados ao tema de desenvolvimento sustentável, falta de infraestrutura das instituições e a restrição de recursos financeiros. Quando se fala em robótica, essa não é uma realidade das escolas brasileiras, cuja justificativa pode estar, entre outros motivos, na falta de situações didáticas que apresentem possibilidades de uso em contexto escolar. Se assim for, cabe às pesquisas educacionais fomentar esses estudos e desenvolver estratégias didáticas para o uso da robótica educativa no contexto escolar.

Atualmente, possibilitar aos discentes uma aprendizagem significativa condizente ao seu contexto é um grande desafio, pois o sujeito deve desenvolver o sentimento de pertencimento, ou seja, o protagonismo mediante a conjuntura, refletindo de forma positiva, na resolução de problemas. Assim, a robótica educacional sob a perspectiva da sustentabilidade tem a potencialidade de contribuir para a inovação que contempla o compromisso coletivo e o exercício da cidadania pelas

premissas da cultura de sustentabilidade (Jacobi, 2012).

A robótica vem sendo empregada no ambiente escolar como provedor do conhecimento, pois proporciona um ecossistema de aprendizagem a partir dos dispositivos robóticos. Essa abordagem pedagógica confere inúmeros benefícios como a assimilação de conceitos complexos da ciência, de forma facilitada e condizente a sua realidade, além de se articular com inúmeras disciplinas do currículo escolar.

Benitti et al. (2009) afirmam que a robótica educacional tem a finalidade de proporcionar aos estudantes uma experiência de aprendizagem profícua e instigante. Eles podem descobrir novos caminhos, meios, ferramentas, práticas e metodologias, e ao fim construir a sua estratégia sob medida, possibilitando a ele uma aprendizagem significativa a cada sujeito. Além disso, conseguem desenvolver a sua capacidade de formular hipóteses, criar correlações, resolver problemas, fazer a leitura de cenário e tirar as suas próprias conclusões.

Nessa perspectiva, este estudo de caso busca refletir as contribuições da robótica educacional sustentável no processo de ensino e aprendizagem em uma escola do interior do Rio Grande do Sul. Vale endossar, que o público alvo é da EJA, majoritariamente trabalhadores da indústria e a turma é multisseriada, tendo alunos desde a 6ª fase do ensino fundamental até a 3ª do ensino médio. Essa investigação tem por premissa compreender a relevância da robótica para esses alunos, suas potencialidades e conquistas.

3. A criatividade Aliada ao Ensino

O cenário da sociedade atual traz a convivência com os avanços tecnológicos, dessa maneira, não se pode separar a conexão entre a escola, tecnologia e a arte. No mesmo contexto, a reflexão sobre os processos criativos gerados nestas conexões não pode ficar de fora. Assim, a criatividade se torna uma ferramenta trivial para o desenvolvimento de soluções significativas, inovadoras e ideais para as demandas atuais.

O conceito de aprendizagem criativa deriva das ideias de Friedrich Froebel e das descobertas de John Dewey e Seymour Pappert sobre formas de facilitar a aprendizagem. A Aprendizagem Criativa engloba conceitos educacionais baseados em Quatro Pilares (4P 's em inglês): project, passion, peer learning e play (Martinez; Stager, 2019).

A aprendizagem criativa é uma prática que pode ser estimulada através da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), onde os alunos são movidos pelo significado (passion), produzem de forma colaborativa (peer learning) e valorizam habilidades como criatividade, curiosidade e resiliência (play). Esse conceito coloca os alunos no centro do processo educacional, capacitando-os para planejar, criar, testar e agir de forma proativa diante de questões sociais e temas que os envolvem em situações reais e cotidianas (Martinez; Stager, 2019).

Segundo Martinez e Stager (2019), o processo criativo é a ação que permeia diferentes áreas do conhecimento. Do ponto de vista das artes visuais, esses processos estão diretamente relacionados à materialidade das estruturas dinâmicas, pois se referem à situação do movimento e às etapas em que as coisas concretas são criadas.

O homem elabora seu potencial criativo através do trabalho. É uma experiência vital. Nela o homem encontra sua humanidade ao realizar tarefas (...) a criação se desdobra no trabalho porquanto este traz em si a necessidade que gera possíveis soluções criativas. Nem na arte existiria criatividade se não pudéssemos encarar o fazer artístico como trabalho, como um fazer intencional produtivo e necessário que amplia em nós a capacidade de viver. (Ostrower, 1987, p.31)

Os processos inventivos, a imaginação e a criatividade são praticados no desenho dos protótipos, nas estratégias de construção, na busca por materiais alternativos para compor o projeto e na busca da interação entre máquinas e humanos. É essencial compreender o papel que a criatividade desempenha na formação de todo o ser humano, pois está diretamente relacionada com a execução de tarefas e trabalho.

Combinar arte e robótica é um facilitador para incentivar o impacto positivo da criatividade. São espaços instigantes

de interação, informação e criatividade. A robótica educacional configura-se como uma alternativa multidisciplinar, pois possibilita e estimula a integração de elementos de diferentes áreas de estudo, facilitando diálogos importantes entre diferentes áreas do conhecimento.

4. Metodologia

A abordagem do estudo caracteriza-se de natureza qualitativa, seguindo o proposto por Bogdan e Biklen (1994). Para os autores, uma abordagem qualitativa consiste em examinar o mundo com a ideia de que nada é definitivo, e que tudo tem potencial de compor uma pista que permita uma compreensão nova do objeto motivo de estudo. A descrição é um método que extrai dados de forma minuciosa, para que nenhum detalhe escape da análise. Além disso, identificamos a investigação como “estudo de caso”, considerando o recorte estabelecido. O estudo de caso, como anunciado por Bogdan e Biklen (1994), consiste na observação detalhada de uma situação, contexto ou indivíduo, a partir de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico que, no presente caso, é representado pelo conjunto de aulas analisada, como veremos na continuidade.

A pesquisa teve como público alvo um grupo de 30 estudantes (com idades de 18 a 49 anos), matriculados na Educação de Jovens e Adultos (EJA) de uma escola particular do interior do Rio Grande do Sul, a turma é multisseriada. O projeto de robótica educacional foi desenvolvido durante o segundo semestre de 2021, sob a supervisão de um professor da área de Linguagens, outro de Matemática e um terceiro de Ciências da Natureza.

Durante o semestre foram realizados 15 encontros remotos síncronos de 4h/aula, utilizando a Plataforma do Google Meet em virtude do contexto da pandemia vivenciado nos anos de 2020 e 2021 (COVID-19). A metodologia de ensino utilizada na disciplina e explorada nos encontros foi a Aprendizagem Baseada em Projetos, com ênfase na robótica educacional sustentável. Ao final dos encontros os estudantes confeccionaram seus diários de aprendizagem, que contemplavam: (I) registro de aprendizagem da aula; (II) a síntese dos principais objetivos assimilados em aula; (III) Principais conquistas, inovações e avanços do dia. Esses diários constituem uma das ferramentas da produção de dados deste estudo.

Os registros nos diários de bordo foram produzidos de forma livre, possibilitando que os alunos retomassem e avaliassem suas aprendizagens, com liberdade para explanar seus interesses sobre o assunto e temas futuros e que poderiam ser abordados na disciplina. Ainda como instrumentos para produção dos dados foram utilizados observação estruturada e o questionário com os participantes. Sobre a observação estruturada, menciona-se que as aulas realizadas via Plataforma do Google Meet foram gravadas, permitindo que fossem analisadas posteriormente. Os questionários foram organizados em tópicos, para melhor compreender o entendimento por parte dos alunos e são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Proposta de Trabalho e questões norteadoras do diário de bordo.

Proposta de Trabalho
Você é um profissional de automação e foi contratado para construir um braço robótico hidráulico, entretanto, a empresa preza pela sustentabilidade e o desafia a construir esse braço com materiais que seriam descartados. A partir disso, responda as questões a seguir:
Questões do Diário de Bordo
<p>a) Quais suas facilidades e dificuldades durante o Seminário? Como você resolveu as dificuldades enfrentadas?</p> <p>b) O que você acredita que poderia ter feito diferente durante o seminário?</p> <p>c) Em que outras situações/contextos da vida cotidiana pode-se aplicar o braço robótico?</p> <p>d) Após colocar o braço robótico para funcionar e observar como ele está se comportando. Ele realizou os movimentos conforme o planejado? Você teve que realizar algum ajuste? Se sim, quais? Descreva este processo.</p> <p>e) Considerando que o braço deverá começar seu movimento próximo a uma peça, ou objeto em uma posição inicial. Como deve ser cada um dos movimentos do robô, considerando sua posição inicial até sua posição final, que será a de largar o produto? (Descreva a sequência de ações detalhadas que o braço deve realizar, como se estivesse realizando a programação de um braço robótico.)</p> <p>f) Cite três pontos positivos das aulas e outros três a melhorar.</p> <p>g) Como foi participar deste Seminário? Como você se organizou para realizá-lo?</p> <p>h) Quais <i>softwares</i>, metodologias, técnicas e propostas empregadas foram empregadas no desenvolvimento do braço mecânico? Justifique.</p> <p>i) Você adquiriu novos conhecimentos? Qual a importância da criatividade no desenvolvimento de seu braço robótico hidráulico?</p> <p>k) Ao final, quais foram as suas principais conquistas durante o processo de desenvolvimento da solução proposta por você?</p>

Fonte: Autores (2022).

Na Figura 1, temos o delineamento e o pensamento de programação utilizado para desenvolver esse estudo. No primeiro momento os estudantes tiveram uma imersão sobre a temática de robótica educacional e sustentabilidade. Posteriormente, os educandos foram desafiados a solucionar um problema real de uma empresa, recebendo o cenário, as demandas e o que tinham à disposição. Por último, eles prototiparam suas soluções e colocaram em funcionamento para ver os pontos positivos e os que necessitavam de melhorias.

Figura 1 - Delineamento da proposta pedagógica em formato de linguagem de programação.

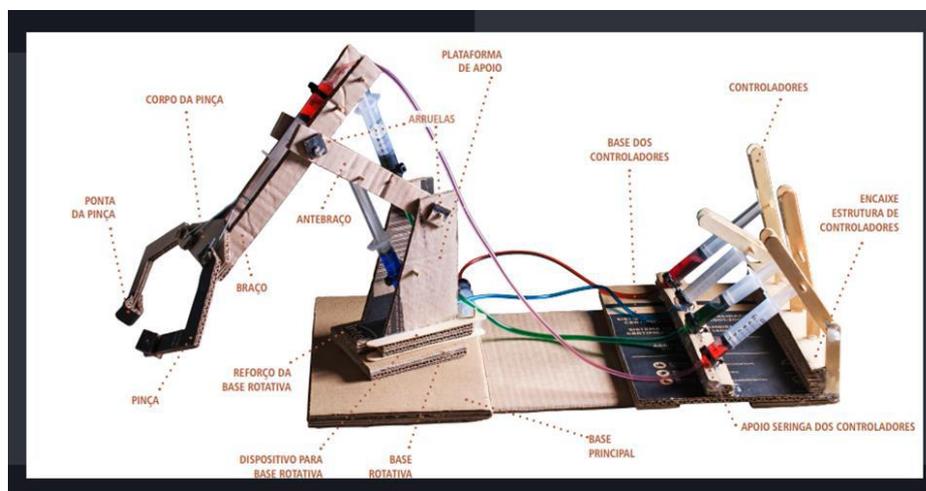


Fonte: Autores (2022).

4.1 Atividade desenvolvida pelos estudantes da EJA

A prototipagem do braço mecânico seguiu o Seed Lab - Guia de Produção da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (PARANÁ, 2017). Na Figura 2, temos o esboço do braço robótico hidráulico, totalmente confeccionado com materiais que seriam descartados. Vale destacar, que cada grupo tinha a liberdade de fazer as suas alterações, acréscimos e modelagem em seu protótipo.

Figura 2 - Ilustração do braço robótico hidráulico.



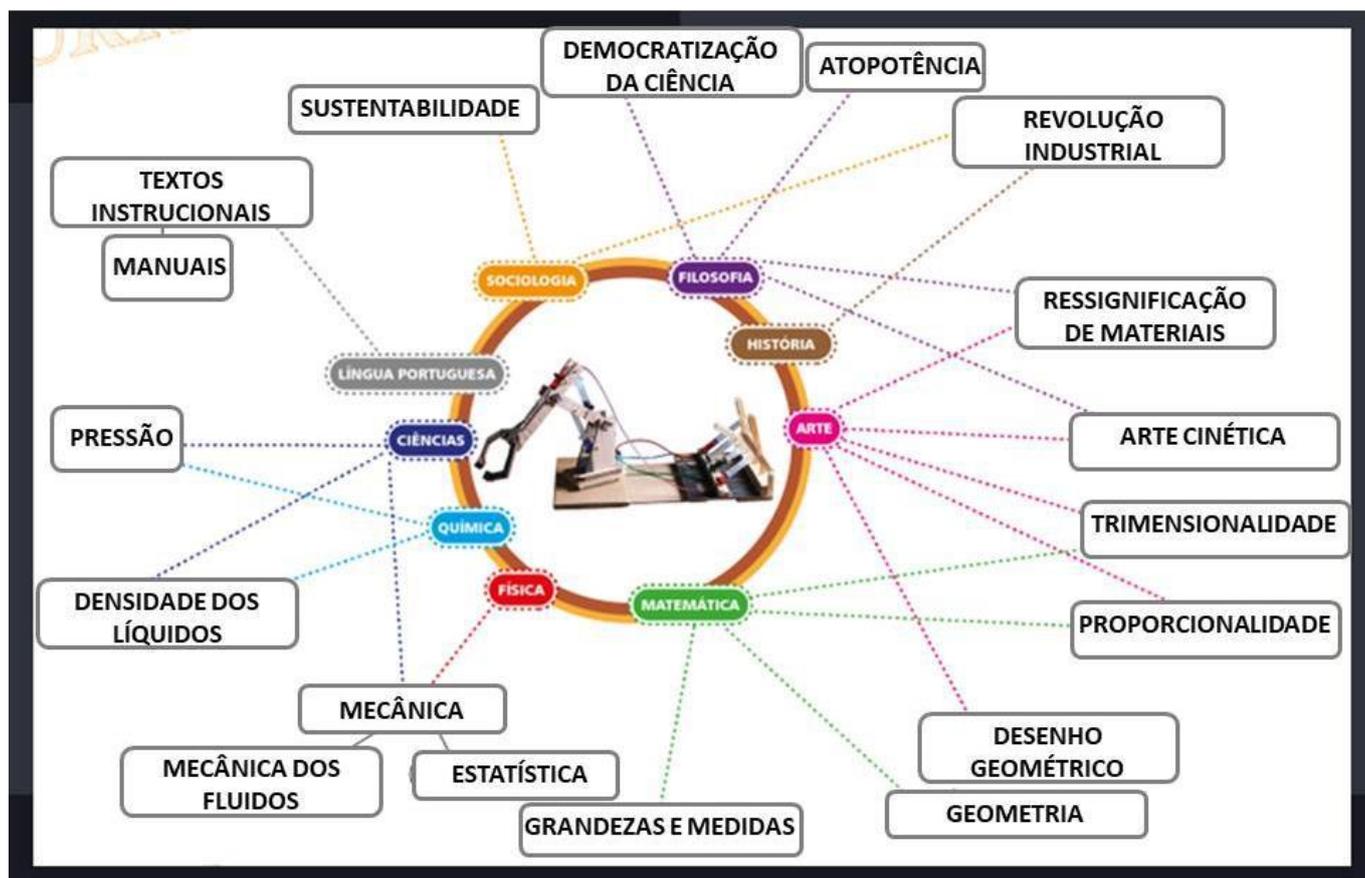
Fonte: Seed Lab - Guia de produção. Secretaria de Estado da Educação do Paraná (2017).

Conforme ilustrado na Figura 2, o braço é confeccionado por materiais relativamente simples e de fácil aquisição. O protótipo tem a funcionalidade de rotacionar, pegar e soltar objetos. O funcionamento ocorre de forma hidráulica, para a implementação e execução do braço, muitos conceitos de física e matemática tiveram que ser resgatados, visando conferir ao braço mecânico um bom desempenho, condizente com a sua finalidade. Dentre os conceitos resgatados podemos destacar: (I) Física - Transformação de energia potencial, energia cinética, atrito, aceleração e entre muitos outros. (II) Matemática - foram contempladas as medidas, ângulos, funções matemáticas.

Todavia, o guia da Secretaria de Estado da Educação do Paraná de 2017, indica que todas as disciplinas do currículo escolar podem ser contempladas de forma assertiva, como demonstrado na Figura 3. Isso demonstra que a robótica educacional tem a potencialidade de ser inserido em inúmeras disciplinas, atividades, projeto, seminários e em diversas abordagens

pedagógicas.

Figura 3 - Possibilidade da construção do braço robótico hidráulico, alicerçado nos conteúdos das disciplinas do currículo.



Fonte: Guia de produção. Secretaria de Estado da Educação do Paraná (2017).

5. Resultados e Discussões

A proposta pedagógica teve como lócus uma escola privada do interior do Rio Grande do Sul os estudantes já tinham experiências anteriores na prática de robótica, entretanto, nenhum tinha trabalhado com robótica educacional sustentável. A turma era constituída por 52% de mulheres e 48% de homens. O desenvolvimento do projeto transcorreu de forma assertiva e satisfatória, bem como a cooperação entre as equipes de trabalho, pois foram necessárias a busca por novos conhecimentos e o resgate de antigos, tais como força de atrito e funções matemáticas.

Prasad et al. (2016) afirmam que a adoção de atividades práticas, como a robótica educacional, tem a potencialidade de facilitar o processo de aprendizagem. Isso ocorre devido à aplicação de conceitos práticos diretamente associados a atividades práticas, conferindo ao processo de aprendizagem maior robustez, assimilação de conteúdo de forma facilitada e aumento da produtividade qualitativa das soluções propostas pelos educandos (Bigolin et al., 2020).

Durante o processo de construção do braço robótico hidráulico, o senso de pertencimento dos estudantes se mostrou mais evidente. Isso despertou nos alunos a autoestima e a autonomia pois eles se sentiram parte da solução, dando a atividade uma conotação mais agradável e produtível. Muitos grupos trouxeram soluções muito além do que foi solicitado, principalmente no quesito de materialidade, pois inseriram materiais de descarte de seus locais de trabalho. No Quadro 2, temos as principais constatações do estudo de caso.

Quadro 2 - Pontos positivos e negativos encontrados durante o processo da construção do braço robótico hidráulico.

Pontos positivos	Pontos desafiadores
<ul style="list-style-type: none">● Incentivo ao raciocínio lógico;● Criatividade;● Engajamento;● Senso de pertencimento;● Trabalho em equipe;● Protagonismo;● Autogestão do processo de aprendizagem;● Interdisciplinaridade;● Resolução de problemas;● Pensamento consciente e comprometido com o desenvolvimento sustentável;● Pensamento crítico;● Pensamento sistêmico.	<ul style="list-style-type: none">● Resistência ao desconhecido;● Falta de planejamento;● Comunicação não assertiva;● Montagem e acabamento do braço robótico hidráulico;● Falta de fluência digital.

Fonte: Autores (2022).

A abordagem pedagógica da robótica educacional sob a óptica da sustentabilidade contribui para o desenvolvimento das mais diversas competências e habilidade, como por exemplo, o pensamento sistêmico, trabalho em equipe e criatividade. Em todas as etapas do processo, o educando é estimulado a buscar, construir e implementar soluções de raciocínio lógico, desde a escolha do design mais apropriado à demanda até as escolhas de materiais e técnicas empregadas na execução.

Atrelado ao raciocínio lógico tem o pensamento crítico, do qual o estudante se questiona e busca uma justificativa para suas ações. Essa habilidade permite ao aluno pensar de forma clara e racional, além de conectar ideias de maneira lógica. Ao adotar a robótica no ensino de sustentabilidade os discentes assumem uma postura mais sustentável. Vale destacar que a proposta, quanto mais interligada ao contexto do aluno, melhor é o entendimento da sua atuação tanto na pergunta quanto na resposta.

Quando os estudantes desenvolvem o senso de pertencimento, eles assumem o protagonismo, pois compreendem que fazem parte da solução dos problemas. Muitas vezes, percebemos que a ausência desse senso dá espaço a dissonância cognitiva, ou seja, o sujeito não se inclui e se torna indiferente à atividade proposta. A robótica educacional sustentável pode colaborar para a ruptura de hábitos ao desenvolvimento sustentável.

O pensamento sistêmico confere ao aluno uma compreensão aprofundada, pois cada parte ou ação influencia o todo. Portanto, a análise não é isolada ou fragmentada, mas sim, planejada e respaldada pela responsabilidade social, sustentabilidade e equidade. Diante disso, os estudantes encontram um problema real, desse surge a questão norteadora e ao final se propõe uma solução. Dentro desse percurso o pensamento sistêmico ajuda nas tomadas de decisões, gerenciamento e responsabilidade pela execução do projeto.

Trabalho em equipe está intrinsecamente associado à interdisciplinaridade, pois é necessário administrar e dimensionar os talentos envolvidos, visando converter diferenças em potencialidades. Nesse processo, se desenvolve confiança recíproca, o gerenciamento de se cumprir as metas estipuladas e o diálogo que contemple a todos, sem divisões ou individualismo.

Ao se propor em resolver um problema, os estudantes fazem um recorte e, dentro disso, extraem uma mazela da qual irão desenvolver uma solução. Dentro da robótica educacional sustentável, o sujeito tem a possibilidade de compatibilizar a sua solução com a sustentabilidade. Outra particularidade que se destaca é o diálogo com as competências socioemocionais como: definição de meta, autoavaliação e autoeficácia.

Outra competência que se evidenciou é a criatividade, pois os estudantes tiveram que se superar ao propor suas soluções. Tiveram que ressignificar os materiais que seriam descartados no meio ambiente e que acarretaria problemas

ambientais futuros. A criatividade é uma característica que apresenta inúmeras potencialidades, como a de desenvolver soluções que contemplem questões sociais, ambientais e culturais por um valor baixo, ou otimizado.

Stein (1974) afirma que a criatividade está ligada às experiências do indivíduo em inúmeras áreas. Portanto, a interdisciplinaridade é uma intervenção que contribui de forma assertiva no processo de criatividade. Durante todo o processo os estudantes não tinham restrições sobre a sua liberdade de questionar e a autonomia de criar. A seguir temos alguns trechos extraídos dos diários de bordo feito pelos estudantes:

*A atividade das últimas semanas nos fez questionar de como uma atividade simples pode ser desafiadora e ao mesmo tempo prazerosa. Tivemos que realmente nos superar, principalmente ao propor uma solução, com recursos limitados, realmente tivemos que sermos criativos. (Estudante da EJA e trabalhador da indústria de 47 anos).
Ao fim da atividade, posso afirmar que tinha receio e acreditava que não conseguiria. Mas durante o processo fui encorajada pelos professores e colegas, e pude ver que o resultado foi muito melhor do que o imaginada, nem eu mesma sabia que tinha essa criatividade toda. (Estudante da EJA e trabalhadora da indústria de 32 anos).
[... criatividade realmente nos ajuda a propor soluções viáveis e de baixo custo a questões complexas. (Estudante da EJA e autônomo de 26 anos).*

Dentro do processo criativo se constata que a compreensão sobre a criatividade é complexa, entretanto, muito importante para o desenvolvimento da humanidade. A junção de diferentes áreas do conhecimento permite ao sujeito avançar na criatividade e flexibilidade de seu pensamento e sua sensibilidade referente aos problemas a sua volta. A criatividade e a inovação se validam e justificam quando a sua solução idealizada tem viabilidade e utilidade prática. No decorrer do processo, percebeu-se que os alunos tiveram um avanço orgânico e construcionista durante a execução do seu protótipo.

*Fiquei surpreso em poder buscar uma solução que faria sentido em meu trabalho, pois atuo em uma empresa do ramo metalmeccânico e esse braço viria ser muito útil em algumas demandas repetitivas. (Estudante da EJA e trabalhador da indústria de 19 anos).
O braço robótico em funcionamento me causa alegria, pois tornamos lixo em um protótipo, isso mostra que somos capazes de ir além em nossos estudos. Ainda mais por ser o meu primeiro semestre (Estudante da EJA e trabalhador da indústria de 34 anos).*

Percebeu-se também que os estudantes apresentaram particularidades referente a criatividade. Chamou atenção o fato de eles olharem realmente o que funciona ou não, e em caso de não funcionalidade buscarem por uma resposta assertiva e viável, e principalmente a conexão entre conceitos, tecnologias e cooperativismo mútuo.

Já os principais desafios impostos pela atividade foram a resistência ao desconhecido, a falta de planejamento, a comunicação não assertiva, a montagem e acabamento do braço robótico hidráulico e a falta de fluência digital. Outra dificuldade encontrada foi a de construir uma cultura de sustentabilidade, por isso, também ofertamos workshop e seminários sobre o tema.

O principal desafio encontrado foi a migração dos kits robóticos para essa robótica educacional sustentável, isso devido a tradição de anos de trabalho com os kits. Nas primeiras aulas, os alunos demonstraram medo do novo e do desconhecido. Muitas vezes, se percebia que muitos tinham insegurança ou receio de não conseguir assimilar essa nova proposta. Isso pode ser justificado, por se tratar de uma turma de EJA, da qual os alunos já evadiram por inúmeros motivos e, entre eles, a falta de atendimento especializado, traumas no processo de aprendizagem, entre muitos outros.

A falta de planejamento ficou evidente em algumas equipes, principalmente nas primeiras semanas. Sendo assim, os docentes envolvidos encontraram uma solução que se apresentou bastante assertiva, que foi a de no início de cada aula fazer uma mini aula explicativa das etapas concluídas e as que se deveriam avançar. Desta forma, foi possível orientar e auxiliar na articulação das estratégias e ações em cada etapa vigente.

A falta de comunicação entre os envolvidos, mostrou-se um fator dificultador para o ato de delegar tarefas dentro das

equipes e cumprimento dos prazos. Uma outra particularidade observada que também afetou o processo foi a de que os alunos, por serem trabalhadores da indústria, faltavam devido as horas extras e compromissos particulares, isso gerou ruídos.

Na etapa de montagem e acabamento alguns problemas e falhas se evidenciaram, como por exemplo o não funcionamento do braço e de suas articulações. Dentre as soluções, os alunos deram um melhor acabamento nas peças e elementos constituintes, ajuste de escala, substituição por materiais mais adequados. Faz-se necessário ressaltar que a prototipagem é essencial para que os alunos avaliem a sua proposta, os acertos e os pontos a melhorar.

Uma fração dos estudantes da EJA apresentam falta de fluência digital. Muitos estudantes não têm acesso a celulares, computadores e internet, portanto, a escola dentro das suas condições ofertou aparelhos tecnológicos para uso deles. O ensino de robótica é um caminho bem interessante para inserir os educandos em meio a tecnologia, além disso eles puderam lidar com ferramentas, softwares e entre outras tecnologias.

Este artigo tem como pano de fundo a pretensão de ser um pontapé inicial para este eixo de educação, visando a constituir uma base para o desenvolvimento de novas abordagens de ensino e práticas pedagógicas na robótica educacional com princípio de sustentabilidade. A universalização desse ensino tende a se tornar uma ferramenta imprescindível no desenvolvimento da resiliência humana e adaptabilidade. O fortalecimento desse conteúdo contribui para o progresso da qualidade de ensino, elaboração de políticas equitativas e inclusivas (Ventura; Bomfim, 2015).

6. Conclusão

A educação, a tecnologia e a sustentabilidade estão interligadas, sendo essa integração uma abordagem condizente aos estudantes-cidadãos do século XXI. Cabe destacar que as possibilidades pedagógicas devem se ressignificar, visando fomentar nos estudantes o seu protagonismo na construção do conhecimento. Muitas são as barreiras, principalmente em questões orçamentárias e de acesso às tecnologias, principalmente à robótica que demanda uma injeção financeira alta para a sua implantação.

Na escola, em que foi aplicado esse estudo, ha muitos anos, o Lego e o Gogo Board vêm sendo empregado à robótica como princípio educativo. Devido a essa tradição, a equipe se desafiou a buscar uma alternativa que pudesse ser empregada durante a pandemia da COVID-19, tanto no presencial quanto no remoto, e as constatações foram positivas, pois fazer robótica na adversidade foi possível e acessível a todos.

A robótica educacional sustentável tem a potencialidade de aliar tecnologia e sustentabilidade na resolução de problemas. Isso confere aos estudantes múltiplas competências e habilidades, dentre elas, podemos destacar: (I) Trabalho em equipe; (II) Interdisciplinaridade; (III) Resolução de problemas; (IV) Autogestão da aprendizagem; (V) Autonomia e autoestima; (VI) Senso de pertencimento.

Em contrapartida, também é possível extrair as principais dificuldades dos estudantes, dentre elas, podemos citar: (I) Falta de fluência em novas tecnologias; (II) Medo do desconhecido e resistência de sair da sua zona de conforto; (III) Falta compreensão e entendimento do que se está solicitando no enunciado; (IV) Planejamento na execução da tarefa.

A proposta deste estudo foi empregar a construção do braço robótico hidráulico como princípio pedagógico de robótica educacional sob a perspectiva da sustentabilidade. Sem sombra de dúvidas, a atividade demonstrou-se promissora e muito relevante não só por estarmos atravessando as eras da “informação” e “sustentabilidade”, mas também por elas integrarem esses temas que são triviais para o desempenho pleno da cidadania, responsabilidade social, equidade e resiliência, principalmente quando o público está à mercê da sociedade, como é a realidade de boa parte dos alunos da EJA.

No Brasil, faltam recursos para a implementação da robótica e seus kits. Todavia, esse estudo demonstra que a prática da robótica não precisa ser excluída ou ficar disponível somente aos que podem pagar por ela. O compartilhamento dessa ideia consiste em disseminar a robótica a todos, já que os mais vulneráveis se encontram sem acesso a ela e a todos os seus

benefícios educacionais.

Como trabalho futuro, sugerem-se estudos que tenham por objetivo investigar as lacunas referentes ao processo de construção do conhecimento e nas teorias que embasam essa prática pedagógica, além do fomento ao desenvolvimento das competências e habilidades durante o desenvolvimento do braço hidráulico e os principais avanços nos conteúdos curriculares ao se empregar essa prática pedagógica.

Referências

- Batistela, F. (2021). *A estratégia metacognitiva procedimental com influências do pensamento computacional: um estudo de caso*. [Doctoral Tese, Universidade de Passo Fundo]. <http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/1196>
- Benitti, F. B. V., Urban, D. Ç., Krueger, M. L., & Halma, A. (2009). Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados. In: *Workshop de Informática na Escola (WIE)*, v. 15, 2009. Anais WIE. 2009. p. 1811-1820.
- Bhat, S., Bhat, S., Raju, R., D'Souza, R., Binu K. G. (2020), "Collaborative Learning for Outcome Based Engineering Education: A Lean Thinking Approach", 9th World Engineering Education Forum, WEEF 2019, Procedia Computer Science, 172, 927-936.
- Bigolin, N.M., Silveira, S. R., Bertolini, C., Almeida, I. C. de, Geller, M., Parreira, F. J., Cunha, G. B. da, & Macedo, R. T. (2020). Metodologias ativas de aprendizagem: Um relato de experiência nas disciplinas de programação e estrutura de dados. *Research, Society and Development*, 9(1), e74911648. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1648>.
- Bogdan, R., & Birklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*, Porto Editora, Porto, PT.
- Carbonell, J. (2002). *A aventura de inovar: a mudança na escola*. Artmed Editora.
- Freire, P. (2011). *Pedagogia do oprimido*. Paz e terra.
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (5a ed). Atlas.
- Governo do Estado do Paraná. Guia Seed Lab - Braço robótico hidráulico. (2017). Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/seed_lab/braco_robotico_gui_a_producao.pdf.
- Izeki, C. A., Nagai, W. A., & Seraphim, E. (2022). Os objetivos como elemento nuclear do currículo: concepções e práticas de docentes na disciplina de programação introdutória em uma universidade brasileira. *Research, Society and Development*. v. 11, n.6, e0111627947. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.27947>
- Jacobi, P. R., & Sinisgalli, P. (2012) Governança ambiental e economia verde. *Ciência & Saúde Coletiva* [online], v. 17, n. 6, p. 1469-1478.
- Jacobi, P. R. (2014). Mudanças climáticas e ensino superior: a combinação entre pesquisa e educação. *Educar em revista*. [online]. p.57-72. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38107>
- Martins, H. H. T. de S. (2004). Metodologia qualitativa de pesquisa. *Educação e pesquisa*, 30(2), 289-300. <https://www.scielo.br/pdf/ep/v30n2/v30n2a07>.
- Martinez, S. L., & Stager, G. S. (2019). *Invent to Learn: Making, Tinkering and Engineering in the Classroom*. Constructing Modern Knowledge Press.
- Morais, C. G. B., Mendes Neto, F. M., & Osório, A. J. M. (2020). Dificuldades e desafios do processo de aprendizagem de algoritmos e programação no ensino superior: Uma revisão sistemática de literatura. *Research, Society and Development*, 9(10), e9429109287. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9287>
- Ostrower, F. (1987). *Criatividade*. (6a ed.), Vozes.
- Prasad, P.W., Alsadoon, A., Beg, A., & Chan, A. (2016). Using simulators for teaching computer organization and architecture. *Computer Applications in Engineering Education*, 24.
- Perrenoud, F. (2000). *Dez novas competências para ensinar*. Artmed.
- Pinto, M. R. D. (1996). *Escola e linguagens contemporâneas: um desafio*. 1996.
- Pirola, N.A. org. (2010). Ensino de ciências e matemática, IV: temas de investigação [online]. São Paulo: Editora UNESP, São Paulo: Cultura Acadêmica. 244 p.
- PNUD – Programa das nações unidas para o desenvolvimento. (2005).
- Santos, L. G. Educação, Tecnologias e Inovação Pedagógica em busca do Interativismo Colaborativo. *Revista FAEEBA*. 30(64), 226-240. <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/11741>
- Schneider, N. R. (2021). Construção do conhecimento em EAD: desafios e possibilidades para professor tutor. *Revista Praxis*, 1(2): 16-31.: <https://doi.org/10.18264/eadf.v10i1799>
- Silva, M. A. (2017). Diploma ou conhecimento? rce –Revista Científica de Educação, 2(1):73-84. <https://seer.facmais.edu.br/rc/index.php/RCE/article/view/25/19>

Stein, M.I. (1974). *Stimulating creativity. Group procedures*. New York, Academic Press. v.2.

Sunthonkanokpong, W. (2010), "Future Global Visions of Engineering Education", 2nd International Science, Social-Science, Engineering and Energy Conference 2010: Engineering Science and Management, *Procedia Engineering* 8, 160-164.

Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 443-466.

Veiga, J. E. da. Deplorável inércia. *Ciência e Cultura*, 71(1), 27-33, <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100010>

Ventura, J., & Bomfim, M.I. (2015). Formação de Professores e Educação de jovens e Adultos: O formal e o real nas Licenciaturas. *Educação em Revista*, 31(2), 211-227 <https://doi.org/10.1590/0102-4698127011>.

Vygotsky, L. S. (1998). *A formação social da mente*. Martins Fontes.