

Millenium, 2(Edição Especial Nº16)

pt

ROBÓTICA E ELETRÓNICA EM CONTEXTO ESCOLAR: UM ESTÍMULO NA APRENDIZAGEM E À MOTIVAÇÃO PARA
CARREIRAS PROFISSIONAIS NA ENGENHARIA

ROBOTICS AND ELECTRONICS IN SCHOOL: STIMULATING LEARNING AND MOTIVATING CAREERS IN ENGINEERING

ROBÓTICA Y ELECTRÓNICA EN EL CONTEXTO ESCOLAR: FOMENTO DEL APRENDIZAJE Y LA MOTIVACIÓN PARA LAS
CARRERAS PROFESIONALES DE INGENIERÍA

Paulo Correia¹  <https://orcid.org/0009-0000-8252-2619>

António Ferreira¹  <https://orcid.org/0009-0000-4857-5274>

¹Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, Portugal

Paulo Correia - paulocorreia@estgv.ipv.pt | António Ferreira - aaferreira@estgv.ipv.pt



Autor Correspondente:

Paulo Correia

Campus Politécnico

3504-510 – Viseu

paulocorreia@estgv.ipv.pt

RECEBIDO: 09 de setembro de 2024

REVISTO: 21 de outubro de 2024

ACEITE: 18 de dezembro de 2024

PUBLICADO: 07 de janeiro de 2025

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

RESUMO

Introdução: A falta de motivação e desinteresse dos jovens no ensino tradicional, pode ter consequências negativas tanto no momento presente, bem como nas suas futuras escolhas de carreira profissional.

Objetivo: Explorar a utilização da eletrônica e da robótica no ensino básico, de forma a conjecturar sobre o impacto que estas áreas podem ter na aprendizagem de conceitos teóricos diversificados e no estímulo aos jovens para optarem por carreiras na área das engenharias.

Métodos: Foi realizado um estudo com uma abordagem exploratória e qualitativa, visando abordar os principais benefícios da utilização prática e envolvente da eletrônica e da robótica em crianças do ensino básico. A recolha de dados foi realizada através de várias técnicas qualitativas, incluindo observações diretas, entrevistas semiestruturadas e questionários com os participantes.

Resultados: Espera-se que este estudo proporcione insights valiosos sobre a integração de experiências práticas da área da eletrotecnia no ensino básico, contribuindo para a criação de estratégias educativas motivadoras e influenciadoras para as áreas de estudo de engenharias, onde existe um défice de profissionais qualificados.

Conclusão: O estudo revela que a utilização da eletrônica e robótica em crianças do ensino básico pode aumentar o interesse e a motivação, desenvolve habilidades cognitivas e de trabalho em equipa, e estimula o gosto pelas engenharias. As atividades práticas contextualizam o conhecimento teórico, tornando-o mais relevante e aplicável. A integração curricular destas tecnologias acarreta alguns desafios, mas é exequível, proporcionando assim a preparação dos jovens para o futuro automatizado.

Palavras-chave: eletrônica; robótica; educação; engenharias; ensino básico

ABSTRACT

Introduction: Young people's lack of motivation and disinterest in traditional education can have negative consequences both now and in their future career choices.

Objective: This study aims to examine the potential benefits of incorporating electronics and robotics into primary education, with a particular focus on their capacity to enhance learning outcomes in diverse theoretical subjects and to motivate young people to pursue careers in engineering.

Methods: An exploratory qualitative study was conducted to identify the principal advantages of utilising electronics and robotics in a practical and engaging manner in the context of primary school education. Data was collected through the deployment of diverse qualitative techniques, including direct observation, semi-structured interviewing and the administration of questionnaires to participating subjects.

Results: It is the intention of this study to provide valuable insights into how practical experience in the field of electrotechnics can be integrated into the primary education curriculum. This, in turn, should contribute to the creation of motivating and influential educational strategies for engineering fields of study, which are currently facing a shortage of qualified professionals.

Conclusion: The findings of the study suggest that the utilisation of electronics and robotics in the context of primary school education can foster interest and motivation, facilitate the development of cognitive and teamwork abilities, and cultivate an inclination towards engineering. The integration of practical activities into theoretical learning contexts enhances the applicability and relevance of the knowledge being conveyed, thereby promoting a deeper understanding. While there are inherent challenges in the incorporation of these technologies into the existing curriculum, such integration is a feasible and effective means of ensuring that young people are adequately prepared for an automated future.

Keywords: electronics; robotics; education; engineering; primary school

RESUMEN

Introducción: La falta de motivación y el desinterés de los jóvenes por la educación tradicional pueden tener consecuencias negativas tanto ahora como en sus futuras elecciones profesionales.

Objetivo: Este estudio pretende examinar los beneficios potenciales de la incorporación de la electrónica y la robótica a la enseñanza primaria, con especial atención a su capacidad para mejorar los resultados del aprendizaje en diversas asignaturas teóricas y para motivar a los jóvenes a seguir carreras de ingeniería.

Métodos: Se llevó a cabo un estudio cualitativo exploratorio para identificar las principales ventajas de utilizar la electrónica y la robótica de forma práctica y atractiva en el contexto de la enseñanza primaria. Los datos se recopilaron mediante diversas técnicas cualitativas, como la observación directa, las entrevistas semiestruturadas y la administración de cuestionarios a los participantes.

Resultados: La intención de este estudio es aportar ideas valiosas sobre cómo integrar la experiencia práctica en el campo de la electrotecnia en el plan de estudios de la enseñanza primaria. Esto, a su vez, debería contribuir a la creación de estrategias educativas motivadoras e influyentes para los campos de estudio de la ingeniería, que actualmente se enfrentan a una escasez de profesionales cualificados.

Conclusión: Las conclusiones del estudio sugieren que la utilización de la electrónica y la robótica en el contexto de la educación primaria puede fomentar el interés y la motivación, facilitar el desarrollo de las capacidades cognitivas y de trabajo en equipo y cultivar la inclinación hacia la ingeniería. La integración de actividades prácticas en contextos de aprendizaje teórico mejora la aplicabilidad y relevancia de los conocimientos transmitidos, promoviendo así una comprensión más profunda. Si bien la incorporación de estas tecnologías a los planes de estudios existentes plantea dificultades inherentes, dicha integración es un medio factible y eficaz de garantizar que los jóvenes estén adecuadamente preparados para un futuro automatizado.

Palabras Clave: electrónica; robótica; educación; ingeniería; enseñanza primaria

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

INTRODUÇÃO

A falta de motivação dos alunos do século XXI é um problema crescente, especialmente no contexto de aulas expositivas e unidirecionais, onde o professor é o único detentor e explanador do conhecimento, enquanto os alunos são meros ouvintes passivos. Os estudantes contemporâneos, imersos num mundo digital repleto de interatividade e acesso instantâneo à informação, têm dificuldade em manter o interesse no ensino com métodos tradicionais de formação que não reflitam essas características (Rahimi & Grace, 2024). O desinteresse pelas aulas convencionais não só prejudica o aluno no momento presente, mas também afeta as suas escolhas futuras. Quando se observa os dados dos últimos anos referentes à percentagem de matriculados no ensino superior e de diplomados em áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), verifica-se que são consideravelmente inferiores à percentagem de matriculados e diplomados em outras áreas (IE-ULisboa – Instituto de educação, 2023). Para reverter esta tendência, é crucial adotar práticas pedagógicas inovadoras que promovam a participação ativa dos alunos, incentivando-os para as áreas que têm grande déficit de profissionais qualificados (Baptista & Martins, 2019). A utilização de tecnologias interativas, metodologias de ensino baseadas em projetos e abordagens que incentivem o pensamento crítico e a resolução de problemas, podem transformar a experiência educacional (Darling-Hammond et al., 2017). Um exemplo nesse campo, é a utilização de eletrônica e robótica educacional, que aplica ferramentas tecnológicas para ensinar conceitos de física, matemática e eletricidade de maneira envolvente e prática (Marques & Ramos, 2017; Baptista & Martins, 2023). Estas abordagens podem tornar o aluno mais dinâmico e interessado, e alinham-se com as expectativas e competências que os recém-formados do presente e futuro deverão possuir. Os professores ao mostrarem a relevância prática e o impacto real que os projetos e as inovações pedagógicas têm, podem promover uma nova geração de estudantes com carreiras nas áreas onde existe uma crescente procura por técnicos habilitados. Alguns estudos indicam que a introdução de atividades práticas de eletrônica e robótica pode aumentar significativamente o interesse das crianças por carreiras nessas áreas (Ching et al., 2024). O contacto com essas atividades, permite que os alunos vejam a aplicação real de conceitos teóricos, tornando as matérias a aprender mais relevantes e estimulantes. Além disso, a robótica e a eletrônica educacional tem demonstrado ser uma ferramenta eficaz para fomentar o trabalho em equipa e a colaboração entre pares, fatores indispensáveis no ambiente de trabalho atual (Bravo & Páez, 2023).

O domínio das novas tecnologias, especialmente através da habilidade de programar computadores, microcontroladores, ou componentes eletrônicos, permite aos alunos utilizarem essas ferramentas para o desenvolvimento de habilidades e competências ligadas ao raciocínio lógico e matemático (Grover & Pea, 2018; Bocconi et al., 2022). Por acréscimo, contribui para o desenvolvimento do pensamento computacional e estruturado – uma forma de pensamento aplicável universalmente, que envolve atitudes e habilidades como o uso da recursividade, abstração e decomposição na solução de problemas, tanto técnico-científicos quanto do quotidiano (Torres et al., 2023).

Segundo o relatório de 2024 do “Estado da Nação: Educação, Emprego e Competências em Portugal” (FJN-Fundação José Neves, 2024), os jovens com um curso de ensino superior têm cada vez mais oportunidades de trabalho e são mais bem pagos. Deste modo, este trabalho reflete a necessidade de apostar nas metodologias de ensino para melhor atender às expectativas e necessidades dos alunos, preparando-os para um futuro onde a tecnologia desempenhará um papel central em todas as esferas da sua vida. Este artigo procura contribuir para o debate sobre a importância da motivação nas áreas de engenharia, apresentando um trabalho no âmbito de um evento técnico e educacional. Nesta pesquisa, a eletrônica e a robótica móvel foram utilizadas como instrumentos integradores para incentivar crianças do ensino básico a interessarem-se pela área da engenharia eletrotécnica. A abordagem prática e interativa permitiu que os participantes tivessem contato direto com os componentes e princípios fundamentais da eletrotecnia, despertando neles a curiosidade e o entusiasmo pelo ensino. Através de experiências técnicas, as crianças puderam construir circuitos, programar robôs e resolver problemas reais, aplicando conceitos de matemática, física e programação computacional. Este evento prático desenvolveu habilidades essenciais como o raciocínio lógico, a criatividade e a capacidade de trabalhar e comunicar em equipa. Ao promover um ambiente de descoberta e experimentação, a eletrônica e a robótica móvel podem ser ferramentas eficazes para motivar os alunos para o estudo e incentivar futuras carreiras em engenharia eletrotécnica ou outras áreas afins.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. Eletrônica e Robótica Educacional

A eletrônica e a robótica oferecem uma experiência educacional única ao permitir que as crianças manipulem e controlem objetos físicos através da construção e programação de circuitos eletrônicos. Esse processo tangível, onde as tarefas programadas materializam-se em ações concretas, desempenha um papel crucial na construção do conhecimento e da motivação das crianças. Esta área é naturalmente multidisciplinar, abrangendo uma vasta gama de competências e habilidades. Com a utilização da eletrônica e da robótica, os alunos aprendem não só sobre robôs e tecnologia, mas também desenvolvem competências em áreas como matemática, eletrônica, mecânica, inteligência artificial, artes e programação (Magalhães et al., 2021). A título de exemplo, os alunos podem aplicar princípios matemáticos ao calcular distâncias ou ângulos para a navegação de um robô, ou explorar conceitos de eletrônica ao montar circuitos simples para adquirirem sinais de sensores. A inteligência artificial pode também ser introduzida através da programação de comportamentos autónomos para um robô ou para um mecanismo eletrónico. As artes podem ser integradas no design e na estética dos robôs ou equipamentos eletrónicos, enquanto a programação é essencial para controlar as suas ações e interações.

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

Além de ensinar habilidades técnicas e conhecimentos específicos, a eletrônica e a robótica programável promovem o desenvolvimento de competências mais amplas, como resolução de problemas, trabalho em equipa, criatividade e pensamento crítico (Grácio et al., 2023). Essa abordagem enriquece não apenas a experiência educacional, mas também prepara as crianças de hoje para enfrentar os desafios complexos do mundo moderno do futuro, onde a capacidade de integrar e aplicar conhecimentos de diferentes áreas será cada vez mais valorizada e essencial (Yang et al., 2022).

1.2. Linguagens de Programação Visual

A utilização da eletrônica e robótica com fins educacionais, pressupõe a programação de dispositivos que proporcionem a execução de determinadas tarefas. Nesse campo, a introdução de linguagens de programação visual (Visual Programming Language - VLP), tem revolucionado a forma como as crianças e jovens aprendem a programar. Este tipo de linguagem permite criarem programas, manipulando blocos gráficos ou elementos visuais, em vez de utilizarem código complexo. Ao contrário de terem de escrever linhas de texto com código, os aprendizes arrastam e soltam blocos que representam operações e comandos, facilitando a visualização e compreensão do funcionamento do programa. Esta abordagem simplifica o processo de aprendizagem e estimula a criatividade e o pensamento lógico desde uma idade precoce (Resnick et al., 2009). Um exemplo dessas linguagens é o Scratch, lançado pelo MIT Media Lab em 2007. Esta ferramenta tem-se mostrado muito preponderante na educação infantil, promovendo criatividade e entendimento lógico de maneira divertida e envolvente. Além do Scratch, existem muitos outros projetos de grande vulto que adotam o conceito de programação visual por meio de blocos de encaixe. Entre esses projetos destacam-se o Code.org e o Tinkercad, cada um com as suas próprias ferramentas e abordagens para facilitar a aprendizagem de conceitos complexos de maneira intuitiva e acessível.

O Code.org é uma organização sem fins lucrativos que tem como missão ampliar o acesso à ciência da programação nas escolas e aumentar a participação de jovens mulheres de grupos sub-representados. A plataforma oferece uma série de tutoriais interativos e cursos que utilizam a programação visual por blocos, para ensinar conceitos de programação e desenvolvimento de jogos.

O Tinkercad, desenvolvido pela Autodesk, embora seja mais conhecido pelas suas capacidades de modelação 3D, uma vez que permite aos utilizadores criar modelos tridimensionais usando o método de arrastar e soltar, também se tem vindo a destacar como uma plataforma educativa que facilita a criação e programação de sistemas eletrónicos (Mohapatra et al., 2020). A plataforma inclui um ambiente de simulação de circuitos eletrónicos onde os utilizadores podem aprender sobre eletrónica básica e avançada. Utilizando componentes virtuais como LEDs (Light Emitting Diode), sensores, e o microcontrolador Arduino, os utilizadores podem construir e testar circuitos eletrónicos antes de os implementarem no mundo real. O algoritmo do programa é criado utilizando os blocos tipo “puzzle” pré-configurados ou desenvolvidos pelo próprio utilizador. Após a elaboração do programa, o Tinkercad permite gerar e exportar código para o Arduino, proporcionando ao utilizador dar largas à imaginação no sentido de criar e explorar projetos que podem ser usados de forma livre (Open-source).

A conjugação das linguagens de programação visual e de microcontroladores como o Arduino, permite a estudantes e professores explorarem conceitos complexos de maneira prática e intuitiva, o que tem contribuído significativamente para o avanço da educação e do desenvolvimento de projetos inovadores em todo o mundo.

2. MÉTODOS

Neste trabalho foi adotada uma metodologia exploratória e qualitativa, visando aprofundar a relação entre o pensamento estruturado, motivação e influência nos jovens para progressão de estudos nas áreas STEM, resultante da utilização prática da eletrónica e da robótica no ensino básico. A pesquisa foi conduzida por meio de observações práticas, que foram complementadas com a elaboração de questionários e um relatório do evento educacional. É importante ressaltar que os próprios participantes das atividades tiveram um papel fundamental na elaboração deste estudo, contribuindo com as suas percepções e experiências durante o processo.

Foi utilizado o método de observação sistemático para acompanhar e analisar as atividades dos participantes durante o evento. Este método envolve a observação estruturada e contínua dos comportamentos e interações dos participantes, permitindo ao pesquisador recolher dados detalhados sobre o uso de soluções e a abordagem dos problemas. Com esta observação foi possível a identificação de padrões de comportamento, incluindo a manifestação da motivação intrínseca e do pensamento criativo e estruturado. Foram utilizadas grelhas de observação e apontamentos para registar os comportamentos e interações dos participantes nas atividades, proporcionando uma base sólida para a análise dos resultados.

2.1. Motivação Intrínseca

A motivação intrínseca é um elemento essencial no processo educacional, sendo caracterizada pelo desejo que advém do próprio estudante para alcançar resultados em diversas situações. Durante o evento técnico-educacional, observaram-se diversas manifestações de motivação intrínseca entre os participantes. Expressões como “espetacular”, “nós vamos continuar a fazer mais experiências?”, “podemos vir fazer mais circuitos amanhã?”, e “não está a funcionar, mas vamos conseguir!” evidenciam claramente o envolvimento e a determinação dos participantes. Estas e outras expressões utilizadas, demonstram que os participantes estavam muito interessados e entusiasmados com as atividades de eletrónica e robótica, e sobretudo dispostos a superar os desafios propostos, aprendendo por conta própria, sem a necessidade de recompensas.

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

2.2 Pensamento crítico e estruturado

O pensamento crítico e estruturado é um componente fundamental para a resolução eficiente de problemas complexos. Este tipo de pensamento envolve a capacidade de estruturar ideias, dividir tarefas e abordar desafios de maneira sistemática e metódica. Durante o evento, foi possível observar claramente a aplicação desse tipo de pensamento tanto na fase de planificação, como na execução das atividades propostas. Os participantes demonstraram ter a capacidade de dividir os desafios colocados em partes e abordá-los de forma sequencial, sendo assim mais eficazes na sua resolução das tarefas propostas. Frases como “primeiro fazemos isto, depois...” ilustram claramente um padrão de pensamento estruturado. Após definirem uma sequência lógica de passos para alcançarem as tarefas propostas, seguiram a planificação que efetuaram de forma disciplinada, abordando cada etapa conforme previsto. Este método garantiu que todos os aspectos do problema fossem considerados e resolvidos de maneira sistemática, evitando soluções potencialmente ineficazes.

2.3 Influência para progressão de estudos nas áreas STEM

As áreas STEM desempenham um papel fundamental no desenvolvimento tecnológico e económico das sociedades contemporâneas. Assim, é necessário atuar nas escolas praticando um ensino mais dinâmico e envolvente, proporcionado por experiências práticas de robótica e de eletrônica (entre outras), de forma a aumentar significativamente o interesse dos alunos pelas áreas STEM.

A área da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática tem sido foco de numerosos estudos científicos, especialmente no que diz respeito às diferenças de género. Alguns estudos apontam uma série de causas para a disparidade no acesso a estas áreas, com ênfase nos estereótipos de género que afetam a confiança das jovens, acabando por colocar em causa as suas capacidades (Unesco, 2018; Wang et al., 2023). Estes estereótipos tornam-se particularmente evidentes durante a adolescência, um período crítico para a formação de identidade e escolhas académicas, o que se traduz depois na menor representação feminina em cursos universitários e profissões relacionadas com a engenharia eletrotécnica. Sendo que até ao momento, as áreas STEM têm sido dominadas por homens, a integração da robótica e eletrônica desde o ensino básico pode ajudar a quebrar barreiras de género, atraindo mais mulheres para estas disciplinas. Durante o evento, algumas expressões dos participantes, tais como, “... na minha escola vou ter um clube de robótica e eletrônica?” ou, “... quero vir aqui para a universidade estudar robôs”, ou ainda, “eu gostava de vir estudar para aqui, como tu!”, demonstraram que o contato com as experiências práticas nestas áreas influenciam e levam as crianças a pensar no futuro.

2.4 Participantes e Contexto

O presente estudo pretende explorar a utilização da eletrônica e a robótica como incentivo à aprendizagem em alunos de 1º ciclo, mais concretamente em alunos que frequentam o 3º e 4º ano de escolaridade. A amostra foi composta por um grupo de 24 jovens entre os 8 e os 11 anos de idade, de ambos os sexos, que frequentam diferentes escolas do ensino básico. Os participantes são oriundos de famílias que possuem um fácil acesso às tecnologias de informação e comunicação. O modo de seleção da amostra foi proposital em termos dos interesses e objetivos da pesquisa.

A metodologia proposta envolveu a realização de um evento técnico-educativo com duração de três dias, onde os participantes foram divididos em seis equipas de quatro pessoas. O evento decorreu em laboratórios de uma instituição de ensino superior, e cada grupo de participantes foi acompanhado por um monitor (estudante a frequentar um curso superior na área da Engenharia Eletrotécnica). As equipas caracterizaram-se por: duas equipas mistas (ambos os sexos), duas equipas apenas com elementos do sexo masculino e duas equipas apenas com elementos do sexo feminino.

Os monitores agiram como facilitadores, propondo problemas e auxiliando os participantes no desenvolvimento das tarefas. Os participantes, por sua vez, desenvolveram vários projetos que utilizam componentes eletrónicos e programação visual simplificada, dos quais se destacam: Jogo eletrónico “Pedra, Papel ou Tesoura”; Dispositivo de monitorização de luminosidade e humidade para a germinação de plantas; Sirene das forças de segurança e emergência; Jogo Eletrónico “Genius – jogo da memória”; Robô móvel.

As experiências técnicas apresentavam estratégias com diferentes níveis e formas de interação, desde o desenho e simulação dos circuitos na plataforma Tinkercad, à montagem e teste real das mesmas. Os materiais necessários para as atividades foram diversos, tais como: Arduino Uno, protoboard, cabos, servo motor, sensor ultrassónico HC-SR04, Sensor de proximidade por IR Infravermelho (Infrared Proximity Sensor), LDRs (Light Dependent Resistor), LEDs, resistências, motores e aparelhos de medida (multímetros).

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o objetivo de analisar alguns dados dos participantes e apoiar a avaliação dos índices de satisfação e interesse do evento, foram utilizados questionários em dois momentos: questionário de avaliação inicial (pré-evento); questionário de avaliação final (pós-evento). Analisando os resultados dos questionários, observa-se que 91% dos participantes têm computador na sua habitação, sendo que 88% destes têm por hábito utilizar os mesmos apenas ao fim de semana (Figura 1). Constata-se que a grande utilização do computador é para jogar online (predominantemente, os participantes masculinos) e para pesquisar e estudar. Não se observou nenhuma resposta referenciando a utilização do computador na área da eletrônica, robótica e programação.

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

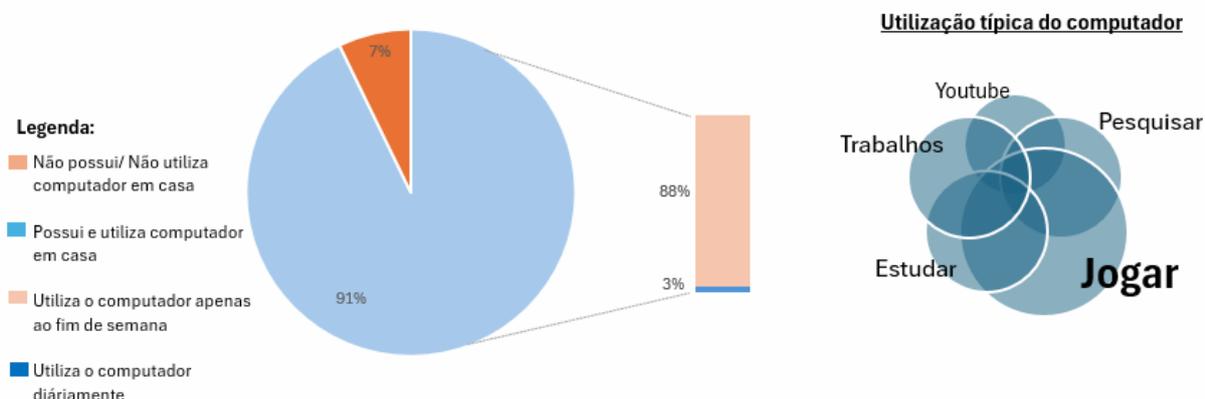


Figura 1 – Resultados obtidos com o questionário de avaliação inicial feito aos participantes

Quando questionados sobre experiências anteriores com robótica ou com eletrônica, 50% dos participantes refere que já teve contato com estas áreas, sendo que foi majoritariamente em visitas de estudo promovidas nas escolas que frequentam, ou na interação com brinquedos em casa. Apurou-se também que os participantes ainda não encaravam até ao momento, os circuitos eletrônicos e os robôs programáveis como ferramentas de aprendizagem, mas sim como brinquedos ou como equipamentos de ajuda ao ser humano (p.ex. robôs de limpeza).

O evento foi iniciado com a apresentação dos laboratórios de engenharia eletrotécnica, tendo sido dada ênfase aos espaços e equipamentos de eletrônica e robótica. Posteriormente, foram apresentados os componentes eletrônicos a utilizar e incutidos conceitos de eletrônica, robótica, Arduino e programação. Os participantes ao verificarem que poderiam utilizar os mesmos espaços, materiais e equipamentos que os estudantes de engenharia eletrotécnica, demonstraram um grande curiosidade e entusiasmo para iniciarem as atividades.

Durante o primeiro dia do evento foram realizados dois projetos, nomeadamente, a construção de uma sirene da polícia e a recreação em versão eletrônica do jogo “Pedra, Papel ou Tesoura”. O primeiro projeto tinha por objetivo programarem o Arduino de forma a colocarem LEDs a piscar alternadamente, reproduzindo assim o efeito luminoso de um veículo de emergência. Esta primeira atividade foi idealizada para ter um grau de dificuldade simples, dado que era o primeiro contato com a eletrônica. Como pode ser observado na Figura 2, o Arduino Uno (versão utilizada em todas os projetos durante o evento) foi programado com uma linguagem simples por blocos. Neste primeiro exercício pretendeu-se que os participantes explorassem a plataforma de desenho e simulação Tinkercad, de forma a encontrarem possíveis soluções para resolução do problema (construção da sirene). Alguns dos grupos conseguiram rapidamente organizar as tarefas passo a passo de modo a efetuarem e realizarem o projeto com sucesso. Verificou-se também o uso de pensamento lógico e organizado aquando da montagem real do projeto.

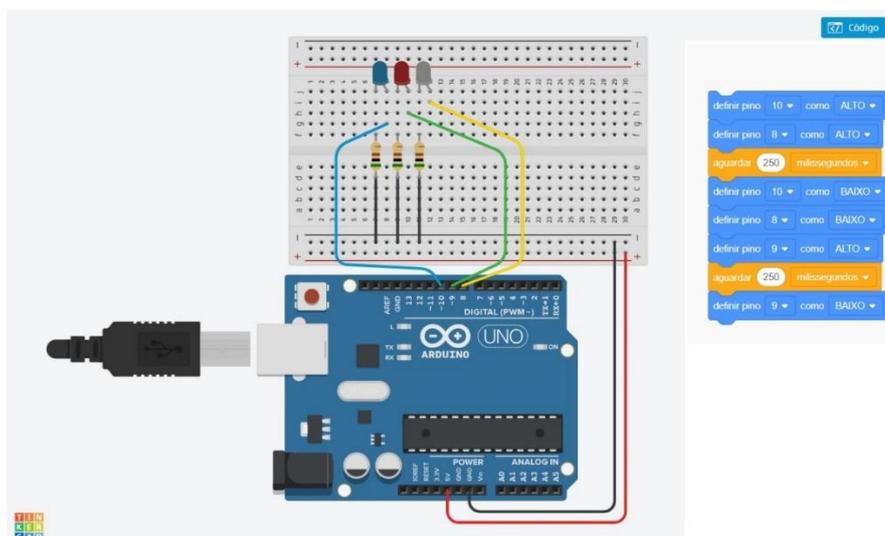


Figura 2 – Desenho e bloco de programação com linguagem por blocos na plataforma Tinkercad – sirene da polícia

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

Ao projeto inicial foi adicionado um buzzer piezoelétrico para que fossem reproduzidos sons referentes a uma viatura de emergência. Os monitores auxiliaram os participantes a programar a emissão dos sons, uma vez que foi necessário utilizar uma função específica para que o buzzer reproduzisse determinadas melodias. A complementação do projeto com sons das forças de autoridade e emergência, e a possibilidade de alterarem a programação da frequência das melodias reproduzidas, aumentou os níveis de interesse e motivação. Neste projeto, os participantes puderam aprender e verificar como é constituída a gama de cores RGB (Red, Green, Blue). A programação do Arduino com diversas frequências de saída para alimentação do atuador piezoelétrico, permitiu explicar conceitos de som audível e não audível, fazendo o paralelismo com sons do quotidiano e de alguns seres vivos (área das ciências e estudo do meio). Foi ainda proposto aos participantes que teriam de idealizar uma forma de ligar e desligar a “sirene de emergência”. Os participantes demonstraram pensamento organizado e lógico quando referiram “... e se colocarmos um botão para ligar e desligar o Arduino” ou “... podemos programar um botão e quando o pressionarmos, o som da buzina desliga”.

Após a primeira atividade mostraram grande interesse e motivação, querendo de imediato passar para a próxima experiência. Expressões como “... conseguimos”, “... funciona” ou “onde podemos comprar para construirmos em casa”, demonstram a motivação intrínseca gerada pela experiência. A construção e programação do circuito, proporcionaram um ambiente prático e dinâmico que incentivou a criatividade e a resolução de problemas. Expressões como as referenciadas mostraram a persistência dos participantes em enfrentar as dificuldades e encontrar soluções, refletindo um forte empenho e determinação.

No segundo projeto realizado, a programação feita no Tinkercad emprega uma função de seleção aleatória, de forma a decidir qual a saída deve ativar, ligando assim um determinado LED em cada jogada (a cada LED corresponde um estado – Pedra, Papel ou Tesoura). Para inicializar a seleção aleatória em cada ronda do jogo, foi utilizado um sensor de distância ultrassónico “HC-SR04”. Desta forma, o Arduino monitoriza o espaço entre a mão do jogador e o projeto, efetuando posteriormente o cálculo da distância, tendo por base a fórmula matemática seguinte (1).

$$\text{Distância (metros)} = \frac{\text{Tempo (segundos)} \times \text{Velocidade do Som (metros por segundo)}}{2} \quad (1)$$

Com esta atividade os participantes foram instigados à aprendizagem e aplicação da forma de cálculo da distância, bem como conceitos de velocidade e de tempo. Posteriormente, para se analisar se os conceitos tinham sido compreendidos, foi proposto aos participantes a resolução do seguinte problema: “se a velocidade do som for de 343 (m/s), e o som demorou 2 segundos a ir e voltar ao sensor, a que distância está a tua mão?”. Todos os participantes resolveram rapidamente e com muito entusiasmo o exercício, solicitando que lhes fossem propostos outros. Ficou patente que estabelecer relações entre conteúdos de aprendizagem e as atividades práticas na área da eletrotecnia, permitem consolidar esses mesmos conteúdos, de forma significativa e efetiva. Nesta experiência foi também possível verificar que os participantes identificaram a utilização deste tipo de sensor no seu dia a dia, quando referem “o carro do meu pai tem isso para estacionar” ou “podia utilizar isso na minha bicicleta para saber se estou muito perto dos muros”.

De uma forma geral, todos os participantes nestas atividades mostraram o uso de pensamento organizado e lógico, aliado a um incremento de motivação durante o decorrer do primeiro dia do evento. Expressões como “podemos ficar até mais tarde, para fazermos mais experiências”, demonstram a motivação para a aprendizagem e um gosto genuíno pelos campos da eletrônica e robótica. Essa curiosidade e dedicação são indicativos de uma motivação intrínseca, onde o desejo de aprender e superar desafios parte de uma paixão pessoal. Foi também possível identificar outros pontos importantes, como a melhoria na comunicação entre pares, incluindo todas as funções associadas à compreensão e expressão da linguagem oral e escrita.

No segundo dia do evento foi proposto aos participantes a construção de um dispositivo que monitoriza a luminosidade e a humidade para proporcionar a germinação de plantas, e um jogo eletrónico de memória (“Genius – jogo da memória”). O primeiro projeto foi designado de “Gato inteligente”, uma vez que, para aumentar o grau de interesse e motivação pela atividade, foi desenhado, fabricado (através de FDM-Fused Deposition Modeling) e, posteriormente, utilizado um vaso com aspeto de gato (Figura 3). Este dispositivo permite monitorizar e informar se o local onde determinadas plantas vão ser colocadas para germinação possui as condições ideais, nomeadamente em termos de luminosidade e de humidade do solo.

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

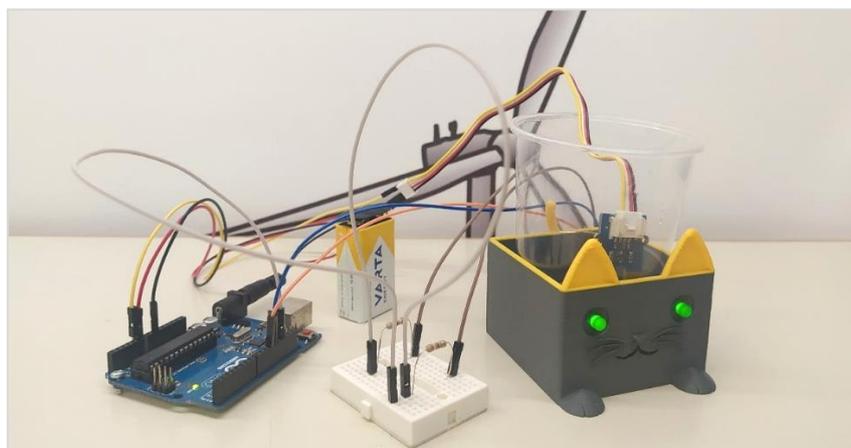


Figura 3 – Projeto “Gato inteligente”

O circuito monitoriza os dois fatores referenciados e por comparação com as condições pré-programadas consideradas como ideais, atua sobre os “olhos do gato – LEDs”, ativando ou desativando os mesmos (sinalização luminosa). O projeto permitiu transmitir aos participantes conceitos como a resistência (com base na LDR) e a condutividade de materiais e objetos (pela utilização do sensor de humidade do solo- soil moisture sensor). Aliado a estes conceitos, os participantes adquiriram conhecimentos sobre tipo de solos, condições de germinação e de identificação de espécies de plantas.

Antes dos participantes iniciarem a segunda atividade do dia, foi efetuada uma breve explicação do que o circuito deveria fazer, na qual se verificou um nível de atenção e interesse muito elevado. O jogo da memória eletrónico é um projeto divertido e colorido, no qual o participante tem de memorizar e replicar uma sequência aleatória de cores. No início do jogo, apenas um LED irá piscar, mas a cada rodada, é adicionada mais uma cor à sequência. Desta forma, é cada vez mais difícil para um jogador memorizar a ordem das cores, desenvolvendo as suas capacidades de memória e concentração. No decorrer desta atividade, verificou-se que a presença de um monitor em cada grupo é crucial para auxiliar a programação de funções com maior grau de complexidade no Arduino. No desenho e montagem do circuito eletrónico não houve qualquer dificuldade por parte dos participantes, mostrando inclusivamente claras manifestações de euforia e orgulho à medida que estas tarefas eram feitas.

Em diversas ocasiões foi possível observar que o conhecimento adquirido no evento foi efetivo, nomeadamente com a utilização de expressões pelos participantes, tais como, “o LED está ao contrário, a perna mais pequena liga no fio preto” ou “temos de medir esta resistência para ver se está certa”. Esta prática sugere o desenvolvimento de um comportamento crítico e cooperativo, onde o objetivo final era construir um jogo que poderiam utilizar. Este projeto foi um dos mais apreciados e motivou os participantes a competirem pela realização de todas as sequências possíveis do jogo, o que se veio a verificar por três participantes.

No final do segundo dia do evento, através das exteriorizações dos participantes, denotou-se um aumento no interesse em áreas STEM, com destaque para as raparigas, que demonstraram grande empenho e rigor na elaboração dos circuitos eletrónicos. De salientar o seu grande espírito competitivo, que se traduziu na rapidez de execução e na elaboração espontânea de slogans e logotipos motivadores referentes aos grupos a que pertenciam (Figura 4). Esta motivação pode ser temporária, fruto das experiências realizadas, contudo é um indicador do caminho a seguir para que no futuro o país possa contar com mais técnicos nestas áreas.



Figura 4 – Slogans motivadores e logotipos elaborados por algumas das participantes

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

No terceiro dia do evento foi proposto aos participantes a construção de um robô móvel. Este deveria ser programado para circular autonomamente num espaço físico da instituição, tendo como referência uma linha traçada no chão. A programação deste projeto foi muito mais exigente, verificando-se uma maior dificuldade em compreender e aplicar certos conceitos abstratos e complexos. Assim, os monitores do evento criaram as partes de programação mais complexa, deixando as restantes para os participantes. A programação foi efetuada em linguagem textual, e como tal, levou a uma menor motivação dos participantes. Denota-se que quando os participantes encaram com dificuldade os conteúdos das atividades, estes não vão potenciar a sua motivação para a aprendizagem, existindo desta forma uma barreira no seu envolvimento com a eletrónica e a robótica. No entanto, esta dificuldade foi compensada pela construção integral do robô, desde a estrutura física ao hardware eletrónico. Os participantes tiveram de montar e efetuar as ligações dos vários componentes elétricos e eletrónicos, tais como o Arduino Uno, sensores de proximidade por Infra-Vermelhos, driver de potência “L298N” para controlo de motores, os motores e o sistema de alimentação em corrente contínua do robô. A possibilidade de criarem o robô do zero despertou ainda mais o interesse dos intervenientes do evento, desmistificando a ideia de que este tipo de projeto é muito complexo e inacessível.

No término das atividades, foi de notar a vontade dos participantes em permanecer no laboratório técnico onde decorreu o evento, fazendo perguntas sobre os circuitos, se poderiam voltar no próximo ano, bem como onde é que os pais poderiam adquirir os componentes para construírem as experiências em casa. Esta manifestação de agrado com o evento ficou patente nas respostas ao questionário (pós-evento), com 100% dos participantes a responderem “que desejam voltar para o próximo ano”. Todos os grupos superaram as expectativas em relação à complexidade dos projetos propostos, sendo que no último dia do evento montaram circuitos com mais de meia dúzia de componentes com funcionamento e grau de dificuldade díspar. Os circuitos de maior complexidade, mas que transmitem movimento, som e/ou luz, foram os eleitos dos participantes (Figura 5).

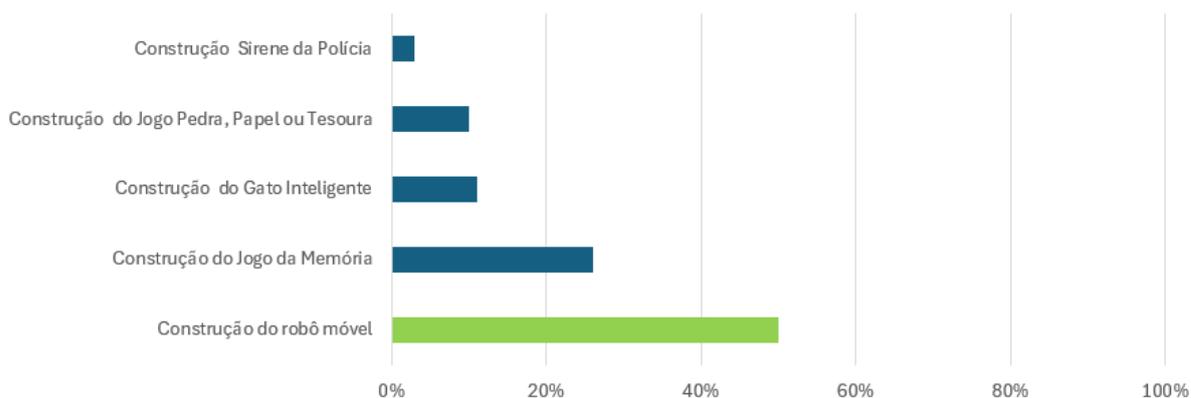


Figura 5 – Preferência das experiências, resultante das respostas dos participantes ao questionário pós-evento

A utilização de componentes físicos para a construção dos projetos, aliada ao desenho em computador foi muito apreciado. Nas respostas ao questionário, 94% dos participantes gostam de desenhar e simular os circuitos no computador e posteriormente, mesmo implicando algum trabalho de montagem, querem ver o seu funcionamento real. Os participantes, mesmo não possuindo grandes conhecimentos de eletrónica e robótica, mostraram uma grande agilidade na montagem prática dos circuitos, seguindo à risca as ligações previamente desenhadas. No entanto, verifica-se que quando o circuito não funciona por algum motivo, ainda não são capazes de solucionar alguns dos problemas, causando alguma frustração. Nestes casos, a intervenção dos monitores foi crucial no sentido de auxiliarem os participantes a colocarem o projeto a funcionar, para manterem os participantes estimulados. No término do evento, numa sessão de encerramento aberta ao público, os participantes apresentaram os projetos construídos, explicando e demonstrando o que aprenderam. Pela forma como estes expuseram os trabalhos elaborados ao público presente, foi possível constatar que se sentiam orgulhosos e o quanto se envolveram nas atividades. De realçar ainda que as atitudes e expectativas dos monitores do evento não só construíram um ambiente positivo e propício à aprendizagem, mas também moldaram as experiências de aprendizagem dos participantes. Em suma, a crença no potencial dos alunos, a criação de um clima positivo em sala, a forma como se apresentam as experiências práticas e se interligam com os conceitos teóricos, podem influenciar significativamente o processo de ensino-aprendizagem.

Verificaram-se algumas adversidades que devem ser tidas em consideração na utilização deste tipo de projetos práticos em eventos ou em aulas do ensino básico, nomeadamente: i) a grande atenção solicitada por parte dos alunos aos monitores/professores; ii) a decepção dos alunos, quando as experiências não funcionam corretamente. Os participantes numa fase inicial, devido à componente prática dos projetos e os materiais serem desconhecidos, tenderam a adotar uma postura menos exploratória, acabando por pedirem muita orientação aos monitores. Entretanto, após um primeiro contato com os materiais e perceberem a dinâmica das experiências, rapidamente a função dos monitores passou a ser de auxílio esporádico e de verificação

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

de funcionamento. Como supramencionado, quando um circuito não funciona como deveria logo após a sua montagem, devido a um mau contato ou ligação incorreta, os participantes tendem a ficar impacientes e decepcionados, sendo muito incisivos nos pedidos de ajuda. Neste evento, sendo que havia um monitor para cada quatro participantes, estes constrangimentos não se fizeram notar significativamente. Porém, num contexto em que exista um único professor a orientar as experiências para uma turma inteira de ensino básico, estes fatores devem ser tidos em consideração, caso contrário, pode levar ao efeito oposto do que se pretende, ou seja, à desmotivação dos alunos para as áreas STEM.

Para avaliar o possível impacto das experiências desenvolvidas na escolha profissional dos participantes quando se tornarem adultos, foi-lhes feita antes e após o evento, a seguinte questão: “O que gostariam de ser quando crescerem?”. As respostas recolhidas nos dois momentos são próprias da pouca idade dos participantes, ou seja, são ambíguas, fantasistas e precoces. Após o evento, foi-lhes também perguntado se “gostariam de estudar eletrônica e robótica”. A maioria dos participantes respondeu favoravelmente a esta última questão, mas não alteram significativamente a sua opinião em relação à sua futura profissão, mantendo-se a profissão de “Jogador de Futebol” e de “Professora” no top das preferências (Figura 6).

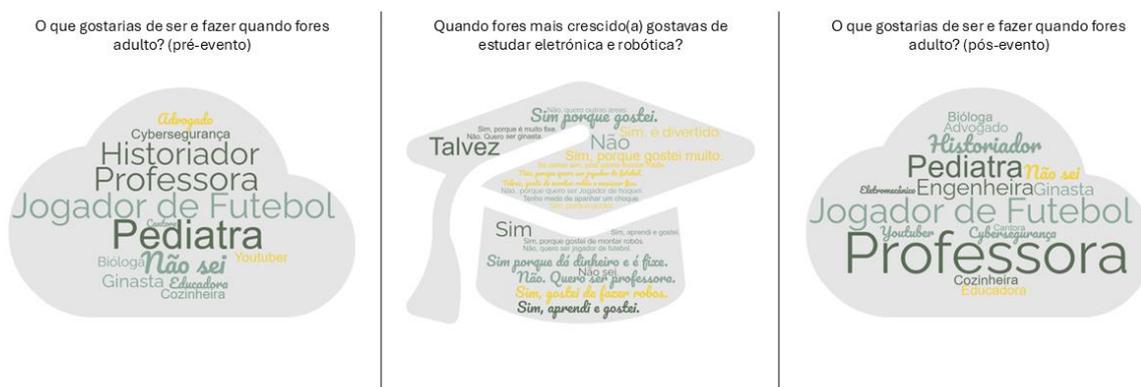


Figura 6 – Respostas dos participantes aos questionários feitos no evento

Para complementar o estudo e avaliar a perceção dos encarregados de educação sobre este tipo de evento, bem como seu impacto e importância na valorização das áreas STEM, foi-lhes solicitado que respondessem a um breve inquérito. Analisando as respostas, verifica-se que todos os encarregados de educação classificam este tipo de evento técnico-educativo, que propõe um contato prático com a eletrônica e robótica, como “Excelente”. Em resposta às questões “Considera que o evento contribuiu para motivar o participante para as áreas STEM?”, “Considera que a eletrônica e robótica educativa no ensino básico podem ser utilizadas como metodologia de aprendizagem e estímulo para carreiras na engenharia?” e “Considera que este tipo de evento pode ajudar a quebrar barreiras de género, atraindo mais estudantes do sexo feminino para as engenharias?”, houve consenso entre os encarregados de educação (Figura 7). De forma unânime, todos concordaram que o evento teve um impacto positivo e significativo, contribuindo para despertar o interesse pelas áreas STEM. Além disso, reconheceram o valor da eletrônica e robótica educativa como ferramentas eficazes no ensino básico, capazes de incentivar futuras carreiras em engenharia. Por fim, destacaram a importância deste tipo de evento na promoção da igualdade de género, acreditando que iniciativas como esta podem efetivamente atrair mais raparigas para áreas tradicionalmente dominadas por homens, como é o caso da engenharia eletrotécnica.

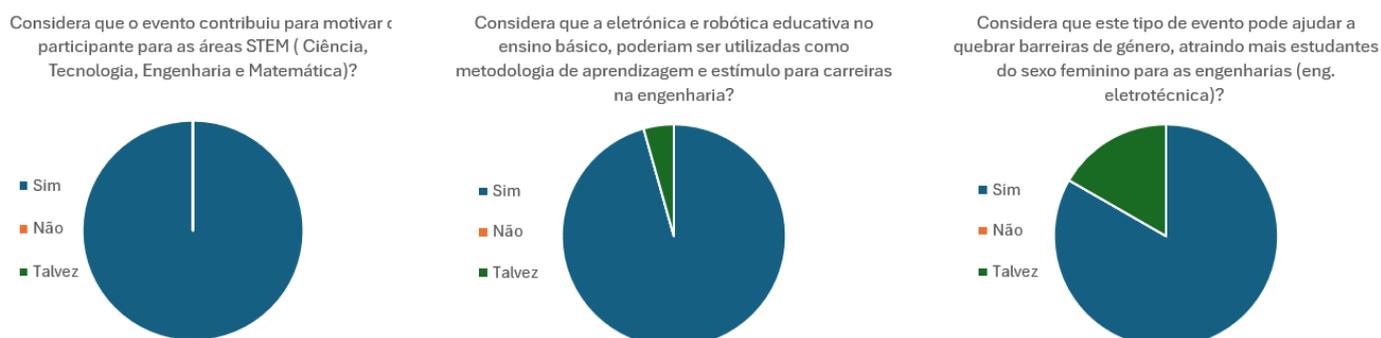


Figura 7 – Respostas dos encarregados de educação ao inquérito feito após o evento

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

Analisando o evento como um todo, verifica-se que para motivar os jovens a interessarem-se pelas engenharias é necessário um trabalho contínuo e de longo prazo, e não apenas em iniciativas pontuais. Este esforço deve incluir a implementação de experiências nas áreas de eletrônica e robótica desde o ensino básico, de maneira incisiva e organizada, de preferência em estreita cooperação com instituições do ensino superior. Dada a tenra idade dos participantes, é possível que as crianças ainda não compreendam plenamente a importância de se envolverem em atividades desse tipo. Contrariamente, os encarregados de educação, com uma visão mais ampla da vida, reconhecem que as atividades desenvolvidas, se aplicadas no ensino básico, podem ter um impacto significativo nas futuras escolhas profissionais dos seus educandos.

CONCLUSÃO

A crescente importância da tecnologia na educação, tem levado à procura e adoção de metodologias inovadoras que facilitem a aprendizagem de conceitos teóricos de forma prática e envolvente. Este estudo oferece uma análise abrangente de como a eletrônica, robótica e a programação de sistemas eletrônicos, podem ser poderosos facilitadores na aquisição de conhecimentos em áreas como Física, Matemática, Ciências e Engenharia (entre outras).

O uso de eletrônica passiva, tecnologias com microcontroladores, simuladores e linguagens de programação por blocos, mostrou ser eficaz na interiorização de conceitos teóricos, uma vez que estes são aplicados e comprovados na prática. Esta abordagem, quando aplicada a longo prazo, facilita a compreensão de matérias teóricas, e aumenta o interesse e curiosidade dos alunos para áreas tecnológicas como a engenharia eletrotécnica.

O trabalho também enfatiza a importância de metodologias educacionais que promovam o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas de forma organizada. Através da eletrônica e da robótica, os estudantes aprenderam a abordar problemas de maneira sistemática, desenvolvendo habilidades cruciais para o seu futuro educacional e porventura profissional. Ficou ainda visível que eventos educacionais como o realizado, em que a tecnologia é utilizada como ferramenta principal e onde exista uma experiência prática positiva, pode levar a uma maior motivação no campo da eletrotécnica para as raparigas. Esta também será uma forma de se promover a igualdade de oportunidades e um ambiente encorajador para aumentar significativamente a participação feminina nas áreas STEM.

Em suma, é possível concluir que a novidade das atividades práticas e a interatividade dos projetos, proporcionaram um ambiente de aprendizagem estimulante, um despertar da criatividade, e um estímulo dos participantes para as engenharias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a colegas e aos estudantes do Instituto Politécnico de Viseu, pelo apoio na concretização do trabalho.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Conceptualização, P.C.; tratamento de dados, P.C.; análise formal, P.C.; investigação, P.C.; metodologia, P.C.; programas, P.C.; supervisão, A.F.; validação, P.C.; redação – preparação do rascunho original, P.C.; redação – revisão e edição, P.C.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não existir conflitos de interesses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baptista, M., & Martins, I. (2019). STEM Approach as a Means for Students' Science Learning. *Acta Scientiae*, 21(6), 98-115. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.5421>
- Baptista, M., & Martins, I. (2023). Effect of a STEM approach on students' cognitive structures about electrical circuits. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00393-5>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampylis, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M. A., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V., & Stupurienė, G. (2022). *Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education*. JRC Publications Repository. <https://doi.org/10.2760/126955>
- Bravo, F. A., & Páez, J. J. (2023). Exploring the Use of Multiagent Systems in Educational Robotics Activities. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(6), 970–982. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3277715>
- Ching, Y.-H., & Hsu, Y.-C. (2024). Educational Robotics for Developing Computational Thinking in Young Learners: A Systematic Review. *TechTrends*, 68(3), 423–434. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00841-1>
- Darling-Hammond, L., Hyster, M., & Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development*. Learning Policy Institute. <https://doi.org/10.54300/122.311>

DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0216.e37503>

- Fundação José Neves (FJN). (2024). *Estado da Nação: Educação, Emprego e Competências em Portugal*. <https://www.joseneves.org/estado-da-nacao/estado-da-nacao-2024>
- Grácio, J. C., Torres, J., Do Rosário Rodrigues, M., Chambel, A., & Figueiredo, M. (2023). Reflections on an educational robotics project in kindergarten and in primary school education. *2023 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SIIE59826.2023.10423703>
- Grover, S., Pea, R. (2018). Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come. *Computer Science Education: Perspectives on teaching and learning*. <http://dx.doi.org/10.5040/9781350057142.ch-003>
- IE-ULisboa – Instituto de educação. (2023). *Educação STEM em Portugal: iniciativas e desafios para o futuro*. <http://www.ie.ulisboa.pt/publicacoes/policy-brief/educacao-stem-em-portugal-iniciativas-e-desafios-para-o-futuro>
- Magalhães, C., Cruz, S. M. A., Bento, M., & Lencastre, J. A. (Maio,2021). Atividades matemáticas com robôs para o desenvolvimento do pensamento computacional em alunos do 1.o Ano do 1.o CEB. <https://hdl.handle.net/1822/74001>
- Marques, J. J. P., & Ramos, V. (2017). Robótica educativa em Portugal – estado da arte. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, (13), 193–197. <https://doi.org/10.17979/reipe.2017.0.13.2738>
- Mohapatra, B. N., Mohapatra, R. K., Jagdhane, V., Ajay, C. A., Sherkar, S. S., & Phadtare, V. S. (2020). Smart Performance of Virtual Simulation Experiments Through Arduino Tinkercad Circuits. *Perspectives in Communication, Embedded-Systems and Signal-Processing - PiCES*, 4(7), 157–160. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4249073>
- Pedro, A., Matos, J. F., Piedade, J., & Dorotea, N. (2017/2018). Probótica – Programação e Robótica no Ensino Básico | Linhas Orientadoras. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. https://erte.dge.mec.pt/sites/default/files/probotica_-_linhas_orientadoras_2017.pdf
- Rahimi, R. A., & Oh, G. S. (2024). Rethinking the role of educators in the 21st century: Navigating globalization, technology, and pandemics. *Journal of Marketing Analytics*, 12(2), 182–197. <https://doi.org/10.1057/s41270-024-00303-4>
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Commun. ACM*, 52(11), 60–67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Torres, J. V., Loureiro, M. J., & Moreira, F. T. (2023). Retrato da promoção do Pensamento Computacional no contexto português: Os projetos à escala nacional, meia década de projetos. *Sensos-e*, 10(2), 38-48. <https://doi.org/10.34630/sensos-e.v10i2.4913>
- Unesco, & Bokova, I.G. (2017) *Cracking the code: girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. Unesdoc Digital Library. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479>
- Wang, N., Tan, A.-L., Zhou, X., Liu, K., Zeng, F., & Xiang, J. (2023). Gender differences in high school students' interest in STEM careers: A multi-group comparison based on structural equation model. *International Journal of STEM Education*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00443-6>
- Yang, W., Ng, D. T. K., & Gao, H. (2022). Robot programming versus block play in early childhood education: Effects on computational thinking, sequencing ability, and self-regulation. *British Journal of Educational Technology*, 53(6), 1817–1841. <https://doi.org/10.1111/bjet.13215>