

**ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ROBÓTICA EDUCATIVA NO CONTEXTO DO PERFIL  
DOS ALUNOS À SAÍDA DA ESCOLARIDADE OBRIGATÓRIA EM PORTUGAL**

INQUIRY-BASED LEARNING AND EDUCATIONAL ROBOTICS IN THE CONTEXT OF THE PROFILE OF  
STUDENTS AT THE END OF COMPULSORY SCHOOLING IN PORTUGAL

ENSEÑANZA BASADA EN LA INVESTIGACIÓN Y ROBÓTICA EDUCATIVA EN EL CONTEXTO DEL  
PERFIL DE LOS ESTUDIANTES AL FINAL DE LA ESCOLARIDAD OBLIGATORIA EN PORTUGAL

**Patrick Rodrigues<sup>1,2</sup>, Thais Calado Reis<sup>3</sup>, Daniela Filipa Ferreira<sup>4</sup>, Mario Reis<sup>5</sup> & Paulo Menezes<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Brasil

<sup>3</sup>Instituto de Emprego e Formação Profissional de Portugal (IEFP), Portugal

<sup>4</sup>Agrupamento de escolas de Ílhavo, Portugal

<sup>5</sup>Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, Brasil

paulo.menezes@ufjf.br

**RESUMO** | As atividades investigativas e a robótica educativa têm sido amplamente apontadas como estratégias promotoras da compreensão conceptual e do desenvolvimento de competências científicas. No entanto, permanece pouco explorada a sua articulação com referenciais curriculares nacionais, como o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO). Este estudo analisa o potencial do ensino por investigação, combinado com a robótica educativa, para promover competências alinhadas com esse referencial. Foram implementadas oito oficinas de programação e robótica com seis alunos do 10.º ano, organizadas segundo uma sequência de ensino investigativa. Os dados foram recolhidos através de questionários (inicial e final) e relatórios dos alunos e da tutora, sendo analisados por meio de análise de conteúdo. Os resultados sugerem o desenvolvimento de competências como resolução de problemas, trabalho colaborativo e pensamento crítico, sugerindo o potencial desta abordagem como estratégia pedagógica alinhada com o PASEO.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividades investigativas, Educação em ciências, Competências, Programação, PASEO.

**ABSTRACT** | Investigative activities and educational robotics have been widely highlighted as strategies that promote conceptual understanding and the development of scientific competencies. However, their articulation with national curricular frameworks, such as the Profile of Students Leaving Compulsory Schooling (PASEO), remains underexplored. This study analyses the potential of inquiry-based teaching, combined with educational robotics, to foster competencies aligned with this framework. Eight programming and robotics workshops were implemented with six 10th-grade students, structured according to an inquiry-based learning sequence. Data were collected through pre- and post-questionnaires, as well as reports produced by students and the tutor, and analyzed using content analysis techniques. The results indicate the development of competencies such as problem-solving, collaborative work, and critical thinking, suggesting the potential of this approach as a pedagogical strategy aligned with the PASEO.

**KEYWORDS:** Inquiry-based activities, Science education, Competencies, Programming, PASEO.

**RESUMEN** | Las actividades investigativas y la robótica educativa han sido ampliamente señaladas como estrategias que favorecen la comprensión conceptual y el desarrollo de competencias científicas. Sin embargo, su articulación con marcos curriculares nacionales, como el Perfil de los Alumnos al Final de la Escolaridad Obligatoria (PASEO), sigue siendo poco explorada. Este estudio analiza el potencial de la enseñanza basada en la investigación, combinada con la robótica educativa, para promover competencias alineadas con dicho referente. Se implementaron ocho talleres de programación y robótica con seis estudiantes de 10.º grado, organizados según una secuencia de enseñanza investigativa. Los datos fueron recogidos mediante cuestionarios (inicial y final) y a través de informes elaborados por los estudiantes y la tutora, y analizados mediante técnicas de análisis de contenido. Los resultados evidencian el desarrollo de competencias como la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico, lo que sugiere el potencial de este enfoque como estrategia pedagógica alineada con el PASEO.

**PALABRAS CLAVE:** Actividades investigativas, Educación científica, Competencias, Programación, PASEO.

## 1. INTRODUÇÃO

Vivemos um período de acelerado desenvolvimento das tecnologias da informação e da comunicação, no qual o conhecimento científico e tecnológico evolui a um ritmo intenso, impondo desafios aos sistemas educativos. Neste contexto, torna-se necessário reformular estratégias pedagógicas que assegurem aprendizagens fundamentais para crianças e jovens do século XXI.

O documento curricular “Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (PASEO), atualmente em vigor no sistema de ensino português (Direção-Geral da Educação [DGE], 2017), apresenta uma matriz comum que reúne princípios, valores e competências a desenvolver, entre as quais se destacam o “Raciocínio e Resolução de Problemas” e o “Saber Científico, Técnico e Tecnológico”, assumidas como competências transversais ao currículo.

No âmbito da educação em ciências, o ensino por investigação (Sasseron, 2015) tem-se afirmado como uma estratégia metodológica relevante para a promoção destas e de outras competências essenciais a uma educação científica crítica e problematizadora. No campo das tecnologias em educação, a robótica educativa tem vindo a ganhar espaço no contexto escolar, funcionando como elemento impulsionador da cultura maker (Milne, 2014) e do movimento Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics (STEAM). Estas abordagens visam preparar os alunos para os desafios contemporâneos, exigindo flexibilidade, proatividade e domínio de múltiplas competências (Lopes et al., 2025; Rocha, 2008).

Estudos de síntese indicam que intervenções com robótica educativa tendem a mobilizar competências associadas ao século XXI — como colaboração, comunicação e resolução de problemas —, oferecendo um enquadramento empírico para a sua articulação com o desenvolvimento de competências previstas no PASEO (Bano et al., 2024).

Além disso, a robótica tem sido discutida como estratégia integradora em abordagens STEM/STEAM, podendo assumir diferentes modelos de ensino em função dos objetivos de aprendizagem e do grau de abertura das tarefas propostas (Zhong et al., 2022). A consolidação da robótica educativa na literatura recente reforça o seu potencial para apoiar práticas pedagógicas ativas e orientadas para a resolução de problemas (Uslu et al., 2023).

Apesar do aumento de estudos que evidenciam o potencial da robótica educativa e do ensino por investigação no desenvolvimento de competências do século XXI, persiste uma lacuna na análise da sua articulação com referenciais curriculares específicos, como o PASEO. Em particular, são escassas as investigações empíricas que exploram o modo como estas abordagens contribuem para o desenvolvimento das competências definidas nos normativos curriculares.

Neste estudo, investigou-se se a associação entre ensino por investigação e robótica educativa pode constituir um recurso pedagógico capaz de promover o desenvolvimento das competências previstas no PASEO. Para tal, foram organizadas e implementadas atividades de ensino por investigação com recurso à programação e à robótica, dirigidas a alunos do 10.º ano de uma escola pública de Aveiro, em Portugal. Parte-se da suposição de que a robótica educativa, integrada numa abordagem investigativa, pode configurar-se como uma estratégia promissora para a criação de ambientes de aprendizagem centrados no diálogo, na formulação de hipóteses e na interdisciplinaridade, promovendo competências alinhadas com o PASEO.

A questão de investigação que orientou o estudo foi: o ensino por investigação associado à robótica educativa pode contribuir para a aquisição das competências previstas no PASEO? Para responder a esta questão, foram definidos três objetivos específicos:

1. Desenvolver e testar estratégias didáticas que combinem o ensino por investigação com a robótica educativa, promovendo um ambiente de aprendizagem interdisciplinar e alinhado com as competências do PASEO.
2. Aplicar as estratégias didáticas desenvolvidas e avaliar os resultados obtidos à luz das orientações e recomendações do PASEO, analisando a adequação das práticas pedagógicas e o seu potencial para fomentar o desenvolvimento das competências pretendidas.
3. Discutir os resultados obtidos, refletindo sobre os impactos das estratégias implementadas e procurando compreender em que medida o ensino por investigação, associado à robótica educativa, pode constituir um recurso relevante para a promoção das competências delineadas no currículo da escolaridade obrigatória em Portugal.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO**

Segundo Freire (2019), a educação problematizadora assenta no diálogo e na participação ativa de educadores e educandos na construção do conhecimento, promovendo uma aprendizagem crítica, reflexiva e participativa. Para concretizar este princípio, é fundamental que o docente privilegie metodologias ativas que favoreçam o diálogo, a reflexão e o pensamento crítico, destacando-se o ensino por investigação.

O ensino por investigação centra-se na participação dos estudantes na construção do conhecimento, promovendo a formulação de hipóteses, a análise de dados e a construção de explicações, sob orientação do professor (Sasseron, 2015; Carvalho, 2013; Strat et al., 2024). Esta abordagem articula-se com a robótica educativa, que possibilita a resolução de problemas em contextos interdisciplinares (Azevêdo et al., 2017), favorecendo o desenvolvimento de competências como trabalho colaborativo, pensamento crítico e autonomia (Santos, 2010; Santos et al., 2013; Moraes Garcia & Soares, 2018). Neste enquadramento, o professor assume o papel de mediador, sendo a robótica educativa um recurso que, pelo seu carácter visual, sensorial e interdisciplinar, se afirma como ferramenta relevante para a integração de práticas investigativas.

No plano metodológico, o ensino por investigação pode ser operacionalizado através de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI), organizada em três etapas: problematização, sistematização e contextualização. Estas etapas envolvem a formulação de hipóteses, a experimentação e a interpretação dos resultados, promovendo a articulação entre o conhecimento científico e o quotidiano dos alunos (Carvalho, 2013).

Nos últimos anos, a robótica educativa tem-se consolidado como um recurso pedagógico relevante, envolvendo os estudantes em atividades práticas de construção e programação de artefactos (Papert, 1980). Esta abordagem facilita a compreensão de conceitos abstratos, promovendo aprendizagens mais significativas através da experimentação (Resnick, 2017), e contribui para o desenvolvimento do pensamento computacional, entendido como uma competência essencial no século XXI (Wing, 2006).

Para além disso, a natureza colaborativa das atividades de robótica favorece o desenvolvimento de competências socioemocionais, como trabalho em equipa, comunicação e resiliência. Revisões recentes reforçam a diversidade de estratégias pedagógicas e práticas de avaliação neste domínio, sublinhando a pertinência de propostas baseadas em projetos e desafios (Rao & Bhagat, 2024).

A robótica educativa assume ainda um papel integrador, ao promover a articulação entre diferentes áreas do conhecimento e favorecer a contextualização dos conteúdos (Valente, 2016). Neste sentido, espera-se que os estudantes desenvolvam uma postura crítica e participativa, capazes de aplicar os conhecimentos em diferentes contextos (Figueiredo, 2022).

Neste trabalho, supõe-se que oficinas de robótica educativa podem ser organizadas segundo uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI). Para exemplificar, considerou-se uma atividade centrada no uso de sensores para orientar o movimento de um robô, estruturada nas seguintes etapas:

**Problematização:** apresentação de um desafio — por exemplo, como fazer o robô desviar-se de um obstáculo — incentivando os alunos à formulação de hipóteses sobre possíveis soluções, quer ao nível da programação, quer na seleção dos componentes.

**Sistematização:** desenvolvimento de estratégias em grupo, com experimentação e ajuste de soluções, envolvendo a programação e a configuração dos kits de robótica, com mediação do professor sempre que necessário.

**Contextualização:** reflexão sobre as soluções encontradas e sua aplicação em contextos do quotidiano, como sistemas automatizados ou veículos autónomos, promovendo a transferência do conhecimento.

Conforme Carvalho (2018), estas etapas não seguem uma única abordagem; a mediação do professor deve assegurar flexibilidade metodológica, permitindo que os alunos construam o conhecimento de forma diferenciada.

### 3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

As competências definidas no PASEO implicam adaptações na prática docente, bem como a adoção de alternativas didáticas que permitam adequar a ação educativa às exigências do perfil de competências dos alunos (DGE, 2017). Neste contexto, o presente trabalho procurou alinhar as atividades propostas com os objetivos definidos nesse referencial. Para tal, foram consideradas oito áreas de competências, apresentadas na Tabela 1, as quais integram um conjunto de conhecimentos, capacidades e atitudes a desenvolver pelos estudantes ao longo da escolaridade obrigatória. Importa referir que as áreas de competências Sensibilidade estética e artística e Consciência e domínio do corpo não foram contempladas nesta proposta.

**Tabela 1 – Áreas de competência e descritores operativos do PASEO considerados no trabalho**

Áreas de Competências	Resumo dos descritores operativos do PASEO
<b>Linguagens e textos (A)</b>	Uso da linguagem verbal e não verbal para expressar ideias em várias áreas e criar diferentes tipos de produtos.
<b>Informação e comunicação (B)</b>	Pesquisar em diferentes fontes, avaliar e validar as informações, compartilhar conceitos em grupos e apresentar ideias e projetos para público presencial ou virtual.
<b>Raciocínio e resolução de problemas (C)</b>	Formular questões de pesquisa e definir estratégias para investigá-las e respondê-las. Generalizar as descobertas e criar modelos para representar situações reais ou hipotéticas.
<b>Pensamento crítico e pensamento criativo (D)</b>	Observar, analisar e debater usando evidências para embasar suas opiniões; conceituar e testar a viabilidade das ideias.
<b>Relacionamento interpessoal (E)</b>	Trabalhar em conjunto e valorizar diferentes pontos de vista. Considerar diferentes perspectivas, construir consensos e resolver problemas de forma pacífica.
<b>Desenvolvimento pessoal e autonomia (F)</b>	Criar, aplicar e avaliar estratégias independentes para alcançar seus objetivos de forma eficaz.
<b>Bem-estar, saúde e ambiente (G)</b>	Perceber o quanto as próprias ações podem impactar sua saúde, bem-estar e o meio ambiente.
<b>Saber científico, técnico e tecnológico (I)</b>	Compreender processos científicos e tecnológicos; utilizar materiais e equipamentos tecnológicos, questionar, buscar informações e aplicar conhecimentos para tomar decisões informadas.

*Nota.* Conteúdo adaptado de Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (DGE, 2017).

Do ponto de vista metodológico, privilegiou-se o ensino por investigação, recorrendo a atividades investigativas com grau 3 de liberdade intelectual. Neste nível, o professor propõe o problema e orienta a discussão das hipóteses, enquanto os alunos assumem um papel ativo na definição e execução das estratégias de resolução, sob supervisão docente (Carvalho, 2018). Assim, as oficinas foram estruturadas segundo uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), utilizando kits de robótica como recurso tecnológico.

### **3.1 Contexto, organização e aplicação das oficinas de robótica**

As oficinas foram realizadas com seis alunos do 10.º ano numa escola pública de Aveiro. A seleção dos participantes foi efetuada pela professora responsável pela disciplina de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), tendo por base a disponibilidade, o entusiasmo pela disciplina e o interesse em participar voluntariamente. As oficinas decorreram presencialmente, sob orientação de uma tutora, em sessões semanais de 50 minutos, totalizando oito encontros entre março e junho de 2022. O período de aplicação das oficinas foi prorrogado por duas semanas devido a eventualidades, como o aniversário da escola e a ausência de alunos por motivo de exames.

Os alunos foram organizados em dois grupos de três, cada um com kits de robótica e dois tablets. As oficinas seguiram a metodologia SEI, dividida em três etapas: problematização, sistematização e contextualização. Cada oficina abordou temas específicos relacionados com

problemas do cotidiano dos alunos, visando uma aprendizagem contextualizada e significativa. A Tabela 2 apresenta a organização das atividades.

**Tabela 2 – Organização das oficinas**

<b>Atividade</b>	<b>Sequência de ensino investigativa (SEI)</b>	<b>Relação com as áreas de competência do PASEO</b>
<b>Apresentação das atividades e início de movimentos com o mRanger (50 min.)</b>	Distribuição do material	Linguagens e textos (A) Informação e Comunicação (B) Bem-estar, saúde e ambiente (G) Pensamento crítico e pensamento criativo (D)
<b>Utilização de Leds e cores (50 min)</b>	Proposição do problema. Levantamento de hipóteses. Resolução do problema. Sistematização do conhecimento. Contextualização do conhecimento	Saber científico, técnico e tecnológico (I) Raciocínio e resolução de problemas (C) Linguagens e textos (A) Informação e Comunicação (B) Bem-estar, saúde e ambiente (G)
<b>1ª sessão de Movimentos com o mRanger (50 min)</b>	Proposição do problema. Levantamento de hipóteses. Resolução do problema.	Saber científico, técnico e tecnológico (I) Raciocínio e resolução de problemas (C) Linguagens e textos (A) Informação e Comunicação (B) Bem-estar, saúde e ambiente (G)
<b>2ª sessão de movimentos com o mRanger (50 min)</b>	Levantamento de hipóteses. Sistematização do conhecimento. Contextualização do conhecimento	Saber científico, técnico e tecnológico (I) Raciocínio e resolução de problemas (C) Linguagens e textos (A) Informação e Comunicação (B) Bem-estar, saúde e ambiente (G)
<b>3ª sessão de movimentos com o mRanger (50 min)</b>	Sistematização do conhecimento. Contextualização do conhecimento.	Saber científico, técnico e tecnológico (I) Raciocínio e resolução de problemas (C) Linguagens e textos (A) Informação e Comunicação (B) Bem-estar, saúde e ambiente (G)
<b>Preparação pelos alunos da apresentação final (50 min)</b>	Sistematização do conhecimento. Contextualização do conhecimento	Saber científico, técnico e tecnológico (I) Raciocínio e resolução de problemas (C) Linguagens e textos (A) Informação e Comunicação (B) Bem-estar, saúde e ambiente (G)
<b>Apresentação final (50 min)</b>	Sistematização do conhecimento. Contextualização do conhecimento.	Saber científico, técnico e tecnológico (I) Raciocínio e resolução de problemas (C) Linguagens e textos (A) Informação e Comunicação (B) Bem-estar, saúde e ambiente (G)
<b>Encerramento (50 min)</b>	Resolução do problema. Levantamento de hipóteses. Sistematização do conhecimento. Contextualização do conhecimento.	Saber científico, técnico e tecnológico (I) Raciocínio e resolução de problemas (C) Linguagens e textos (A) Informação e Comunicação (B) Bem-estar, saúde e ambiente (G)

O planeamento das oficinas baseou-se na experiência dos autores em atividades similares (Rodrigues, 2021), adaptadas ao contexto do estudo e articuladas com os princípios do ensino por investigação. Os kits utilizados (Makeblock mBot Ranger) incluem diferentes componentes e sensores que permitem explorar conceitos de programação e automação.

A programação em Scratch foi utilizada através de blocos visuais, facilitando a compreensão dos conceitos por parte dos alunos. O cronograma das atividades, apresentado na Tabela 3, foi delineado de forma a garantir a integração entre teoria e prática, promovendo uma abordagem interdisciplinar e colaborativa.

**Tabela 3 – Planeamento das atividades**

<b>Atividade</b>	<b>Planeamento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Objetivos</b>
<b>Apresentação das atividades e início de movimentos com o mRanger (50 min)</b>	Preenchimento pelos alunos do 1º questionário. Introduzir o curso de robótica.	Apresentação de seminário, com material expositivo. Scratch: Iniciação à lógica de programação por blocos. Apresentação da interface Roblox. Pré-requisito: Interface Scratch.	Expor as informações básicas primordiais sobre as atividades que serão realizadas. Realizar o primeiro contato com a linguagem de programação e hardware a ser utilizado. Compreender a conexão entre a robótica e o cotidiano.
<b>Utilização de Leds e cores (50 min)</b>	Simular um semáforo de trânsito.	Programação por blocos utilizando scratch e hardware mRanger. Pré-requisito: Lógica de programação em blocos. Introdução com hardware mRanger.	Iniciação à lógica de programação por blocos e controle de LEDs. Relacionar o conteúdo a ser visto com uma situação do cotidiano.
<b>1ª sessão de Movimentos com o mRanger (50 min)</b>	Explorar movimentos em diferentes direções.	Programação por blocos utilizando scratch e hardware Robobloq. Pré-requisito: Lógica de programação em blocos; Introdução com hardware mRanger.	Explorar os comandos de movimento através da programação em blocos.
<b>2ª sessão de movimentos com o mRanger (50 min.)</b>	Simular um quadrado imaginário.	Utilização do scratch e hardware Robobloq. Programação por blocos utilizando scratch.	Consolidar os conceitos de lógica de programação por blocos através de uma situação-problema (quadrado imaginário).
<b>3ª sessão de movimentos com o mRanger (50 min.)</b>	Simular um quadrado imaginário.	Utilização do scratch e hardware Robobloq. Programação por blocos utilizando scratch.	Consolidar os conceitos de lógica de programação por blocos através de uma situação-problema (quadrado imaginário).

<b>Atividade</b>	<b>Planeamento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Objetivos</b>
	Unir utilização de Leds, cores e movimentos.		imaginário).
<b>Preparação pelos alunos da apresentação final (50 min.)</b>	Criar, em conjunto uma apresentação	Discussão sobre os temas e a forma de apresentação;  Criação da apresentação eletrónica colaborativamente.  Pré-definição e preparação dos blocos de código na plataforma Scratch.	Sistematizar os conhecimentos adquiridos.  Trabalhar em equipe na organização de uma apresentação sobre robótica.  Consolidar os conceitos de lógica de programação por blocos.
<b>Apresentação final (50 min.)</b>	Preparar o espaço físico e os materiais de apoio.  Realizar a apresentação final.  Demonstração de movimentos com os kits de robótica.	Testar os recursos (kit de robótica e computadores).  Apresentação pelos alunos do conceito de robótica e programação;  Apresentar os conhecimentos básicos de programação por blocos e movimentos com os kits de robótica.	Compartilhar com os demais colegas de sala os conhecimentos adquiridos nas oficinas.
<b>Encerramento (50 min.)</b>	Preenchimento do questionário final e autoavaliação.	Distribuição dos questionários em formato digital.	Avaliar de maneira crítica a participação das oficinas  Fomentar um momento para debate e feedback acerca do que foi desenvolvido no período de atividades

#### 4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

A avaliação da implementação da prática baseou-se na análise dos relatórios diários elaborados pela tutora e pelos alunos, bem como dos questionários aplicados no início e no final das atividades. O tratamento dos dados seguiu as etapas propostas por Bardin (1977): (i) pré-análise, com leitura flutuante do material recolhido; (ii) exploração do material, através da codificação das unidades de registo e organização em categorias; e (iii) tratamento e interpretação dos resultados. Para assegurar a consistência da análise, procedeu-se à triangulação entre os dados provenientes dos questionários, os registos da tutora e os relatórios produzidos pelos alunos.

O questionário inicial aplicado aos alunos encontrava-se organizado em dois grupos de questões. O primeiro grupo incluía perguntas objetivas destinadas ao levantamento do perfil dos participantes, nomeadamente idade, áreas de interesse e motivação para o estudo. O segundo grupo incidia sobre a integração das tecnologias no ensino, sendo composto por duas questões: “Você acredita que o uso de tecnologias pode tornar as aulas mais interessantes?” e “Você acredita que a oficina de robótica poderá ajudá-lo(a) a compreender os conteúdos de STEAM?”.

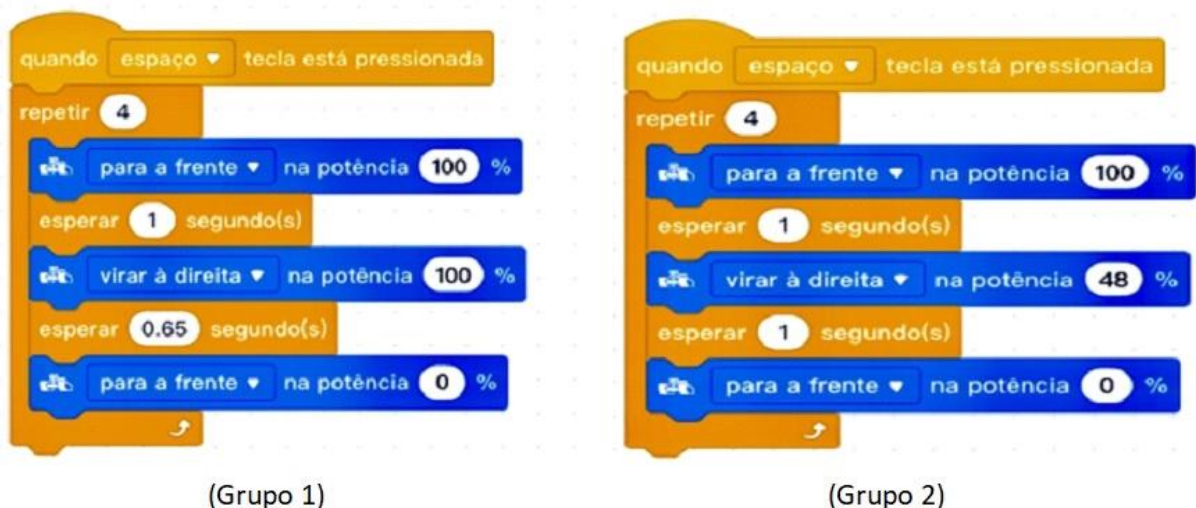
No questionário final, manteve-se a primeira questão, tendo a segunda sido reformulada para: “Durante a sua participação nesta atividade, você sentiu diferença na compreensão dos conteúdos das aulas de STEAM?”. Esta organização procurou recolher, por um lado, informações de caracterização dos participantes e, por outro, indícios sobre as suas percepções relativamente ao potencial pedagógico da oficina.

Os relatórios preenchidos pela tutora estavam orientados por três questões principais: (i) as atividades foram realizadas no tempo previsto?; (ii) os alunos revelaram dificuldades ou formularam perguntas? Quais?; e (iii) outros comentários e observações pertinentes. Já os relatórios elaborados pelos alunos apresentavam um formato mais aberto, permitindo que cada grupo registasse a atividade realizada, os procedimentos adotados, as dificuldades encontradas e as aprendizagens desenvolvidas. Esta diferença entre os dois instrumentos permitiu recolher, de forma complementar, tanto a perspetiva de acompanhamento pedagógico da tutora como a percepção dos próprios alunos acerca do processo vivido.

A partir da análise cruzada destes materiais, emergiram indutivamente três categorias principais: (i) o erro como elemento de aprendizagem; (ii) a interdisciplinaridade como elemento mediador da investigação; e (iii) as conexões entre a proposta metodológica e as competências previstas no PASEO. A primeira categoria inclui episódios em que situações inesperadas ou resultados não previstos originaram impasses, posteriormente interpretados como oportunidades de aprendizagem. A segunda reúne situações em que a resolução dos problemas exigiu a articulação entre diferentes áreas do conhecimento. A terceira corresponde aos momentos em que as atividades evidenciaram o potencial da proposta para favorecer o desenvolvimento de competências contempladas no referencial curricular em análise.

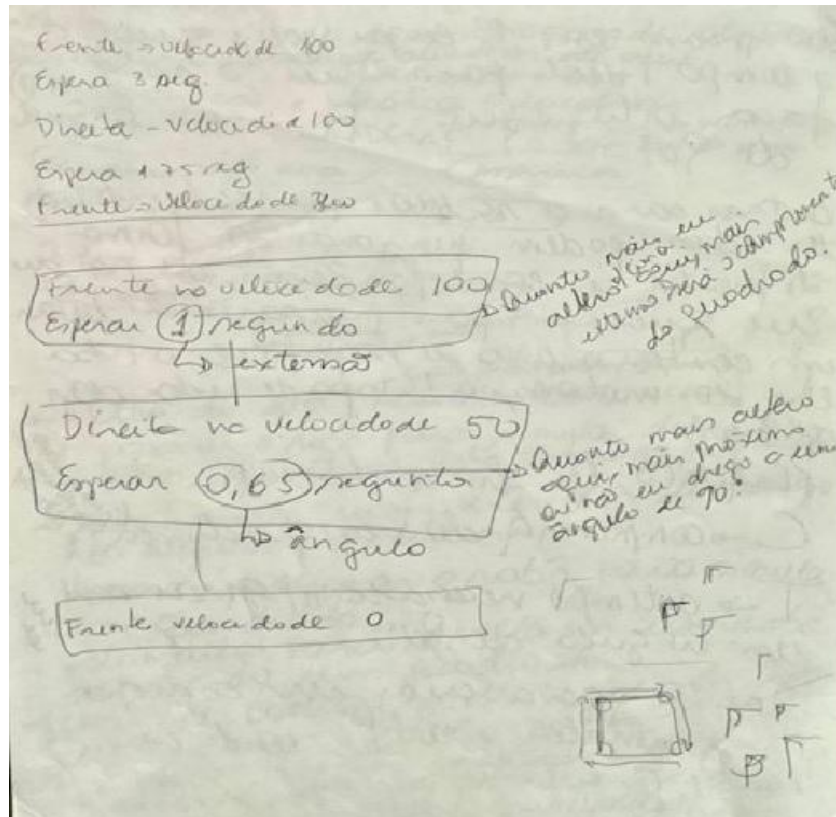
#### 4.1 O erro como elemento de aprendizagem

A atividade 4 (ver Tabela 3) trouxe algum “desconforto” aos estudantes, desafiados a formar um quadrado imaginário com o robô. O movimento não correspondia ao esperado, quer por não se obter o ângulo de 90°, quer por desvios no percurso, gerando impasses. A Figura 1 apresenta os códigos de programação desenvolvidos pelos grupos.



**Figura 1** Códigos de programação criados pelos grupos 1 e 2 para fazer o robô se mover em um quadrado imaginário

Um dos objetivos do ensino por investigação consiste em promover a autonomia dos alunos, incentivando-os a tomar decisões a partir de tentativas e erro. Neste contexto, a tutora interpretou a situação como uma oportunidade de aprendizagem, conduzindo a discussão para além da programação propriamente dita e explorando outros fatores que interferem no comportamento do robô, como o tempo, a velocidade, o tipo de superfície ou o estado dos componentes. Para apoiar este processo, elaborou o esquema apresentado na Figura 2.



**Figura 2** Esquema elaborado pela tutora para ilustrar alguns parâmetros que interferem no movimento do robô

Após a mediação, os alunos passaram a refletir sobre as possíveis causas do problema, formulando hipóteses que orientaram novas tentativas:

Aluno 1: “Precisamos saber qual a velocidade ideal”.

Aluno 3: “Tem a ver com o tipo de piso”

Aluno 4: “Vamos sair do chão e testar em cima da mesa”

Aluno 3: “Vamos testar na entrada da escola. O piso é diferente”.

Aluno 1: “Acho que as pilhas estão fracas”.

Aluno 4: “Tem um parafuso folgado. Será que é isso? Acho que o robô não é perfeito. Ele também falha”.

Estas intervenções evidenciam um processo gradual de construção do conhecimento, no qual os alunos ampliam o seu foco de análise, considerando variáveis inicialmente não previstas. Perante essas indagações, a tutora propôs a realização de novas atividades, incentivando os alunos a revisitar os seus conhecimentos e a testar diferentes soluções. Ficou acordado que, no

encontro seguinte, seria realizada uma corrida de robôs, sendo também sugerida a realização de uma pesquisa sobre cidades inteligentes e veículos autônomos, com o objetivo de contextualizar as limitações observadas.

A sessão seguinte integrou momentos de consolidação conceitual, experimentação prática e apresentação dos resultados da pesquisa. A Figura 3 ilustra as soluções propostas pelos grupos.



Código do Grupo 1

Código do Grupo 2

**Figura 3** Códigos de programação apresentados pelos grupos 1 e 2 para a corrida de robôs

A análise destas atividades — incluindo a simulação do quadrado e a corrida de robôs — evidenciou que o erro, embora inicialmente associado a desconforto, se revelou um elemento estruturante do processo de aprendizagem (Carvalho, 2013). Ao problematizar os insucessos, a tutora promoveu um espaço de diálogo que permitiu aprofundar a compreensão dos conteúdos e explorar aspectos relacionados com o funcionamento dos robôs. Paralelamente, emergiram reflexões sobre situações do cotidiano, como as limitações e a evolução das tecnologias.

Neste sentido, o desconforto associado ao erro pode ser interpretado como resultado da transição de uma lógica de resolução de problemas fechados — nos quais os alunos tendem a procurar respostas únicas — para situações abertas, que exigem a formulação e validação de múltiplas estratégias. Este processo revelou-se fundamental para o desenvolvimento de competências investigativas, ao estimular a problematização, a argumentação e a construção autônoma do conhecimento.

#### **4.2 A interdisciplinaridade como elemento mediador da investigação**

Outro aspecto que emergiu da análise dos relatórios foi a interdisciplinaridade enquanto elemento mediador da investigação. Azevêdo et al. (2017, pp. 2–3) caracterizam a robótica educativa como um “leque de opções interdisciplinares”, por constituir uma ferramenta aplicável a diversas áreas do conhecimento, como engenharia, física, matemática e linguagens. Segundo os autores, esta abordagem promove metodologias dinâmicas que favorecem o trabalho

colaborativo, permitindo que os alunos se expressem, questionem e discutam soluções, mobilizando o pensamento crítico e a pluralidade de estratégias na resolução de problemas.

Na associação entre o ensino por investigação e a robótica educativa, verificou-se, ao longo das oficinas, uma integração efetiva de conhecimentos provenientes de diferentes áreas. Esta articulação contribuiu para diversificar os saberes mobilizados pelos alunos, potenciando uma aprendizagem mais abrangente e significativa. A análise dos relatórios da tutora e dos estudantes permitiu identificar a mobilização de conteúdos de tecnologia, matemática, ciências e ciências sociais, bem como o desenvolvimento de competências de comunicação, evidenciando o carácter interdisciplinar da proposta.

De forma mais concreta, a construção e programação dos robôs envolveram conhecimentos tecnológicos e de engenharia, enquanto a execução das atividades exigiu a aplicação de conceitos matemáticos, como cálculo de distâncias, ângulos e simulação de figuras geométricas. Paralelamente, os alunos foram introduzidos a conteúdos de ciências, explorando conceitos relacionados com velocidade e força. A pesquisa sobre cidades inteligentes e veículos autónomos possibilitou ainda a reflexão sobre questões sociais, éticas e ambientais associadas ao uso da tecnologia. No plano comunicativo, destacou-se a organização de um workshop e a apresentação final das atividades, exigindo capacidades de síntese, organização e expressão oral. A Figura 4 ilustra momentos das apresentações dos alunos para professores e colegas.



(a) Aluno programando o robô



(b) Momento da apresentação

**Figura 4** Momentos da apresentação do workshop para os alunos mais novos

A análise da atividade do quadrado imaginário também evidencia elementos que podem ser associados à interdisciplinaridade. Entre os possíveis fatores que levaram o movimento do robô a não ocorrer conforme o esperado pelos alunos destacam-se: o tipo de material do piso e das rodas, o atrito entre a roda e a superfície, bem como os ângulos estimados para cada deslocamento do robô. Estes aspetos podem servir como estímulo para discussões sobre conceitos de forças, atrito, ângulos e inclinações, conteúdos diretamente relacionados com a física e a matemática. Adicionalmente, podem igualmente suscitar reflexões sobre a razão pela

qual diferentes locais apresentam tipos de piso variados e as implicações dessa diversidade no quotidiano, promovendo debates sobre inclusão e acessibilidade.

### **4.3 Conexões estabelecidas com o PASEO**

Os dados analisados sugerem que as atividades desenvolvidas apresentam potencial para promover diversas competências previstas no PASEO, nomeadamente a formulação de hipóteses, o trabalho colaborativo e a resolução de problemas. Estes resultados sugerem que o ensino por investigação, aliado à robótica educativa, pode constituir uma estratégia relevante para a promoção dessas competências, ao favorecer a discussão de ideias e a construção de novos conhecimentos (Borges, 2002; Carvalho, 2013). No entanto, a evidência recolhida não permite afirmar que todas as competências tenham sido desenvolvidas de forma homogênea entre os participantes, sendo necessário aprofundar esta análise em estudos futuros.

Esta interpretação encontra suporte na literatura recente, que identifica o desenvolvimento de competências transversais — como colaboração, comunicação e resolução de problemas — em contextos de robótica educativa, sobretudo quando estruturados em torno de desafios abertos e orientados para a investigação (Bano et al., 2024; Uslu et al., 2023).

Ao longo das oficinas, observou-se a mobilização de competências como trabalho em equipa, autonomia, raciocínio lógico e pensamento crítico. O carácter investigativo das atividades favoreceu a criação de um ambiente de diálogo entre estudantes e tutora, promovendo a discussão de ideias, a formulação de hipóteses e a cooperação entre os participantes. Conforme Borges (2002), este tipo de contexto constitui um cenário propício ao desenvolvimento de competências investigativas. Adicionalmente, as atividades permitiram aos alunos estabelecer relações entre a lógica de programação e aplicações contemporâneas, como os veículos autónomos, reforçando a relevância dos conteúdos trabalhados.

Embora a proposta se tenha revelado adequada ao nível de ensino dos participantes, reconhece-se a necessidade de aprofundar dimensões relacionadas com a inclusão, nomeadamente no que se refere à adaptação a diferentes perfis de aprendizagem, género e contextos socioculturais. Este aspeto constitui uma limitação do estudo e aponta para a necessidade de investigações futuras que explorem estas dimensões de forma mais sistemática.

## **5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES**

O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO), em Portugal, tem como finalidade orientar a organização do currículo e promover estratégias pedagógicas que assegurem o desenvolvimento de competências consideradas essenciais para a formação de cidadãos críticos e reflexivos. Ao longo deste estudo, procurou-se compreender em que medida a metodologia de ensino por investigação, aliada às atividades de robótica educativa, pode favorecer o desenvolvimento das competências estabelecidas neste referencial. Neste sentido, os princípios do ensino por investigação e da robótica educativa orientaram a análise das práticas desenvolvidas, evidenciando a relevância destas abordagens ativas e inovadoras no contexto educativo.

Os resultados obtidos sugerem que os objetivos do ensino por investigação estiveram presentes ao longo das oficinas, promovendo um espaço de discussão e construção de saberes

entre os estudantes e a tutora responsável. A formulação de hipóteses, o trabalho colaborativo e o estímulo à curiosidade destacaram-se nas atividades desenvolvidas, evidenciando o alinhamento da proposta didática com as orientações do PASEO para a promoção de uma cultura científica com base humanística.

O caráter investigativo das oficinas manifestou-se nas questões formuladas autonomamente pelos alunos, como testar diferentes tipos de piso, verificar a durabilidade das pilhas, ajustar parafusos ou explorar diferentes níveis de velocidade dos kits. Estas iniciativas evidenciam um ambiente de aprendizagem dialógico e favorável à participação ativa. A discussão dos erros constituiu igualmente uma oportunidade relevante de aprendizagem, permitindo aos alunos explorar aspetos relacionados com a programação e a execução dos comandos dos robôs, bem como estabelecer relações com situações do quotidiano.

A interdisciplinaridade destacou-se como uma das potencialidades da estratégia didática adotada. Foram mobilizados conhecimentos de matemática e física (como distâncias e ângulos), temas sociais e ambientais (associados à sustentabilidade e ao impacto das tecnologias) e competências linguísticas (relacionadas com a comunicação nas apresentações). Estes elementos demonstram como a robótica educativa pode contribuir para ultrapassar a fragmentação disciplinar, promovendo uma aprendizagem mais integrada e significativa.

De forma global, os resultados apontam para o potencial das metodologias ativas e inovadoras no contexto escolar, sugerindo contributos relevantes para a formação dos alunos ao término da escolaridade obrigatória. Estes achados estão em consonância com a literatura recente, que destaca a importância do desenho pedagógico, do acompanhamento docente e de práticas de avaliação coerentes para a eficácia de abordagens baseadas em investigação e em robótica educativa (Rao & Bhagat, 2024; Strat et al., 2024).

Contudo, importa salientar algumas limitações do estudo que condicionam a generalização dos resultados. A amostra foi reduzida (seis estudantes), selecionada com base no interesse e na disponibilidade, e as atividades decorreram em contexto extracurricular, o que pode ter contribuído para um viés positivo nos resultados. Neste sentido, recomenda-se que futuras investigações explorem esta abordagem em contextos mais diversificados, com amostras mais amplas e integradas no currículo formal, de modo a aprofundar a compreensão do seu impacto.

Por fim, reforça-se a importância de que a integração de recursos tecnológicos, como a robótica educativa, nas práticas escolares seja sustentada por referenciais teóricos consistentes e por opções metodológicas bem fundamentadas, conferindo maior significado aos processos de ensino e aprendizagem. A utilização destes recursos sem um enquadramento pedagógico sólido pode limitar o seu potencial educativo, reduzindo-os a uma função meramente instrumental. Acresce ainda a necessidade de investimento na formação contínua dos docentes, assegurando o domínio dos princípios do ensino por investigação e das ferramentas tecnológicas utilizadas, condição essencial para a implementação eficaz e contextualizada destas práticas.

## REFERÊNCIAS

- Azevêdo, E. M. S., Francisco, D. J., & Nunes, A. O. (2017). O Avanço das publicações sobre a robótica educacional como possível potencializadora no processo de ensino-aprendizagem: uma revisão sistemática da literatura. *Redin-Revista Educacional Interdisciplinar*, 6(1), 1-11.

- Bano, S., Atif, K., & Mehdi, S. A. (2024). Systematic review: Potential effectiveness of educational robotics for 21st century skills development in young learners. *Education and Information Technologies, 29*, 11135–11153. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12233-2>
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 19*(3), 291-313.
- Carvalho, A. M. P. de. (2018). Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 18*, 765-794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>
- Carvalho, A. M. P. de. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In A. M. P. de Carvalho (Ed.), *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (Vol. 1, pp. 1-19). Cengage Learning.
- Direção-Geral da Educação (DGE). (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. [https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto\\_Autonomia\\_e\\_Flexibilidade/perfil\\_dos\\_alunos.pdf](https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf)
- Figueiredo, D. P. (2022). *A robótica educativa e as crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico* [Dissertação de mestrado, Universidade do Minho].
- Freire, P. (2019). *Pedagogia do oprimido*. Paz e Terra.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas.
- Lopes, R. D., Santana, A. L. M., Venancio, V., Turuça, A., Santos, E. M. F., Ribeiro, L. R., & Ficheman, I. K. (2025). Engenharia começa na educação básica: Inspirações para um futuro inovador. In A. M. Tonini (Org.), *Educação em engenharia no século XXI: Formação e atuação profissional* (pp. 222–256). Editora Alta Performance. <https://doi.org/10.29327/5676828.1-6>
- Maisonette, R. (2002). A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa. In: *Proinfo – Programa Nacional de Informática na Educação*. Paraná.
- Milne, A. P., Riecke, B. E., & Antle, A. N. (2014). Exploring Maker Practice: Common Attitudes, Habits and Skills from the Maker Community. *Studies, 19*(21). <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:154698807>
- Minayo, M. C. D. S. (1994). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Vozes.
- Moraes Garcia, M. C., & Soares, M. H. F. B. (2018). Robótica educacional no nível médio de ensino: o conceito de sistema nervoso central. *Experiências em Ensino de Ciências, 13*(5), 168-188.
- Papert, S. (1980). Personal computing and its impact on education. In R. Taylor (Ed.), *The computer in the school: Tutor, tool, tutee*, (pp. 197-202). Teachers College Press.
- Rao, T. S. S., & Bhagat, K. K. (2024). Computational thinking for the digital age: A systematic review of tools, pedagogical strategies, and assessment practices. *Educational Technology Research and Development, 72*, 1893–1924. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10364-y>
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (1998). *Manual de investigação em ciências sociais*. Gradiva.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT Press.
- Rocha, S. (2008). A inserção dos jovens no mercado de trabalho. *Caderno CRH, 21*(52), 533-550.
- Rodrigues, P.R. (2021). *Reflexões e perspectivas acerca do uso de automação e robótica no ensino de ciências exatas*. (Trabalho de conclusão de curso não publicado). Universidade Federal Fluminense. <https://app.uff.br/riuff/handle/1/23700>
- Santos, M. F. (2010). *A robótica educacional e suas relações com o ludismo: por uma aprendizagem colaborativa*. (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Goiás).
- Santos, T., Pozzebon, E., & Frigo, L. (2013). A utilização da robótica nas disciplinas da educação básica. In *Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense* (pp. 616-623). IFSC. <http://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1165/840>.

- Strat, T. T. S., Henriksen, E. K., & Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based science education in science teacher education: A systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 191–249. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207148>
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 17, 49-67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Uslu, N. A., Yavuz, G. Ö., & Usluel, Y. K. (2023). A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5874–5898. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2023890>
- Valente, J. A. (2016). Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *Revista e-Curriculum*, 14(3), 864-897.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Zhong, B., Liu, X., Xia, L., & Sun, W. (2022). A proposed taxonomy of teaching models in STEM education: Robotics as an example. *SAGE Open*, 12(2). <https://doi.org/10.1177/21582440221099525>