

A ROBÓTICA EDUCATIVA NO ENSINO DA PROGRAMAÇÃO

Geni Gomes, Paula Abrantes

Universidade de Lisboa

gomesgeni@campus.ul.pt; pcabranes@ie.ul.pt

Resumo

29. O presente estudo incide numa intervenção realizada numa escola secundária de Lisboa, ao longo de cinco aulas na disciplina de Linguagens de Programação a alunos do 10.º ano de um Curso Profissional de Técnico de Informática de Gestão. A intervenção contemplou uma estratégia de operacionalização baseada na aprendizagem em problemas com o recurso à robótica educativa. Foram criados quatro problemas para os alunos resolverem com grau crescente de dificuldade, desenhados com base num cenário, onde foi possível abordar os conceitos do módulo: Estruturas de Controlo. A avaliação das aprendizagens dos alunos realizada no decorrer da intervenção foi sobretudo formativa tendo decorrido ao longo das aulas, assumindo um carácter regulador das aprendizagens, em que o feedback e o papel orientador da professora estiveram muito presentes. Foi ainda considerada a autoavaliação e a heteroavaliação dos alunos. A utilização da robótica como ferramenta educativa apontou para algumas evidências na compreensão dos problemas, tendo o robô um papel determinante e reconhecido pelos alunos. Ao longo da intervenção foi possível identificar momentos onde se reconhece que os alunos aprenderam com o erro. O gostar de programar o robô foi associado à participação: na programação do robô; no desenho do fluxograma; e na escrita na solução em C. Também foi associado à percepção de melhorias na escrita da linguagem C. A participação no desenho do fluxograma e na escrita da solução em C foram associadas à percepção de melhorias na programação do robô.

Palavras-chave: robótica educativa, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem pelo erro, programação.

Abstract

30. This study presents and discusses the results of a period of training that took place on a Lisbon secondary school having as basis the outcomes of five classes of the 10th grade on the Computer Programming Languages subject of a computing management technician training course. A problem-based learning approach having as resource the educative robotics was followed. It were designed four different problems for students to solve, with increasing difficulty levels, based in a scenario, where it was possible to bring up the concepts of the Control Structures Learning unit.

31. Formative assessment was used throughout the classes, allowing the adjustment of the learning process. The teacher's role was to guide and provide feedback constantly. Moreover, self and hetero-assessment was also taken into consideration.

32. The use of robotics as a learning tool, allowed the students to better understand the nature of the problems. The role of robots in this process was clearly recognized by the students. During the all assignment it was possible to recognize that the students learned from the mistakes made. There is a correlation between the pleasure of robot programming and the participation: in the robot programming; in the flowchart construction; and in the C language coding. The pleasure of robot programming was also associated with the improvements of

student's C language coding. The participation in the construction of the flowchart and in the C coding was connected to the robot programming improvements.

33.

Keywords: educative robotics; learning by mistake; problem-based learning; computer programming

1. INTRODUÇÃO

Apesar de escassos, estudos realizados no âmbito do ensino da programação evidenciam a necessidade de uma reflexão mais profunda e continuada nesta área. Os autores Gomes e Mendes (2007) afirmam que, muito embora existam uma série de instrumentos que apresentam resultados positivos, continuam a existir problemas que prevalecem no ensino da programação. Segundo Price, Hirst, Johnson, Petre, e Richards (2002, citado por Santos, Fermé & Fernandes, 2009) os métodos de ensino tradicionais, por um lado criam dificuldades ao aluno na compreensão dos problemas, e por outro lado, não lhe permitem reconhecer utilidade. Chella (2002, citado por Santos et al., 2009) refere que, esta não é uma realidade exclusiva dos alunos que revelam problemas de aprendizagem ao longo do seu percurso escolar, e que é visível a dificuldade que os alunos demonstram em aplicar os conhecimentos teóricos em situações reais. Aprender a programar é muito mais do que “mera codificação”, implica que os alunos pensem de forma distinta (Gal-Ezer & Harel, 1998), o que exige um maior esforço, mesmo na resolução de problemas pouco complexos (Santos et al., 2009).

A investigação também indica causas que podem estar na origem das dificuldades sentidas ao nível da programação: i) a ausência de uma estratégia dos professores que abranja todos os alunos (Jenkins, 2002, pp. 53-58, citado por Gomes & Mendes, 2007); ii) a falta ou inadequação de métodos de ensino; da perceção e abordagem dos problemas (Gomes, Henriques & Mendes, 2008); iii) a dificuldade dos alunos em apropriar-se do conhecimento e utilizá-lo na resolução de um novo problema; da falta de persistência dos alunos na resolução dos problemas; iv) a ausência de conhecimento dos alunos a nível da programação, nomeadamente na interpretação das mensagens de erro; e v) a complexidade da sintaxe (Gomes & Mendes, 2007).

Numa tentativa de colmatar estas dificuldades, alguns estudos (Santos et al., 2009) apontam a robótica educativa (RE) como um bom aliado na resolução de alguns dos problemas identificados.

Foi com base nestes estudos que apontam para a utilização da robótica educativa como um incremento no ensino da programação, que foi planeada a intervenção.

Foi considerada uma estratégia de operacionalização baseada na aprendizagem em problemas com o recurso à robótica educativa.

O estudo incidiu sobre a problemática do ensino da programação onde se procurou aferir, num período de cinco aulas de Linguagens de Programação do 10.º ano, de que forma a utilização de robótica i) proporciona a aprendizagem da programação pelo erro; e ii) evidencia no aluno a compreensão dos problemas.

Foram criados quatro problemas para os alunos resolverem com grau crescente de dificuldade, desenhados com base num cenário, onde foi possível abordar os conceitos do módulo: Estruturas de Controlo.

2. ROBÓTICA EDUCATIVA

O interesse na Robótica Educativa (RE) como instrumento de aprendizagem tem vindo a crescer, desempenhando um papel cada vez mais ativo na construção da mesma. O crescimento da oferta de *kits* utilizados na robótica educativa desde o ensino pré-escolar até ao secundário certifica a vantagem na sua utilização, não só nas disciplinas curriculares mas também como forma de desenvolver competências técnicas e científicas dos alunos (Ferreira, Veruggio, Micheli & Operto, 2010). A RE surge como um instrumento educativo com maior incidência no ensino universitário. No entanto, de acordo com Erwin (2000, citado por Ferreira et al., 2010) esta pode ser utilizada desde o jardim-de-infância até ao ensino universitário. Em Portugal este tipo de trabalho tem sido desenvolvido em todos os níveis de ensino desde 2009. A RE pode ser vista segundo Teixeira (2006, citado por Santos et al., 2009) como estando integrada num ensino tradicionalista, em que a robótica faz parte dos conteúdos a ensinar aos alunos, ou construtivista, em que, segundo Chella (2002) a robótica educativa constituída pelo: interface de comunicação entre o robô e o *software*; *software* utilizado para a programação do robô, componentes eletromecânicos; e

materiais de montagem, proporciona um ambiente de trabalho em que o aprendiz pela manipulação e construção do objeto amplia os seus conhecimentos.

Ribeiro, Coutinho e Costa (2009) aponta como pontos fortes a natureza interdisciplinar e multidisciplinariedade do Robô Mindstorms NTX, para além da transdisciplinaridade. Assume-se a transdisciplinariedade como uma forma de se conseguir criar na prática educativa uma relação entre a aprendizagem dos conceitos teóricos e a prática de situações reais (Hamze, s/data).

A RE como alguns autores indicam, pode ser uma forte aliada para motivar adultos e crianças face a um leque de potencialidades, e inúmeros benefícios. Esta ferramenta (Barriuso, Castellano, Cebrián, Garcia, Haro, Herreros, Pérez, Valiente & Vidosa, 2004, citado por Santos et al., 2009) potencia o trabalho colaborativo, fomenta um desenvolvimento cognitivo mais maleável, criando condições para que o aluno seja o agente primário na construção do seu próprio conhecimento. Segundo Papert (1980, citado por Gaspar, 2007) quando os seres humanos são elementos participativos na construção de objetos ou artefactos aos quais atribuem significado, dando-os a conhecer à comunidade, verifica-se uma melhoria na sua aprendizagem. Por outro lado, “o processo de construção externa do objeto é, em paralelo, acompanhado da construção interior do conhecimento sobre o mesmo”.

Para os jovens a manipulação de objetos como os robôs facilita a sua aprendizagem, ao invés da utilização e aplicação de fórmulas e conceitos abstratos. A utilização dos robôs permite aos mais pequenos explorar campos das ciências exatas e engenharia de uma forma divertida. Esta ferramenta mantém vivo o gosto pelas ciências às raparigas que tendencialmente são as maiores visadas na perda de interesse por esta área no secundário, associado ao desenvolvimento de competências manuais e trabalho cooperativo (Ferreira et al., 2010). Segundo Zili (2004, citado por Gaspar, 2007) a RE para além de permitir aos alunos um contacto com a tecnologia presente, contribui para o desenvolvimento de algumas competências, como: “Raciocínio lógico (...) representação e comunicação (...) resolução de problemas por meio de erros e acertos (...) aplicação das teorias formuladas a atividades concreta (...) capacidade crítica”.

Quando se fala em RE na sala de aula é necessário termos em consideração a preparação dos docentes para uso desta ferramenta, nomeadamente que

metodologias de ensino este deverá desenvolver tendo em conta esta nova realidade. Por outro lado é importante desmistificar a ideia da robótica, associada à ficção científica, ou ao seu carácter mais lúdico.

3. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

A aprendizagem baseada em problemas (PBL) posiciona o aluno no centro de todo o processo de ensino, enquanto o professor assume o papel de orientador que supervisiona e facilita o processo de aprendizagem (Kolmos et al. 2007). Esta aprendizagem é realizada através da resolução de problemas, daí a importância do desenvolvimento e análise dos mesmos, pois estes constituem um factor determinante no sucesso. Os problemas devem ser: abertos; baseados num contexto do mundo real; que envolvam os alunos; que possibilitem várias hipóteses; que exijam o esforço da equipa de trabalho na sua resolução; que permitam a construção de novo conhecimento com base em experiências à posterior; que esteja de acordo com os conteúdos programáticos abordados; e por último que promovam o desenvolvimento de competências cognitivas de nível superior (Bloom, 1956, citado por Kolmos et al., 2007). Na PBL, a aprendizagem do aluno é estimulada pela discussão que proporciona o trabalho de pequenos grupos de trabalho, em que este tem a possibilidade de desenvolver competências que o aproximam à sua vida profissional. Nomeadamente, não só através da gestão e coordenação do grupo de trabalho, mas também, como colaborador eficaz de parte integrante de uma equipa de trabalho. Este tipo de aprendizagem encoraja os alunos a identificar as suas necessidades de aprendizagem e a procurar colmatar as mesmas, indo ao encontro de recursos e estudando de forma independente dentro do seu grupo de trabalho (Kolmos et al., 2007).

4. APRENDIZAGEM PELO ERRO

Gramaticalmente, o dicionário de língua portuguesa da Porto Editora (2012) classifica o erro como: “decisão, ato ou resposta incorreta; engano”, em que errar está associado ao ato de “enganar-se em; cometer o erro em; não acertar em”. Assim, o erro possui uma pluralidade de conceitos, que se podem repercutir no processo de aprendizagem, assumindo um carácter determinante na avaliação, fundamentando o sucesso ou insucesso (Nogaro & Granella, 2004). Segundo Esteban (2001, citado por Nogaro &

Granella, 2004) o aluno não pode diferir da “lógica única, de um só saber” deve legitimar “um conjunto de conhecimentos como único”. Em que ao professor cabe o papel de qualificar o resultado de um teste ou “prova” como estando certo ou errado de acordo com “padrões pré-definidos”. Este deve ainda decidir como agir perante o erro, sendo que este pode adotar uma de três linhas orientadoras: i) “empirismo-associacionismo” – o erro não é considerado aceitável e como tal a este está associado uma punição; ii) “romantismo” – o erro que ocorre é resultado de um “acontecimento natural” que é corrigido ao longo do tempo; e “construtivismo” – o erro não se reduz ao resultado, mas sim à descoberta que este permite (Nogaro & Granella, 2004). Fante (2003, citado por Nogaro & Granella, 2004) estabelece uma diferença entre aprendizagem e desenvolvimento. A primeira reporta-se ao conhecimento assimilado que resulta da interação entre um indivíduo e o meio, e pode ocorrer por estímulo ou de forma espontânea. A segunda remete-se ao indivíduo, como corresponsável pela construção do seu conhecimento e alicerces, confinados às suas capacidades e limitações. Para Nogaro e Granella (2004) se para aprender o aluno precisa de estímulos, então devemos proporcionar-lhe experiências que o levem a transpor estágios de desenvolvimento, para que este possa estabelecer relações com grau crescente de complexidade de abstração. Contudo, a questão fundamental “é como transformar o erro em um problema, um diálogo e por fim uma situação de aprendizagem” (Nogaro & Granella, 2004, p.9).

5. METODOLOGIA

Adotou-se uma metodologia de investigação qualitativa com recurso a vários instrumentos de recolha de dados: a gravação de aulas em vídeo; ii) os diários de bordo; iii) os questionários de reflexão; e iv) o questionário de autoavaliação, heteroavaliação e avaliação da formação a fim de concretizar os objetivos de aprendizagem: estruturas de controlo.

Foram criados quatro problemas para os alunos resolverem com grau crescente de dificuldade, desenhados com base num cenário.

5.1 Contexto e caracterização dos participantes

O estudo decorreu ao longo de uma intervenção pedagógica, de cinco aulas de 90 minutos, e teve lugar numa escola secundária no centro da cidade de Lisboa. Os participantes envolvidos neste estudo são alunos de uma turma do 1.º ano do Curso Profissional de Técnico de Informática de Gestão, todos de sexo masculino, com idades compreendidas entre os 14 e os 19. Ao longo do seu percurso escolar, 11 dos 19 alunos já ficaram retidos pelo menos uma vez. A investigação envolveu apenas parte da população, os nove alunos (N=9) do segundo turno da turma e foi feita na disciplina de Linguagens de Programação.

5.2 Apresentação dos instrumentos

Para a recolha de dados foram utilizados: i) a gravação de aulas em vídeo; ii) os diários de bordo; iii) os questionários de reflexão; e iv) o questionário de autoavaliação, heteroavaliação e avaliação da formação.

Para os quatro problemas apresentados ao longo da intervenção os alunos tiveram de preencher o respetivo diário de bordo do qual fazia parte os produtos da resolução do problema: i) um fluxograma antes e/ou depois da programação do robô; ii) a solução em linguagem NXT-G; iii) respostas às perguntas orientadoras; iv) e a sintaxe em linguagem C. A avaliação foi realizada com base nos diários de bordo, que contemplaram: o trabalho realizado pelos alunos; o *feedback* da professora; e as notas de campo. Para permitir fazer uma leitura da resposta ao diário de bordo foi construída uma grelha (ver Quadro 1). Nessa grelha foram contemplados os resultados obtidos pelos alunos na realização do fluxograma, antes e/ou depois de programarem o robô. O fluxograma foi avaliado com base em dois critérios: 1.º - obedece às normas; 2.º - responde ao problema, isto é, representa um algoritmo que dá resposta ao problema. As perguntas orientadoras contemplaram todas as condições de teste ao robô para o problema, que os alunos poderiam utilizar para testar a solução em linguagem NXT-G. A avaliação incidente na linguagem C dava resposta ao problema se a sintaxe da solução estivesse correta. Sempre que foi necessário, a professora fez uma intervenção, dando *feedback* aos alunos por escrito (mail e Dropbox) e/ou na aula. A grelha contemplou ainda, a avaliação das melhorias das soluções (fluxograma,

linguagem C e programação do robô) apresentadas pela equipa após a intervenção da professora.

Quadro 5 – Grelha de avaliação do diário de bordo

Equipa	Grelha de Avaliação - Problema N.º								Intervenção da Professora				
	Fluxograma 1		Fluxograma 2		Perguntas Orientadoras			Linguagem C	Programação do Robô	Fluxograma		Linguagem C	Programação do Robô
	Normas	Responde ao problema	Normas	Responde ao problema	P1	P2	P3	P4	Responde ao problema	Responde ao problema	Normas	Responde ao problema	Responde ao problema

Na primeira aula, não foi criado nenhum diário de bordo. Assim, o questionário individual de reflexão foi realizado online⁴² nas últimas quatro aulas da intervenção. As questões fechadas foram colocadas segundo uma escala ordinal, de resposta obrigatória (ver Quadro 2).

Quadro 6– Escala adotada de Hill e Hill (2009)

1	2	3	4	5
Muito pouco	Pouco	Médio	Muito	Bastante

Questionário de autoavaliação, heteroavaliação e avaliação da formação, foi realizado online⁴³ na última aula, e subdividiu-se em três partes: 1.^a – autoavaliação; 2.^a – heteroavaliação; 3.^a – avaliação dos alunos à intervenção. Na 1.^a e 2.^a parte do questionário foram colocadas questões fechadas, na avaliação à intervenção foram colocadas algumas questões abertas. Previamente ao processo de aplicação dos questionários revelou-se pertinente proceder à sua validação. Pelo que o instrumento foi analisado por três especialistas: um professor da área de investigação na Universidade de Lisboa e duas professoras da área de informática, uma da Universidade de Lisboa e outra de Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Do processo decorrente dessa análise resultaram sugestões pertinentes, as quais foram consideradas: i) ter em atenção o público-alvo; ii) optar por utilizar escalas; iii) ter em atenção ao formato das perguntas; iv) em caso de dúvida, relembrar os objetivos

⁴² Ver mais em

<https://docs.google.com/a/campus.ul.pt/spreadsheet/viewform?formkey=dEFqN1I4UG9oOTB>

⁴³ Ver mais em

https://docs.google.com/a/campus.ul.pt/spreadsheet/viewform?hl=en_US&formkey=dH15bHJ1cWJN VnFDYm9IUWwzaXc2ZFE6MQ#gid=0

principais do questionário. Neste sentido, procedeu-se a algumas alterações atendendo aos objetivos traçados para cada questionário. Sempre que possível, optou-se por colocar perguntas mais direcionadas, fechadas e obrigatórias, obedecendo a linguagem mais informal e pouco complexa. Sendo que para estas questões foi usada sempre a mesma escala (ver Quadro 2).

5.3 Procedimentos de Recolha de Dados

Atendendo ao cariz investigativo deste estudo, em todas as etapas do processo de investigação: i) diagnóstico da turma; ii) intervenção; e iii) escrita do relatório. Houve a preocupação em salvaguardar as questões éticas, garantido o consentimento informado dos seus participantes. Para a sua operacionalização, foram requeridas autorizações junto dos elementos envolvidos neste estudo. Assim, obteve-se o consentimento do Diretor da Escola onde decorreu a intervenção e dos encarregados de educação com o conhecimento da Diretora de Turma. Os alunos que participaram neste estudo foram sempre informados pela professora das suas intenções e dos objetivos deste trabalho.

A recolha de dados incidiu sobre: i) as observações dos registos vídeo de aula; ii) a análise das soluções apresentadas pelos alunos na sala de aula e nos diários de bordo; iii) e respostas aos questionários.

6. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Um dos objetivos deste estudo pretendia investigar se a utilização de robótica proporciona a aprendizagem pelo erro da programação. Dos dados recolhidos, procedeu-se à análise e apresentação dos resultados. Os acontecimentos retratados ao longo da intervenção foram construídos a partir do registo de aulas em vídeo e das notas de campo da professora. A avaliação dos diários de bordo recaiu sobre: i) o conteúdo na Dropbox; ii) registo de aulas em vídeo; iii) notas de campo da professora, em que foram analisados: o fluxograma; o pseudocódigo; a programação do robô e a sintaxe em linguagem C. A análise dos acontecimentos em que é passível de existir a aprendizagem pelo erro ocorreu sobre os mesmos dados, nos diários de bordo e no registo de aulas em vídeo (ver Quadro 3).

Quadro 7 – Aprendizagem pelo erro: registo de aula em vídeo

		Registo de aulas em vídeo																				
Aprendizagem pelo erro		Fluxograma					Pseudocódigo					Programação do robô (linguagem NXT-G)					Sintaxe em linguagem C					
Condição		1.ª Aula	2.ª Aula	3.ª Aula	4.ª Aula	5.ª Aula	1.ª Aula	2.ª Aula	3.ª Aula	4.ª Aula	5.ª Aula	1.ª Aula	2.ª Aula	3.ª Aula	4.ª Aula	5.ª Aula	1.ª Aula	2.ª Aula	3.ª Aula	4.ª Aula	5.ª Aula	
O aluno corrige o erro			▲	▲		▲					●	■			■						★	★

Ao longo da intervenção foi possível encontrar alguns momentos em que se pode anuir que ocorreu a aprendizagem pelo erro: i) ao desenhar o fluxograma; ii) na escrita do pseudocódigo; iii) na programação do robô; e na escrita da sintaxe em linguagem C (ver Quadro 4).

Quadro 8 – Aprendizagem pelo erro: análise do registo de aulas em vídeo

Símbolo	Descrição do acontecimento
▲	Na 2.ª aula a equipa amarela apresenta para o 1.º problema, o desenho do fluxograma, as restantes equipas identificam falhas, a equipa amarela corrige dois dos três erros do fluxograma.
▲	Na 3.ª aula o aluno A05 da equipa verde, é convidado a desenhar o fluxograma para o 1.º problema. A solução apresenta alguns erros, a professora coloca algumas questões que parecem conduzi-lo à descoberta do erro e a sua correção.
▲	Na 5.ª aula a professora discute o desenho do fluxograma para o 2.º problema apresentado pela equipa amarela. A solução apresenta alguns erros, a professora coloca algumas questões que parecem conduzi-los à descoberta do erro e a sua correção.
●	Na 4.ª aula o aluno A02 é convidado a escrever o algoritmo para o 2.º problema, este opta por utilizar pseudocódigo. A solução apresenta um erro, a professora coloca uma questão que parece conduzi-lo à sua descoberta e correção.

II Congresso Internacional TIC e Educação

Na 1.^a aula, os alunos fazem as primeiras experiências com o robô, ao programá-lo este não tem o comportamento desejado. A professora sugere aos alunos que experimentem outras funcionalidades, os alunos conseguem corrigir este comportamento.

Na 4.^a aula, a equipa verde é convidada a apresentar a programação do robô para o 2.^o problema, esta contém alguns erros, a professora coloca algumas questões e revê alguns conceitos com os alunos que parece levá-los à correção do erro.

Na 4.^a aula, a equipa verde apresenta um erro na programação do robô para o 3.^o problema – quando o semáforo está vermelho, não testa o sensor de toque. A professora coloca uma questão, os alunos detetam o erro e corrigem-no.

Na 4.^a aula, um aluno da equipa verde é convidado a escrever a sintaxe em linguagem C para o 2.^o problema, ao longo do processo a professora deteta alguns erros e lança questões, o aluno consegue detetar e corrigir os erros.

Na 4.^a aula, a equipa azul para o 2.^o problema apresenta a sintaxe em linguagem C com dois erros: i) seleção encadeada; ii) teste do ciclo. Os alunos, nessa aula, apenas conseguem detetar o erro na seleção encadeada e corrigem-no.

No questionário de reflexão, ao longo de cinco aulas 64% dos alunos afirmou ter realizado alterações na programação do robô. Estes resultados poderão ter sido resultantes da necessidade dos alunos corrigirem o erro, se considerarmos que todas as equipas apresentaram para cada problema, uma versão final da programação do robô correta, exceto a equipa amarela que não programou o robô para o 4.^o problema, os alunos em dado momento conseguiram corrigir o erro.

Ao longo de quatro aulas em que os alunos tiveram de desenhar um fluxograma, 59% afirmaram ter realizado alterações ao seu fluxograma. Na 2.^a, 3.^a e 5.^a aula são relatados erros que depois são corrigidos pelos alunos.

De acordo com o registo de aula, as equipas: verde, amarela e azul surgem no centro dos debates ao longo da 2.ª, 3.ª, 4.ª e 5.ª aula, no desenho do fluxograma e na escrita da sintaxe da linguagem C. Contudo, na análise dos resultados do questionário de autoavaliação, heteroavaliação e avaliação à intervenção apenas a equipa azul reconhece a importância do debate e das questões que a professora coloca, apesar de se terem relevado determinantes na correção do erro.










Outro dos objetivos deste estudo era investigar se a utilização de robótica evidenciou no aluno a compreensão dos problemas. Para tal, analisaram-se os dados recolhidos no registo de aulas em vídeo, os diários de bordo e os questionários. A análise dos acontecimentos iniciou-se no cruzamento de informação entre os diários de bordo e no registo de aulas em vídeo (ver Quadro 5).

Quadro 9 – Compreensão dos problemas: diários de bordo e registo de aulas em vídeo

Compreensão dos problemas	Diários de bordo e registo de aulas em vídeo															
	Fluxograma				Pseudocódigo				Programação do robô (linguagem NXT-G)				Sintaxe em linguagem C			
Condição	1.º Diário de bordo	2.º Diário de bordo	3.º Diário de bordo	4.º Diário de bordo	1.º Diário de bordo	2.º Diário de bordo	3.º Diário de bordo	4.º Diário de bordo	1.º Diário de bordo	2.º Diário de bordo	3.º Diário de bordo	4.º Diário de bordo	1.º Diário de bordo	2.º Diário de bordo	3.º Diário de bordo	4.º Diário de bordo
O aluno apresentou uma solução correta para o problema	▲▲▲		▲			●			■	■	■	■	★	★	★	

Ao longo da intervenção, na resolução dos problemas foi possível encontrar evidências de que os alunos compreendem os problemas na medida em que estes encontram soluções corretas para: i) o fluxograma; ii) o pseudocódigo; iii) a programação do robô; iv) a sintaxe em linguagem C (ver Quadro 6).

Quadro 10 – Compreensão dos problemas: análise dos diários de bordo e do registo de aulas em vídeo

Símbolo	Descrição do acontecimento
	A equipa azul, na 1.ª aula apresenta uma solução correta do fluxograma para o 1.º problema.
	A equipa vermelha apresenta uma solução correta do fluxograma: i) na 2.ª aula para o 1.º problema; ii) e na 4.ª aula para o 3.º problema.
	A equipa verde, na 2.ª aula apresenta uma solução correta do fluxograma para o 1.º problema.
	A equipa amarela apresenta uma solução correta do fluxograma na 5.ª aula para o 1.º e 3.º problema.
	A equipa verde, na 4.ª aula apresenta uma solução correta em pseudocódigo para o 2.º problema.
	A equipa azul apresenta a programação do robô de forma correta para todos os problemas: i) 2.ª aula – 1.º problema; 3.ª aula – 2.º problema; 4.ª aula – 3.º problema; e 5.ª aula – 4.º problema.
	A equipa azul apresenta a programação do robô de forma correta para todos os problemas: i) 2.ª aula – 1.º problema; 3.ª aula – 2.º problema; 4.ª aula – 3.º problema; e 5.ª aula – 4.º problema.
	A equipa verde apresenta a programação do robô de forma correta para todos os problemas: i) 2.ª aula – 1.º problema; 4.ª aula – 2.º e 3.º problema; e 5.ª aula – 4.º problema.
	A equipa verde apresenta a programação do robô de forma correta para todos três problemas: i) 2.ª aula – 1.º problema; 3.ª aula – 2.º problema; 4.ª aula – 3.º problema.

II Congresso Internacional TIC e Educação



A equipa azul apresenta uma solução correta da sintaxe em linguagem C: i) na 2.ª aula para 1.º problema; ii) e na 3.ª aula para o 2.º problema.



A equipa vermelha apresenta uma solução correta da sintaxe em linguagem C na 3.ª aula para o 2.º problema.



A equipa verde apresenta uma solução correta da sintaxe em linguagem C na 4.ª aula para o 2.º problema.



A equipa amarela apresenta uma solução correta da sintaxe em linguagem C na 5.ª aula para o 2.º problema.

Em resposta ao questionário de reflexão, como fatores determinantes na programação da solução para os problemas na sala de aula, os alunos atribuem 91% à equipa; 82% ao robô; iii) 77% aos recursos disponibilizados pela professora. Na análise dos resultados do questionário de autoavaliação, heteroavaliação e avaliação à intervenção, 66% dos alunos afirma não ter sentido dificuldades (“muito pouco” e “pouco”) em perceber problema e 33% uma dificuldade “média”.

Após este estudo, pareceu pertinente ir além da perspetiva do professor e tentar descobrir qual a perceção dos alunos sobre a utilização da robótica educativa no ensino da programação e repercussões na sua aprendizagem. Nesse sentido, estabeleceu-se uma correlação de Spearman entre algumas variáveis, recolhidas do questionário de autoavaliação, heteroavaliação e avaliação da intervenção (ver Quadro 7). Atendendo que o valor de N é pequeno, isto é, nove alunos, apenas as correlações fortes apresentam-se como estatisticamente significativas. O gostar de programar o robô foi associado à participação: (a) na programação do robô; (b) no desenho do fluxograma; e (c) na escrita na solução em C. Também foi associado à perceção de melhorias na escrita da linguagem C. A participação no desenho do fluxograma e na escrita da solução em C foram associadas à perceção de melhorias na programação do robô.

Quadro 11 – Variáveis consideradas na correlação de Spearman

Questões	Variável
Q1: Gostei de programar utilizando o robô	Gostei
Q2: Participação na programação do robô	part1
Q3: Participação no fluxograma	part2
Q4: Participação na solução em C	part3
Q5: Participação nas respostas às perguntas orientadoras	part4
Q6: Melhorei a desenhar o fluxograma	melh1
Q7: Melhorei a programar o robô	melh2
Q8: Melhorei a escrever a solução em C	melh3
Q9: Melhorei a minha participação	melh4

7. CONCLUSÃO

A análise e discussão dos dados trouxe algumas evidências resultantes da intervenção realizada num período de cinco aulas de Linguagens de Programação do 10.º, que nos remete para o benefício da robótica como uma ferramenta educativa que permite aos alunos uma compreensão dos problemas, ajudando-os ainda a ultrapassar o erro.

A utilização da robótica como ferramenta educativa apontou para algumas evidências na compreensão dos problemas, tendo o robô um papel determinante e reconhecido pelos alunos. Ao longo da intervenção foi possível identificar momentos onde se reconhece que os alunos aprenderam com o erro. O gostar de programar o robô foi associado à participação: na programação do robô; no desenho do fluxograma; e na escrita na solução em C. Também foi associado à percepção de melhorias na escrita da linguagem C. A participação no desenho do fluxograma e na escrita da solução em C foram associadas à percepção de melhorias na programação do robô.

Pode afirmar-se que os resultados exprimem que os alunos aprenderam com o erro, que a utilização da robótica promoveu de alguma forma uma melhor compreensão dos problemas por parte dos alunos e também uma melhor compreensão do conceito de programar.

No final desta intervenção considera-se que o recurso à Robótica Educativa foi adequado e uma mais-valia para o processo de ensino e aprendizagem, com especial ênfase na aprendizagem destes alunos.

Este estudo permitiu ainda levantar outra questão que poderá ser objeto de estudo no futuro: a utilização da robótica educativa no ensino de uma linguagem de programação evidencia no aluno uma melhoria na escrita da sua sintaxe?

REFERÊNCIAS

Chella, M.T. (2002). *Ambiente de Robótica Educacional com Logo*. [On-line]. Retirado de http://www.nied.unicamp.br/~siros/doc/artigo_sbc2002_wie_final.PDF

Ferreira, F., Veruggio, G., Micheli, E., & Operto, F. (2010). *The Proliferation of Educational Robotics*. I Encontro Internacional TIC e Educação, pp. 975-980. [On-line]. Retirado de <http://www.scuoladirobotica.eu/en/Ajax/index.html?cmd2=showFile&file=Ly4uL2ZpbGV6L2l0ZW1zL3BkZi8xOTlucGRm&mime=application/pdf&crc=588e61d62099c104e23d35a335fd209ee4b6d711>.

Gal-Ezer J. & Harel, D. (1998). *What (Else) Should Educators Know?*. [On-line]. Retirado de <http://teacher.tchcvs.tc.edu.tw/mhtsai/essay/what-else.pdf>.

Gaspar, L. (2007). *Os robots nas aulas de informática plataformas e problemas*. Tese Submetida à Universidade da Madeira para a obtenção do grau de mestre em Engenharia informática, Funchal. [On-line]. Retirado de http://dme.uma.pt/projects/droide/portal/Os_robots_nas_aulas_de_Informatica.pdf.

Gomes, A., & Mendes, A. J. (2007). *Learning to program - difficulties and solutions*. International Conference of Engineering Education – ICEE 2007. [On-line]. Retirado de <http://www.ineer.org/Events/ICEE2007/papers/411.pdf>.

Gomes, A., Henriques, J., & Mendes, A. (2008). *Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores*. [On-line]. Retirado de <http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/viewFile/23/16>.

Hamze, A. (s/data). *O princípio da interdisciplinaridade da transversalidade*. [On-line].

Retirado de <http://educador.brasilescola.com/>

Hill, M. M., & Hill, A. (2009). *Investigação por questionário*. Lisboa: Edições Sílabo.

Kolmos, A. , Kuru, S., Hansen, H., Eskil, T., Podesta, L., Fink, F., Graaff, E., Wolff, J. U., & Soyly, A. (2007). *Problem Based Learning*. [On-line] Retirado de http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=tree%20%E2%80%93teaching%20and%20research%20in%20engineering%20in%20europe%20special%20interest%20group%20b5%20%22problem%20based%20and%20project%20oriented%20learning%22&source=web&cd=2&ved=0CCUQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.unifi.it%2Ftree%2Fdl%2Foc%2Fb5.pdf&ei=r9rHTpuvLc_1-gbxz-wP&usg=AFQjCNG7agE_tUdAeo23yW2AT5B-n8aHPw&cad=rja.

Nogaro, A., Granella, E. (2004). *O erro no processo de ensino e aprendizagem*. Revista de Ciências Humanas, 5. [On-line]. Retirado de <http://www.sicoda.fw.uri.br/revistas/cienciashumanas/>.

Porto Editora (2012). *Dicionário de língua portuguesa*. [On-line]. Retirado de <http://www.portoeditora.pt/>.

Ribeiro, C., Coutinho, C., & Costa, M. F. (2009). *Robô Carochinha: Um estudo sobre robótica educativa no ensino básico*. [On-line]. V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, pp. 210-223. Retirado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6516/1/109.pdf>.

Santos, E., Fermé, E., Fernandes, E. (2009). *Droid Virtual: Utilização de Robôs na Aprendizagem colaborativa da programação através da Web*. V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, pp. 263-267.