

ROBOTS NA APRENDIZAGEM DAS STEAM

Sónia Martins¹ & Elsa Fernandes²

¹Centro de Investigação em Educação, Universidade da Madeira, Campus da Penteada, 9020-105 Funchal.

E-mail: soniam@staff.uma.pt.

²Departamento de Matemática, Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia, UMA, Campus da Penteada, 9020-105 Funchal.

E-mail: elsaf@staff.uma.pt.

RESUMO

No campo educacional a sigla STEM refere-se a uma abordagem pedagógica onde, de forma interdisciplinar, os alunos mobilizam saberes das Ciências, das Tecnologias, das Engenharias e da Matemática. Apesar da incerteza que o desafio de envolver os alunos em projetos STEM, onde as tecnologias são recursos estruturantes para a aprendizagem, acarreta, esta metodologia é apontada por vários autores como um possível caminho para a preparação dos alunos de hoje para o mercado de trabalho do amanhã. Contudo, formarmos alunos capazes de assumir riscos ponderados, persistentes na resolução de problemas e que abracem o trabalho colaborativo e a criatividade, parece representar um bom caminho para que futuros profissionais possam lidar com a incerteza que o futuro nos reserva. A inclusão das artes (STEAM) nos referidos projetos é apontada como um meio para que os alunos desenvolvam soluções criativas para os problemas e para que estabeleçam conexões entre o conhecimento científico e as artes e humanidades. Neste trabalho apresentamos um projeto com robots, desenvolvido por crianças do 1.º Ciclo, e discutimos, adotando uma perspetiva situada da aprendizagem, o potencial pedagógico da abordagem STEAM adotada.

INTRODUÇÃO

No campo educacional o acrónimo STEM refere-se a uma abordagem pedagógica onde, de forma interdisciplinar, os alunos mobilizam saberes das Ciências, das Tecnologias, das Engenharias e da Matemática. Esta abordagem foi proposta pela primeira vez no início dos anos 90 pela National Science Foundation nos Estados Unidos da América, como uma abordagem pedagógica a ser implementada no país de forma a capacitar os alunos de conhecimentos e competências consideradas fulcrais para o desenvolvimento de uma sociedade competitiva, quer económica como cientificamente (Koehler, Binns & Bloom, 2016). Relatórios recentes

(NASEM, 2018; European Schoolnet, 2018) ressaltam a crescente demanda por profissionais com conhecimentos e competências ligadas a estas áreas, apontando para a pertinência do seu desenvolvimento em alunos, desde os primeiros anos de escolaridade.

A participação de alunos em projetos STEM, onde as tecnologias são recursos estruturantes para a aprendizagem, é apontado por vários autores como um possível caminho para a preparação dos alunos de hoje para o mercado de trabalho do amanhã. Apesar da incerteza que este desafio acarreta, é consensual afirmar que formar alunos capazes de assumir riscos ponderados, persistentes na resolução de problemas e que abracem o trabalho colaborativo e a criatividade, parece representar um bom caminho para que futuros profissionais possam lidar com a incerteza que o futuro nos reserva. A inclusão das artes nos referidos projetos é apontada como um meio para que os alunos desenvolvam soluções criativas para os problemas e para que estabeleçam conexões entre o conhecimento científico e as artes e humanidades. Esta crescente preocupação tem sido expressa, em termos teóricos, pelo acrónimo STEAM.

Em termos educacionais, a introdução da letra A na abordagem STEM, não se prende unicamente com a inclusão das artes em projetos STEM, sejam elas cinema, dança, literatura, música, pintura, teatro, etc. A abordagem STEAM debruça-se sobre a relevância de se trazer para os projetos STEM componentes ligadas ao processo criativo, à imprevisibilidade, à inovação e ao sentido estético que, regra geral, acompanham os artistas e os *designers*. É nesse sentido que aqui tomamos as Artes no acrónimo STEAM.

Neste artigo discutiremos, à luz de uma perspetiva situada da aprendizagem (Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998), o potencial pedagógico da abordagem STEAM adotada num projeto com robots, desenvolvido por crianças do 1.º Ciclo do Ensino Básico de uma escola da Região Autónoma da Madeira. Primeiramente apresentaremos o referencial teórico que sustenta a investigação, o contexto empírico onde foram recolhidos os dados e as opções metodológicas adotadas. Posteriormente, analisaremos o contributo dos robots para a aprendizagem das STEAM e apontaremos as principais conclusões do estudo, salientando o potencial pedagógico da abordagem pedagógica adotada.

APRENDIZAGEM SITUADA

Tomar a aprendizagem como um fenómeno situado implica considerá-la como parte integrante das práticas nas quais as pessoas estão envolvidas e participam (Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998). Assim, não

fará sentido falar na produção de conhecimento ou no desenvolvimento de uma determinada competência, sem atender às práticas onde esse conhecimento ou essa competência adquire significado.

Imaginemos alguém que pretenda tornar-se cozinheiro. Certamente o conhecimento adquirido se frequentar um curso de culinária não será suficiente para tornar-se um cozinheiro competente. No curso pode ter aprendido a confeccionar alguns pratos e ter experimentado algumas técnicas, no entanto, a aprendizagem do que significa ser um cozinheiro envolverá estar imerso numa prática onde o conhecimento ganhe significado e onde as responsabilidades, exigências, e particularidades dessa identidade sejam negociadas. Nesta perspectiva, aprender significa tornar-se uma pessoa diferente, face às possibilidades dos sistemas de relações com significado que as tarefas, funções e compreensões possibilitam nessa prática (Martins, 2016). Transpor esta ideia para o contexto escolar, com todas as subtilezas que isso acarreta, obriga-nos a uma reflexão sobre as oportunidades oferecidas pela escola para que os alunos participem em práticas nas quais têm oportunidade de negociar o significado do conhecimento que aí se produz.

Colocar o foco na participação dos alunos, no sentido acima descrito, tem amplas implicações para o desenvolvimento de práticas que sustentem a aprendizagem. A perspectiva desenvolvida por Lave e Wenger (1991) suporta a ideia de que a aprendizagem ocorre nos contextos físico e social em que emerge. Deste ponto de vista, aprender significa participar em práticas sociais e negociar significados nessas práticas.

Quando analisamos, à luz dos pressupostos teóricos que aqui se discutem, uma prática escolar com características ditas 'tradicionais', e entenda-se tradicional o contexto em que o professor apresenta aos alunos os conceitos e técnicas que já se encontram reificados (Wenger, 1998) em livros ou no seu próprio discurso, verificamos que os alunos não têm a oportunidade de negociar o significado desses conceitos e procedimentos. O conhecimento é apresentado ao aluno de uma forma 'congelada', pronta a consumir.

A perspectiva situada, sugere que a aprendizagem ocorra através das relações entre as pessoas, conectando o conhecimento prévio com o que de novo se constrói, muitas vezes de uma forma não intencional (Wenger, 1998). Assim, o envolvimento dos alunos em experiências onde podem explorar e resolver problemas mobilizando saberes das mais diversas áreas, certamente será uma questão central quando discutimos o *design* de contextos promotores de aprendizagem.

Segundo Wenger (1998) a aprendizagem é uma questão de engajamento mútuo, dependendo das oportunidades para contribuir ativamente com as práticas que valorizamos e nas quais outros participantes também nos valorizam. Mais concretamente, podemos afirmar que o engajamento apontado por Wenger (1998) refere-se a processos mútuos de negociação de significados e dá-se a partir das histórias de aprendizagem compartilhadas, dos relacionamentos e das interações estabelecidas.

A fim de promover um ambiente de aprendizagem no qual as oportunidades de engajamento sejam sustentadas, Wenger (1998) apresenta um conjunto de diretrizes. Essas diretrizes são avançadas pelo autor referindo-se de uma forma amplificada a qualquer contexto onde se requeira a aprendizagem, independentemente do contexto escolar. Transpondo esses pressupostos para o contexto educacional, enunciámo-los da seguinte forma: 1) Tomar a aprendizagem como um processo de participação, isto é, como um processo de envolvimento de alunos e professores em práticas nas quais o conhecimento se produz e adquire significado; 2) Colocar o ênfase na aprendizagem em vez de no ensino, uma vez que existe muita aprendizagem sem que haja ensino e muito ensino sem que exista aprendizagem. Neste sentido, mostra-se importante encontrar pontos de alavancagem para que se construam oportunidades de aprendizagem oferecidas pela prática; 3) Envolver alunos e professores no *design* da sua prática como um espaço de aprendizagem; 4) Permitir a alunos e professores o acesso aos recursos de que necessitam para exercer a imaginação e negociar as suas conexões com outras práticas, permitindo a projeção de possíveis trajetórias de aprendizagem.

De acordo com a perspectiva situada, as permissas acima enunciadas revelam-se fundamentais para o *design* de experiências promotoras de aprendizagem. Podemos então estabelecer um paralelo entre os pressupostos acima enunciados e uma abordagem STEAM, na qual alunos e professores estão envolvidos em projetos interdisciplinares, onde são negociados saberes das ciências, tecnologias, engenharia (mecânica, física, eletrônica, etc.), artes e matemática.

A abordagem STEAM caracteriza-se pelo trabalho colaborativo de alunos em projetos interdisciplinares, nos quais procuram dar resposta a um problema ou aprofundar o seu conhecimento acerca de uma temática que seja do seu interesse. Nesse processo, mobilizam conteúdos e procedimentos das áreas das STEM e das Artes, fazem um trabalho *hands-on*, desenvolvem competências de trabalho em equipa e dão asas à sua criatividade. Neste sentido, no presente trabalho, tomamos a inclusão das Artes nos projetos STEM, englobando três dimensões: a) a aprendizagem de

conteúdos curriculares das artes; b) o desenvolvimento da dimensão estética e c) o emprego de disciplinas STEM de maneiras que são voltadas para a invenção, inovação e criatividade (Clapp & Jimenez, 2016).

METODOLOGIA

A investigação qualitativa que aqui apresentamos teve a sua génese no Projeto de Investigação DROIDE II - Robots em Educação Matemática e Informática, findo em 2013, cujo principal objetivo visava compreender de que forma o uso dos robots como artefactos mediadores da aprendizagem contribui para que os jovens produzam significado e desenvolvam aprendizagem de tópicos e conceitos matemáticos e informáticos.

No âmbito do projeto DROIDE II foram implementados e analisados vários cenários de aprendizagem (Carroll, 1999) visando a compreensão dos contributos do uso de robots com alunos de diferentes níveis de escolaridade, envolvidos em diferentes contextos de aprendizagem (Fernandes, 2013). Nesta secção apresentaremos o cenário de aprendizagem 'Uma História com Robots', desenhado e implementado no âmbito do projeto de investigação DROIDE II e posteriormente teceremos algumas considerações acerca da metodologia de investigação adotada.

Cenário de Aprendizagem: Uma história com Robots: No projeto que aqui discutimos, 40 alunos de duas turmas do 1.º Ciclo (2.º e 3.º anos de escolaridade) trabalharam em conjunto durante dois anos letivos num projeto com robots. A temática do projeto prendeu-se com a escrita e dramatização de uma história, em que as personagens da história foram robots construídos pelos alunos.

A ideia central do cenário foi apresentada aos alunos, tendo sido dada oportunidade para que estes pudessem intervir na criação do cenário de aprendizagem, possibilitando-lhes fazerem opções, que não foram de importância menor nem para eles nem para o desenvolvimento do projeto.

As sessões de trabalho conjunto do projeto foram realizadas no refeitório da escola e no pátio exterior ao refeitório, onde os alunos experimentavam a programação dos robots. Os alunos trabalharam em grupos, que se foram alterando ao longo da implementação do cenário de aprendizagem, mas que eram sempre formados por alunos de ambas as turmas. Nas sessões estiveram presentes as professoras das áreas curriculares de ambas as turmas, os alunos de ambas as turmas e investigadores do projeto DROIDE II envolvidos na recolha dos dados.

Os alunos utilizaram os robots RCX e NXT da Lego Mindstorms nos quais o ambiente de programação consiste numa aplicação muito intuitiva, que permite programar arrastando blocos de código, constituindo uma ferramenta muito indicada para alunos que não possuam grandes conhecimentos de programação. Neste cenário de aprendizagem, alunos e professoras não possuíam conhecimento prévio dos modelos utilizados, nem possuíam experiência em programar.

Numa primeira fase do projeto os alunos visualizaram o *trailer* do filme de animação Wall-E e expressaram, por meio de desenho e texto, o que para eles era um robot. Posteriormente manipularam construções Lego, sendo algumas robots e outras não. Desta forma procurou-se discutir o que definia um robot, contribuindo para a construção de uma ideia partilhada do que era um robot. Em sessões seguintes os alunos construíram vários robots e atribuíram-lhes características físicas e psicológicas. Posto isto, escolheram quais os robots que seriam as personagens principais da história escrita por eles, estabeleceram as relações de amizade entre diferentes personagens e negociaram o enredo principal.

A escrita da história foi iniciada por um grupo de trabalho. Os restantes iniciaram a programação dos seus robots. A história foi passando pelos vários grupos para a irem completando. Posteriormente os alunos assumiram tarefas distintas: continuaram com a escrita da história ou com a programação livre dos robots. A tarefa de encenar a história não foi concluída nesta fase e os alunos manifestaram muita vontade de continuar com o projeto no ano letivo seguinte.

As sessões iniciaram-se no ano letivo seguinte com uma discussão acerca do trabalho anteriormente realizado. Como forma de encenar a história, os alunos optaram pela produção de um filme e sugeriram que nas aulas de expressão plástica, de cada turma, construíssem a maquete ('chão' das filmagens), os cenários físicos e os adereços necessários para a consecução desta nova tarefa. Os professores de Expressão Plástica das turmas aceitaram o convite e a recolha de dados estendeu-se também a este novo contexto.

Nesta fase do projeto foram estabelecidas novas tarefas e os alunos organizaram-se em diferentes equipas, de acordo com o que consideraram importante desenvolver de modo a produzirem o filme, baseado na história anteriormente escrita. Os alunos decidiram criar as equipas de: realização, montagem, filmagem, som, programação dos NXT, programação dos RCX, vozes e iluminação. Cada aluno escolheu em que equipa(s) queria participar.

Metodologia de Investigação: O cenário de aprendizagem 'Uma História com Robots' serviu de base empírica a uma investigação desenvolvida no projeto DROIDE II – investigação de doutoramento da primeira autora – cujo principal problema prendeu-se com a compreensão dos contributos do uso de robots para a aprendizagem de tópicos e conceitos matemáticos por crianças do 1.º ciclo, quando envolvidos numa metodologia de projeto (Martins, 2016).

Apesar do foco analítico da investigação no âmbito do DROIDE II ter sido a aprendizagem da matemática, atendendo à forma como foi conceptualizada teoricamente a aprendizagem, esta não pôde ser compreendida desligada da aprendizagem de tópicos e conceitos de outras áreas do conhecimento. Assim, findo o projeto de investigação, fomos novamente olhar os dados recolhidos no sentido de compreendermos a aprendizagem dos alunos em outras áreas, nomeadamente nas áreas STEM.

Mais recentemente, a nossa lente analítica tem-se direcionado para a aprendizagem das STEAM, sendo que no presente artigo pretendemos compreender quais os contributos do uso de robots para a aprendizagem das STEAM no cenário de aprendizagem 'Uma História com Robots'.

Atendendo à natureza do problema de investigação e ao fenómeno em estudo – a aprendizagem – a opção metodológica assentou no paradigma interpretativo, tendo sido utilizadas técnicas e métodos qualitativos. Os dados foram recolhidos no local da ocorrência do fenómeno de investigação e a observação participante foi uma estratégia central enquanto fonte de recolha de dados. Contudo, outras fontes foram utilizadas.

As sessões do projeto foram gravadas em áudio e vídeo, privilegiando-se o registo das interações entre os alunos. Foram feitas transcrições dos vídeos e anotações num diário de participação nas sessões. O diário foi elaborado tendo por base tópicos registados no decorrer das sessões, e após cada uma delas foram escritas extensas notas de campo. Foram realizadas entrevistas às professoras envolvidas e a alguns alunos, com o pressuposto de clarificar alguns aspetos da prática que suscitaram dúvidas ou se manifestaram insuficientes aquando da análise. As entrevistas realizadas foram do tipo semiestruturado, conduzidas com base em tópicos específicos a partir dos quais se formularam as questões. Na presente investigação, o entrevistador pôde mudar a ordem das questões preparadas ou introduzir novas questões no decorrer da entrevista e solicitar esclarecimentos ou informação adicional aos entrevistados. Foram ainda considerados os registos de trabalhos escritos dos alunos e as anotações das professoras das turmas envolvidas.

Com base nos dados recolhidos, o processo analítico tem-se pautado pela compreensão dos diferentes níveis de participação dos envolvidos (professoras e alunos), caracterizando o papel dos robots para a aprendizagem de conceitos e procedimentos de diferentes domínios, numa abordagem STEAM.

APRENDIZAGEM DAS STEAM NO CENÁRIO ‘UMA HISTÓRIA COM ROBOTS’

Como já foi referido, na investigação realizada no projeto DROIDE II o nosso foco analítico residiu na compreensão da aprendizagem da matemática e informática, tendo-se concluído que foram vários os conceitos e procedimentos matemáticos e informáticos cujo significado foi negociado no âmbito deste cenário de aprendizagem. Em Martins (2016) a aprendizagem de conceitos específicos da matemática é discutida em profundidade, destacando-se a aprendizagem de conceitos de grandeza e medida, de noções temporais e espaciais, da posição relativa de retas no plano, de noções relacionadas com a disposição retangular, do cálculo de áreas e da escrita de números em diferentes sistemas de numeração. Da análise feita, destacamos o facto de o robot ter estado sempre presente, física e conceptualmente, na negociação destes significados.

As noções temporais e espaciais e a posição relativa de retas no plano, por exemplo, emergiram da necessidade de estipular determinadas trajetórias na programação dos robots. Foi o robot que permitiu aos alunos perceberem e negociar o significado desses conceitos matemáticos, num contexto específico em que precisavam usá-los para a resolução de problemas emergentes na prática, neste caso o desenvolvimento de uma programação eficaz (Fernandes, Lopes & Martins, 2018).



Figura 1. Alunos a discutirem programação dos robots.

Contudo, ao estipularem as trajetórias dos robots, os alunos negociaram outros significados além dos matemáticos. A negociação da noção matemática de intersecção e paralelismo de retas acompanhou a negociação da ideia de velocidade. Com efeito os alunos, ao analisarem e discutirem a trajetória dos robots, consideraram que a melhor forma de garantir que dois robots não se encontrassem seria optar pelo paralelismo das ruas em que estes circulavam. No entanto, concluíram igualmente que, mesmo se deslocando em duas ruas não paralelas, os robots poderiam não se encontrar. Esta questão foi trazida à discussão por um aluno, ao afirmar que, neste caso, bastaria que um dos robots estivesse programado para andar mais rápido que o outro. O conhecimento do efeito da programação do robot no movimento do mesmo foi trazido pelo aluno como suporte à sua argumentação. Desta forma, a noção de velocidade como relação entre a distância percorrida e o tempo, embora de forma muito informal e ainda 'embrionária', foi construída de forma significativa por estes alunos, tendo as trajetórias de robots como uma evidência desse fenómeno (Fernandes & Martins, 2018).

A negociação dos significados acima analisada deu-se nas aulas de expressão plástica quando os alunos projetaram os cenários físicos para as filmagens.

Durante a segunda fase de implementação do cenário de aprendizagem procurámos acompanhar as aulas de expressão plástica, de modo a auxiliar nas tarefas desenvolvidas e também para termos uma melhor perceção da forma como os alunos comunicavam aos professores o entendimento que faziam de como a história ganharia vida através de um filme.



Figura 2. Alunos a trabalharem nas aulas de Expressão Plástica.

Os professores de expressão plástica de ambas as turmas não participavam nas sessões conjuntas do projeto e como tal, não tinham o

conhecimento acerca da história escrita ou dos robots construídos. Assim sendo, os alunos partilhavam com eles o trabalho que estavam a desenvolver no projeto e discutiam os recursos necessários para a produção do filme, tomando por base as decisões tomadas nas sessões conjuntas.

Os professores de expressão plástica de ambas as turmas procuraram articular as expectativas dos alunos com a utilização de materiais, de conteúdos e técnicas específicas do domínio da expressão plástica. Desta forma, a aprendizagem desses elementos emergiu da necessidade que os alunos tiveram em produzir determinados artefactos para o projeto com robots. Este aspeto foi muito importante na sustentação do engajamento dos alunos.

Mas as aprendizagens no domínio da expressão plástica ultrapassaram os conteúdos e procedimentos técnicos, específicos desta área. Nas atividades desenvolvidas neste cenário de aprendizagem as crianças puderam desenvolver a sua sensibilidade, imaginação e sentido estético. Todo o enredo do cenário contribuiu para que as crianças desenvolvessem formas pessoais de expressar o seu mundo e de representar a realidade. Evidência desse facto é a forma como os alunos expressaram qual a sua concepção de robot, na fase inicial do projeto.

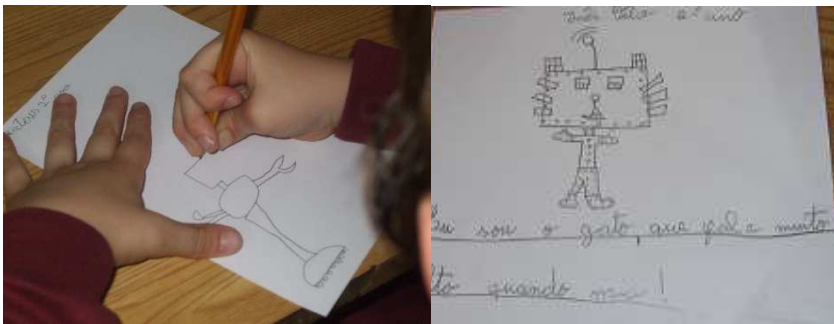


Figura 3. Alunos expressando a sua concepção de robot.

Este momento foi importante pois os alunos expressaram de diferentes formas o que para eles representava um robot e que tipo de características físicas e em termos de personalidade poderiam eventualmente assumir.

A subsequente manipulação de construções Lego, sendo que umas eram robots e outras não, permitiu-lhes encontrar, além das possibilidades por eles criadas, uma ideia partilhada do que era um robot em termos tecnológicos. Analisemos o seguinte episódio:

Investigadora: Todos os grupos têm neste momento, em sua posse, um robot?

Leo: O nosso grupo tem um robot.

Investigadora: Sim? E porque é um robot?

Leo: Tem botões, fios...

Investigadora: E a mota? Ninguém escolheu ficar agora com ela? Não gostaram dela?

Vários alunos: Sim gostámos.

Soa: Mas não acho que seja um robot...

Investigadora: Porquê?

Mat: Não tem nenhum botão, nem fios.

Leo: Há brinquedos que parecem ser robots, mas podem não ser. Não têm botões, nem fios, ... não se mexem sozinhos, pois precisam da nossa ajuda;

Seb: Por exemplo, no nosso, eu poderia pôr aqui um volante e ser eu a pôr os bonecos a subir e a descer, assim não precisava de energia. Mas se eu fizesse isso deixaria de ser um robot;

O diálogo estabelecido com os alunos evidenciou que os atributos por eles imputados a um artefacto representativo de um robot, correspondem ao que é comumente aceite no domínio das Ciências Computacionais. Um aspeto muito salientado foi que, enquanto para algumas construções se movimentarem seria necessário serem eles a impulsioná-las, para outras, bastava premir um botão para que desempenhassem autonomamente determinadas funções, tais como deslocar-se ou emitir um som. Verificamos que para estes alunos o robot foi conceptualizado como uma máquina que possui a capacidade de realizar, de maneira autónoma ou pré-programada, determinadas tarefas. Apesar de ainda não lhes ser perceptível como tal era possível, os alunos manifestaram desde logo interesse em serem eles a “comandar” aquelas construções, em poderem dar-lhes ordens para que elas reagissem aos seus comandos.

A construção dos seus próprios robots permitiu-lhes compreender as suas componentes constitutivas e quais as suas funções. Os alunos analisaram as peças, motores e sensores utilizados nas suas construções e analisaram de que forma esses constituintes permitiam ao robot produzir movimento ou perceber o meio envolvente. Neste sentido apropriaram-

se, ainda que numa dimensão específica para crianças desta idade, da mecânica e eletrónica subjacente às suas construções (Martins, 2017).



Figura 4. Construção e programação dos robots.

Contudo, além da negociação dos significados acima discutidos, a construção dos robots foi um campo rico para que os alunos expressassem a sua criatividade e sentido estético, mas também para que construíssem um sentido de pertença relativamente às atividades subsequentes do projeto.

A forma como dividiram tarefas ao seguir as instruções de montagem, como escolheram os adereços a colocar nos robots – antenas, patitas, olhinhos, ... – os seus nomes, ou as características em termos de personalidade dos robots, resultaram da tomada de opções conjuntas, negociadas no seio de cada grupo de trabalho.

Analisando o trabalho realizado nos diferentes grupos de trabalho, verificamos que os robots foram construídos daquela forma e com aquelas características porque os alunos assim o negociaram. Os robots assumiram essas características porque os alunos assim o entenderam. Foram o resultado de um processo que deu forma à experiência vivida, produzindo objetos que congelaram essa experiência numa ‘coisa’ – o robot. Isto é assumiam-se como reificações desta prática (Wenger, 1998). As características atribuídas aos robots (em termos físicos e em termos de personalidade na criação de uma personagem) representam de acordo com Fernandes (2013) a personificação do robot e “(...) ajudam os alunos a encontrar motivos para se envolverem na sua aprendizagem” (p. 159).

Na discussão aqui apresentada são evidentes os contributos do uso de robots para a aprendizagem de diversos conceitos ligados a diferentes domínios, numa abordagem STEAM. Com efeito, as atividades desenvolvidas permitiram aos alunos negociar significados de diferentes

áreas, num contexto em que esses conceitos adquiriram significado fruto das ações desempenhadas e dos problemas emergentes da prática. Contudo, será importante em termos analíticos atender às características do *design* do cenário de aprendizagem que potenciaram essas aprendizagens.

Tendo sido tomada uma visão da aprendizagem como um fenómeno situado e construído socialmente, implicou adotar um *design* do cenário onde foram proporcionadas oportunidades para que os envolvidos pudessem articular as suas expectativas e se envolver em ações nas quais os significados foram negociados. Neste sentido, a formação de grupos de trabalho heterogéneos, com alunos de ambas as turmas, o posicionamento das professoras e investigadoras, a negociação nas decisões e o sentido de responsabilidade e responsabilização como motores impulsionadores das tarefas desenvolvidas foram, sem dúvida, aspetos que moldaram a aprendizagem dos alunos nesta prática (Martins & Fernandes, 2015a, 2015b).

A interdisciplinaridade foi uma componente muito forte neste cenário de aprendizagem. Este não foi um projeto conjunto especificamente ligado à Matemática, à Língua Portuguesa, às Artes, à Informática ou a outra qualquer área disciplinar. O cenário de aprendizagem correspondia essencialmente a um projeto com robots, “(...) onde os conteúdos de diferentes áreas do saber emergiam, sendo que os seus significados foram negociados nesta prática conjunta” (Martins & Fernandes, 2015c, p. 6).

CONSIDERAÇÕES GERAIS

As sociedades atuais apelam ao valor de redes de colaboração criativa, onde especialistas de diferentes áreas trabalham cooperativamente no desenvolvimento de produtos e soluções economicamente e sustentavelmente rentáveis. Neste sentido, não bastará aos nossos alunos, profissionais de um futuro não distante, terem memorizado um conjunto de factos científicos. O desenvolvimento de competências ligadas à comunicação, colaboração, criatividade e invenção serão fundamentais para as crianças estejam futuramente aptas a enfrentar os desafios laborais emergentes (Golinkoff & Hirsh-Pasek, 2016).

Atender aos pressupostos de uma visão situada da aprendizagem, contribuiu para o *design* de um cenário de aprendizagem que se caracterizou pelo enfoque dado à exploração de novas formas de ser e de atuar, que transcenderam e transformaram a prática escolar dos envolvidos. No cenário de aprendizagem ‘Uma história com Robots’ cada um teve a sua

voz, deixou a sua marca no resultado produzido e o conhecimento não foi entendido como individual, mas sim como algo partilhado no coletivo.

Um aspeto que nos parece ser importante ressaltar foi o papel do robot enquanto artefacto que permitiu construir 'a ponte' entre as diferentes práticas escolares nas quais os alunos estiveram envolvidos. A presença do robot ultrapassou a sua utilização no âmbito do projeto com os robots. Este artefacto foi o mote para a construção de conhecimento nas sessões conjuntas do projeto, nas aulas curriculares e nas de expressão plástica de ambas as turmas. Transversalmente, o trabalho com este artefacto conduziu a uma rede de conexões entre as práticas desenvolvidas nestes três contextos, contribuindo para uma visão mais holística da aprendizagem por parte dos alunos.

O *design* do cenário de aprendizagem, assente numa metodologia de projeto, foi também fundamental para que conceitos das STEAM ganhassem relevo e significado nas ações desenvolvidas pelos alunos.

Quando analisamos a prática emergente da implementação do cenário de aprendizagem concluímos que esta se caracterizou não só por um conjunto de tarefas que os envolvidos levaram a cabo (construir e programar robots, escrever uma história em que os robots fossem as personagens, dramatizar essa história, construir adereços para as filmagens, etc.) mas também por formas de trabalhar e de cooperar que sustentaram o engajamento mútuo (Wenger, 1998) nessas tarefas e deram sentido às experiências vividas.

Os cenários de aprendizagem podem ser mais ou menos abrangentes, atendendo ao propósito a que se destinam. Em termos educacionais, podemos desenhar um cenário de aprendizagem cujo domínio incida sobre uma determinada disciplina, ou ainda mais especificamente, sobre uma unidade temática ou conteúdo dessa disciplina. De uma forma mais abrangente, podemos equacionar cenários de aprendizagem interdisciplinares, que de uma forma transversal procuram explorar e tornar visíveis conexões entre diferentes áreas do saber. O *design* do cenário de aprendizagem 'Uma história com robots', propiciou o desenvolvimento de um contexto no qual emergiram, de uma forma holística, aprendizagens de diferentes áreas. Para tal, muito contribuiu a metodologia de projeto. Projetos com as características do que aqui discutimos revelam-se como ambientes ricos para que os intervenientes (alunos e professores) possam explorar desafios e construir conhecimento no coletivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carroll, J. M. (1999). Five Reasons for Scenario-Based Design, In *Proceedings of the 32nd Hawaii Int. Conf. On System Sciences*, Hawaii. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.106.5310&rep=rep1&type=pdf>. Acedido a 19 de jan. 2019.

Clapp, E. P. & Jimenez, R. L. (2016). Implementing STEAM in Maker-Centered Learning. *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*. 10, (4), 481-491.

European Schoolnet (2018). Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Policies in Europe. Scientix Observatory report. October 2018, European Schoolnet, Brussels. ISBN: 9789492913500.

Fernandes, E. (2013). *Aprender Matemática e Informática com Robots*. Funchal: Universidade da Madeira. ISBN: 978-989-20-4056-1.

Fernandes, E.; Lopes, P. C. & Martins, S. (2018). Learning Scenarios with Robots Leading to Problem Solving and Mathematics Learning, In N. Amado, S. Carreira & K. Jones (Eds.). *Broadening the scope of research on mathematical problem solving: Focus on Technology, Creativity and Affect*. (pp. 129-152). New York Springer.

Fernandes, E. & Martins, S. (2018). Learning Scenarios with Robots for the Learning of STEM. In *Proceedings of 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation*. Seville, Spain. (pp.5811-5817). ISBN: 978-84-09-05948-5.

Koehler, C., Binns, I. C., & Bloom, M. A. (2016). The emergence of STEM. In C. C. Johson; E. E. Peters-Burton & T. J. Moore (Eds.). *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education*. New York: Routledge. pp. 13-20. ISBN-13: 978-1-13-880422-7.

Golinkoff, R. M. & Hirsh-Pasek, K. (2016). *Becoming Brilliant: What Science Tells Us About Raising Successful Children*. Washington DC: American Psychological Association. ISBN: 9781433822391.

Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Martins, S. & Fernandes, E. (2015a). Robots como ferramenta pedagógica nos primeiros anos, *Revista Brasileira de Educação*, 20(61), abr.-jun, 333-358.

Martins, S. & Fernandes, E. (2015b). *Hands-on Mathematics with Lego Robots*. Handson Science. Brightening our Future. Costa MF Dorrio BV (Eds.); Hands-on Science Network, 2015, pp. 161-165.

Martins, S. & Fernandes, E. (2015c). Aprender matemática num projeto interdisciplinar com robots. *Revista Tecnologias na Educação*.7(13), Dez. 2015, 1-12.

Martins, S. & Fernandes, E. (2016). A aprendizagem matemática num projeto com robots. In F. Gouveia & G. Pereira (Org.). *Didática e Matemática*. Funchal: CIE-UMA. pp. 128-138. ISBN: 978-989-95857-8-2.

Martins, S. (2017). Learning Sciences through a Robotics Project. In M.F. Costa & B.V. Dorrio (Eds.). *Growing with Science*. Hands-on Science Network. pp. 123-128. ISBN 978-84-8158-737-1.

NAEM – National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *English Learners in STEM Subjects: Transforming Classrooms, Schools, and Lives*. Washington, DC: The National Academies Press. doi: <https://doi.org/10.17226/25182>.

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice – learning, meaning and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.