

UNIVERSIDADE DE LISBOA

INSTITUTO DA EDUCAÇÃO



**A IMPORTÂNCIA DA APRENDIZAGEM DA ROBÓTICA NO
DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL:
UM ESTUDO COM ALUNOS DO 4º ANO**

Carlos Manuel dos Santos de Almeida

MESTRADO EM EDUCAÇÃO

Área de Especialidade Educação e Tecnologias Digitais

Trabalho de Projeto Orientado pela Professora Doutora Neuza Pedro

2015

*"Um professor afeta a eternidade...
é impossível dizer até onde vai a sua influência."*

Henry Adams

AGRADECIMENTOS

O meu primeiro agradecimento não pode deixar de ir para a minha orientadora, a Professora Doutora Neuza Pedro, pelo seu constante incentivo, apoio e disponibilidade na revisão deste trabalho.

De um modo muito especial quero também agradecer à Paula Abrantes, antes minha Professora e agora minha colega, pelo “bichinho” que me meteu com os robôs.

Agradeço ao Agrupamento de Escolas D. Dinis, na pessoa do seu Diretor, José António Sousa, por sempre ter acreditado em mim e abraçar prontamente todos os projetos que me proponho e por sempre me ter disponibilizado todos os meios necessários à realização dos mesmos.

Agradeço a todos os meus colegas professores, assistentes administrativos e assistentes operacionais pelo apoio que me têm dado ao longo destes anos.

Aos meus alunos, esses seres maravilhosos que me aturam todas as manias, paranoias e mau humor, um agradecimento muito especial, nunca me hei de esquecer de nenhum de vocês.

Agradeço à minha família, que mais uma vez se viu privada da minha presença, pelo seu apoio incondicional.

Agradeço à minha querida companheira, Sandra Ferreira, a pessoa que me incentivou, acompanhou, me deu força e ajudou ao longo deste Mestrado. Sem o teu amor e apoio não teria conseguido.

Por fim, um especial agradecimento aos meus Pais que, mesmo não podendo testemunhar a satisfação de me verem a concluir este projeto, me deram todo o apoio que lhes foi possível. Um beijo para vocês, onde quer que estejam.

Ana Filipa, amo-te muito.

RESUMO

O presente documento relata o processo de preparação, concretização e análise de um projeto realizado no âmbito da robótica educativa numa escola básica de 1º ciclo de Lisboa, ao longo do 2º período do ano letivo 2014/15, com alunos do 4º ano de escolaridade. Na fase de preparação do projeto, e após uma revisão da literatura sobre o tema a investigar, partiu-se da ideia da utilização da robótica educativa como meio de desenvolver o pensamento computacional e como auxiliar de relevo na aprendizagem dos conteúdos curriculares. Durante a execução do projeto, os alunos realizaram diversas atividades relacionadas com a programação de robôs, de modo a efetuar uma prova com vista à sua participação no Festival Nacional de Robótica. Durante esta intervenção, os alunos foram resolvendo uma sequência de problemas em grau crescente de dificuldade, onde foi possível abordar alguns conceitos das áreas disciplinares de Matemática e Português. A estratégia de operacionalização do projeto incidiu na Aprendizagem por Problemas com o recurso à robótica educativa. A avaliação efetuada durante o projeto foi, sobretudo, formativa, tendo decorrido durante as aulas, assumiu um caráter regulador das aprendizagens; neste o feedback e o papel orientador do investigador foram bastante evidentes. Na fase de avaliação do projeto, analisaram-se as evidências demonstradas pelos alunos, tendo-se concluído que a robótica educativa é uma mais-valia para o desenvolvimento do pensamento computacional em crianças desta faixa etária, tendo nesse processo o robô exercido um papel essencial, largamente reconhecido pelos alunos e respetiva professora titular.

Palavras-chave: Robótica Educativa, 1º Ciclo do Ensino Básico, Programação, Lego Mindstorms NXT, Construcionismo.

ABSTRACT

This document describes the process of preparation, operationalization and analysis of a project undertaken within the sphere of educational robotics in a primary school in Lisbon, over the 2nd term of the school year 2014/15, with 4th grade students.

In the preparation phase, and after a review of literature on the topic, the project assumed as starting point the idea that the use of educational robotics is a mean to develop computational thinking and acts as a relevant aid in the process of curricular content learning. During the intervention, a series of problems with a growing degree of difficulty was solved by the students, and in it, some concepts of Mathematics and Portuguese Language was possible to address. The project operationalization strategy focused on Problem-Based Learning with educational robotics. In the evaluation carried out during the project was mostly formative, occurred during the classes, with a regulatory role, in which the feedback and the guidance of the investigator were quite evident. The use of robotics as an educational tool showed favourable effects on the development of problem solving skills, and in this process the robot played a key role, highly recognized by pupils and teacher. In the evaluation phase of the project, the learning evidences presented by the students were analysed and it was possible to conclude that educational robotics is an asset to the development of computational thinking in children of this age group. The robot assumed a highly relevant role, widely recognized by the pupils and the 4th grade teacher.

Key words: Educational robotics, Primary education, Programming, Lego Mindstorms NXT, Constructionism.

ÍNDICE

RESUMO	5
ABSTRACT	6
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Organização do relatório	12
2. CONTEXTUALIZAÇÃO	15
2.1. O Agrupamento	15
2.2. A Escola participante	15
3. ENQUADRAMENTO	17
3.1. Bases teóricas da tecnologia educativa	17
3.2. Papert e o construcionismo	19
3.3. Conceitos de robótica	20
3.3.1. O que é a robótica?	20
3.3.2. Aplicações da robótica.....	22
3.3.3. Competições de robótica.....	23
3.4. Características da RE	28
3.5. Potencialidades da RE	30
3.6. (Algumas) Plataformas de RE	32
3.6.1. Lego Mindstorms.....	32
3.7. Investigação em educação no domínio da RE	38
4. APRESENTAÇÃO DO PROJETO	43
4.1. Descrição do estudo	43
4.1.1. Definição da problemática e objetivos do estudo	43
4.1.2. Planificação do estudo	45
4.1.3. Competências a adquirir	47
4.1.4. Recursos e materiais didáticos.....	48
4.1.5. Avaliação	50
4.2. Procedimentos legais	51
4.3. Instrumentos de recolha de dados	52

4.4. Participantes	55
5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	57
5.1. Evolução dos alunos	57
5.1.1. Sessão 1	57
5.1.2. Sessão 2	60
5.1.3. Sessão 3	62
5.1.4. Sessão 4	64
5.1.5. Sessão 5	68
5.1.6. Sessão 6 e 7	72
5.1.7. Sessão 8	75
5.2. Análise dos dados.....	76
6. CONCLUSÕES	81
6.1. Contribuições do trabalho	85
6.2. Limitações do trabalho realizado.....	86
6.3. Sobre o papel do investigador	87
6.4. Trabalhos futuros	89
7. REFERÊNCIAS.....	91
8. APÊNDICES.....	105
8.1. Apêndice A – Pedido de autorização de intervenção à Direção	105
8.2. Apêndice B – Pedido de autorização de intervenção aos EE.....	106
8.3. Apêndice C – Questionário de caracterização da turma / Teste diagnóstico	107
8.4. Apêndice D – Grelha de observação das atividades	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Escola Básica Dr. João dos Santos.....	16
Figura 2 – First Lego League.....	24
Figura 3 – Representação do AEDD no Festival Nacional de Robótica 2014	25
Figura 4 – Preparação da prova de Corrida na RobôParty.....	26
Figura 5 – Campo de experiências do MoonBots.....	27
Figura 6 – Fase de lançamento da estação meteorológica na final da CanSat 2015....	28
Figura 7 – <i>Kit</i> Lego NXT, com controlador, sensores e motores	33
Figura 8 – Bloco Lego NXT, e as suas principais características.....	34
Figura 9 – Exemplo de um robô montado com um kit Lego NXT	35
Figura 10 – Ambiente de programação Lego Mindstorms NXT.....	37
Figura 11 – Apresentação dos robôs aos alunos	58
Figura 12 - Exemplo dos robôs montados em sala de aula.....	59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Estrutura das atividades desenvolvidas.....	47
--	----

1. INTRODUÇÃO

A educação tem como principal objetivo a promoção do desenvolvimento pleno das capacidades humanas o homem e transforma-se de acordo com as alterações históricas, ou seja, com os requisitos de cada período sócio-histórico.

Para Saviani (2000), a educação tem como função fazer com que o homem conheça os elementos que o cercam, podendo intervir sobre eles, garantindo assim a ampliação da sua liberdade, comunicação e colaboração com os seus semelhantes.

Desse modo, o homem tem procurado modernizar o processo de aprendizagem, com vista a simplificar a obtenção do conhecimento e responder às necessidades do mundo atual.

Com o avanço das novas tecnologias, as características do trabalho foram-se alterando, e o homem passou da máquina a vapor, o que lhe permitiu aumentar a sua capacidade física, à informática que aumentou a sua capacidade mental. Liguori (1997), entende que existiu uma mudança nas necessidades de aprendizagem do ser humano, principalmente durante as últimas décadas. Diariamente surgem novas descobertas nas diferentes áreas do conhecimento, exigindo que se aprenda de uma forma mais dinâmica.

A escola, percebendo toda essa mudança, tem tentado acompanhar essa evolução, pois, conforme vários teóricos da educação afirmam, ela tem que preparar os alunos para a vida (Liguori, 1997). Uma das soluções para a preparação para esse mundo é assegurar que os estudantes possuam o mínimo de conhecimentos tecnológicos requeridos.

Segundo Valente (1999), a evolução da informática fez com que surgissem computadores mais sofisticados, com maiores recursos para utilização no âmbito escolar, fazendo com que se passasse a dar mais ênfase no domínio técnico do que no

domínio pedagógico, sendo necessário hoje aos professores conhecimento no primeiro para produzir inovações pedagógicas significativas.

É neste contexto que aparece a Robótica Educativa (RE), como uma forma de possibilitar aos alunos o desenvolvimento de conhecimento sobre a tecnologia atual, melhorar habilidades e competências tais como o trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio lógico.

O presente trabalho, intitulado “A importância da aprendizagem da robótica no desenvolvimento do pensamento computacional: um estudo com alunos do 4º ano”, tem como finalidade a obtenção do grau de Mestre em Educação, área de especialidade em Educação e Tecnologias Digitais, pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. O estudo, desenvolvido no Agrupamento de Escolas D. Dinis, Lisboa (AEDD) no ano letivo 2014/2015, consistiu na implementação de um projeto com robôs junto de uma turma de 4º ano do 1º Ciclo do Ensino Básico (CEB). Assumindo uma dimensão investigativa, o estudo, assumiu o seguinte problema: será que a aprendizagem da robótica desenvolve o pensamento computacional em alunos de 1º CEB?. Formularam-se as seguintes questões orientadoras com a intenção de operacionalizar o problema anteriormente pronunciado: i) serão as atividades desenvolvidas no âmbito da RE motivadoras para os alunos do 1º CEB?; ii) serão as atividades desenvolvidas no âmbito da RE capazes de ajudar a atingir as metas curriculares associadas ao 1º CEB?.

1.1. Organização do relatório

A organização do relatório do projeto encontra-se dividida em oito capítulos, iniciando-se com a introdução. O capítulo dois apresenta uma breve caracterização do agrupamento e da escola onde será realizado o estudo. No capítulo três são analisados

os conhecimentos científicos ligados à temática apresentada, sendo abordadas as bases teóricas da tecnologia educativa e os conceitos inerentes à RE. No capítulo quatro é descrito o plano de intervenção, sendo este fundamentado através da apresentação dos objetivos a atingir pelo investigador, as competências a atingir pelos alunos, as estratégias pedagógicas, os recursos e os instrumentos de avaliação, bem como será apresentada uma caracterização da turma intervencionada. O capítulo cinco apresenta uma descrição sumária das aulas realizadas em forma de narrativa e a sua relação com as aprendizagens dos alunos através da avaliação. Por último, no capítulo seis apresenta-se uma reflexão sobre o processo de escrita da intervenção letiva e a sua concretização. No final do relatório podem ser consultadas as referências bibliográficas, assim como os anexos que compõem e evidenciam todo o trabalho realizado.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

Neste segundo capítulo irá ser realizada uma descrição do Agrupamento e das Escolas participantes de modo a poder ser posteriormente enquadrado o estudo realizado.

2.1. O Agrupamento

O Agrupamento de Escolas D. Dinis (AEDD) foi criado por despacho de Sua Excelência o Sr. Secretário de Estado da Educação em 26 de Abril de 2012, resultado da junção da Escola Secundária de D. Dinis, Lisboa, com o Agrupamento de Escolas de Marvila, Lisboa. No ano seguinte, a 26 de Abril de 2013, deu-se a agregação com o Agrupamento de Escolas Damião de Góis, Lisboa, resultando daí um dos maiores agrupamentos de escolas do país (AEDD, n.d.).

O AEDD é constituído pela Escola Secundária D. Dinis, escola sede do Agrupamento, Escola Básica Damião de Góis, Escola Básica de Marvila, Escola Básica Professor Agostinho da Silva, Escola Básica dos Lóios, Escola Básica Dr. João dos Santos, Escola Básica Luíza Neto Jorge e Escola Básica n.º 195.

2.2. A Escola participante

A escola participante neste projeto, tal como foi referido anteriormente, pertence ao AEDD, sendo a Escola Básica Dr. João dos Santos.

A Escola Básica João dos Santos localiza-se no Bairro PRODAC, freguesia de Marvila, Lisboa (AEDD, 2014). A Escola Básica João dos Santos e o Jardim de Infância que dela faz parte, integraram o AEDD em Junho de 2012, transitando do agora extinto Agrupamento de Escolas de Marvila (AEDD, 2014).

É constituída por um edifício único, construído de base para o ensino, em 1974. Tem oito salas de aula, biblioteca, sala TIC, sala de professores, sala de assistentes operacionais, direção, refeitório (a partir de 2008) e ginásio e tem dois pequenos

pátios exteriores (AEDD, 2014).



Figura 1 - Escola Básica Dr. João dos Santos

3. ENQUADRAMENTO

Neste capítulo irá ser realizado um enquadramento sobre a temática em estudo. Serão abordadas as bases teóricas da tecnologia educativa, com especial incidência no Behaviorismo, no Cognitivismo, no Construtivismo e no Construcionismo. De seguida serão explicados os conceitos inerentes à RE, terminando o capítulo com uma síntese da investigação realizada atualmente nesta área.

3.1. Bases teóricas da tecnologia educativa

De acordo com Blanco e Silva (1993), a tecnologia educativa surge como um modo de entrada no processo geral de tecnização da vida, ou seja, o homem deve ser ensinado para atuar conscientemente num ambiente tecnológico. Por outro lado, a tecnologia educativa deverá servir como uma contribuição para tornar o processo educativo mais eficaz.

Foi durante as décadas de 50 e 60, com o aparecimento dos primeiros computadores, que as teorias behavioristas influenciaram o processo de ensino-aprendizagem. Esta teoria, segundo Gaitas (2013), concebe a aprendizagem como o conjunto de modificações observáveis no comportamento.

Para os defensores do *behaviorismo*, o processo de ensino-aprendizagem faz com que esta teoria seja entendida como um processo mecânico, dirigido externamente e assente no fortalecimento ou na perda de ligações entre o estímulo e a resposta (Rosário & Almeida, 2005). Um dos principais investigadores do *behaviorismo*, terá sido Burrhus Skinner, que abordou pela primeira vez a aprendizagem como uma verdadeira ciência empírica.

Em contraponto aos métodos *behavioristas* surge, uma nova corrente de investigação em psicologia, o cognitivismo (Castanõn, 2007). Defendida por autores como Piaget,

Bruner, Ausubel ou Gagné, esta teoria acreditava na atuação ativa do ser humano na organização de impulsos recebidos através do ambiente, defendendo que o homem era como um processador ativo de informação, capaz de a procurar e de a transformar.

De acordo com Smith (1971), segundo a perspectiva desenvolvida pelo construtivismo, para além do papel ativo do indivíduo como construtor do seu próprio conhecimento, existem ainda três componentes fundamentais: em contraste com a perspectiva behaviorista que vê a aprendizagem como algo observável, para o construtivismo a aprendizagem ocorre através de mecanismos internos não observáveis externamente; a aprendizagem desenvolve-se frequentemente a partir do levantamento e teste de hipóteses pelo indivíduo; as inferências realizadas pelos indivíduos são um elemento condutor das aprendizagens.

As consequências ao nível das teorias da aprendizagem são diferentes, com o aluno a ser capaz de organizar o conhecimento alterando as suas representações mentais (Hannafin & Hooper, 1993). Deste modo, o aluno passa a ter um papel mais ativo no processo de aprendizagem do que aquele que lhe era reservado pelas ideias behavioristas.

O construtivismo surge então, baseado num esforço de superar as limitações apresentadas pelas outras teorias. Um dos principais pressupostos do construtivismo assenta no facto de que o significado se desenvolve com base na experiência, pelo que o contexto faz parte do conhecimento (Bednar et al., 1992).

Se por um lado a aprendizagem deverá ter lugar com base em tarefas reais e contextos relevantes (Duffy & Jonassen, 1992), os instrumentos a desenvolver deverão ter em conta o papel do aluno e do professor promovendo uma aprendizagem colaborativa.

Pode-se assim afirmar que as metodologias construtivistas têm benefícios nos níveis do ensino básico.

3.2. Papert e o construcionismo

De acordo com Holland (s.d.), os robôs de solo datam de 1948. No entanto, a sua utilização com fins educativos surge nos anos 60, relacionado com a utilização didática da linguagem de programação para crianças LOGO, para aplicação em ambientes educativos (Papert, 1980).

O lado pedagógico do LOGO está apoiado no construtivismo Piagetiano, que considera que a aprendizagem é um processo ativo de construção. Papert reinterpretou esta teoria de aprendizagem tendo criado uma outra, o construcionismo.

Os princípios do construcionismo podem ser encontrados no grupo orientado por Papert no MIT que construiu uma visão partilhada da educação, assente em quatro pilares: i) aprender, construindo que envolve a criação de ambientes computacionais de modo a que as crianças possam manipular os materiais de uma forma ativa. ii) objetos concretos e a sua importância como um meio para chegar à aprendizagem de fenómenos abstratos. iii) ideias poderosas que reforçam a capacidade de aprendizagem do indivíduo. iv) autorreflexão que acontece quando somos encorajados a explorar o nosso próprio processo de pensamento.

O construcionismo pode, deste modo, ser visto como uma abordagem ao processo de ensino/aprendizagem apoiado nas teorias construtivistas. Os ambientes computacionais, e a robótica em particular, constituem ferramentas poderosas para suportar estas novas formas de pensamento e a aprendizagem envolvendo os alunos no desenvolvimento de projetos significativos (Resnick et al., 1996).

3.3. Conceitos de robótica

Neste ponto irão ser explicados os conceitos fundamentais sobre o que se entende por robótica, abordando os principais fatos históricos relativos à criação, ao desenvolvimento e à industrialização dos robôs no mundo, assim como as principais definições do que é um robô.

Em seguida será apresentado um panorama atual da indústria de robótica, destacando as principais aplicações dos robôs na atualidade.

Por fim, será feito neste capítulo uma revisão dos principais conceitos e definições de robótica, visando mostrar os principais componentes de um sistema robótico.

3.3.1. O que é a robótica?

A robótica é um ramo da tecnologia que engloba diversas áreas tais como mecânica, eletrônica, hidráulica, eletricidade, computação, entre outros, e obviamente as ciências base, como física, matemática e química, e requer um nível de conhecimentos elevado e proporcional ao grau de complexidade dos sistemas que se pretendam implementar (Pires, 2009).

Para o *Robotics Industries Association* (2009), um robô “é um dispositivo mecânico articulado reprogramável, que consegue, de forma autónoma e recorrendo à sua capacidade de processamento para obter informação do meio envolvente utilizando sensores, tomar decisões sobre o que fazer com base nessa informação e em informação a priori e manipular objetos do meio envolvente utilizando actuadores.”.

Segundo Bacaroglo (2005), a robótica é a área da ciência responsável pelo estudo da construção e do funcionamento de robôs, na qual são utilizados, conjuntamente, conceitos de Inteligência Artificial, Mecânica, Cinemática, Informática e Hidráulica.

O termo robótica terá sido inicialmente utilizado por Isaac Asimov, no seu conto “Runaround”, publicado em 1942. A este seguiram-se outros contos reunidos com o título “I Robot”. Foi Asimov que recomendou um conjunto de três leis para a robótica, às quais adicionou, posteriormente, uma lei zero (Clarke, 1993):

- Lei um: Um robô não pode prejudicar um ser humano ou através da ausência de ação permitir que ele seja prejudicado, a não ser que neste caso a lei zero seja violada.
- Lei dois: Um robô deve obedecer a ordens dadas por seres humanos, a não ser quando estas violem a lei um.
- Lei três: Um robô deve proteger a sua existência desde que esta proteção não entre em conflito com as leis anteriores.
- Lei zero: Um robô não pode prejudicar a humanidade ou através da ausência de ação permitir que ela seja prejudicada.

Cada uma destas leis tem precedência sobre as seguintes, logo um robot não poderá matar um ser humano, mesmo que isso resulte no seu próprio extermínio.

De acordo com Weng, Chen e Sun (2009), à medida que os robots se tornam mais avançados e integrados na vida humana, as leis de Asimov tornam-se demasiado simples. O artigo destes autores originou um debate entre os peritos em robótica, que dizem ser este o momento de analisar estes dilemas éticos. Os autores acreditam ainda que uma sociedade onde os humanos e os robôs coexistam, poderá surgir por volta de 2030.

A origem da palavra “Robot”, em português o termo é robô, provém do checo *Robota*, que significa trabalho penoso, forçado ou escravo, e teve a sua introdução numa peça de 1921 de Karel Capek (Ribeiro, 2004).

De uma maneira mais específica, pode-se afirmar que um robô é um dispositivo mecânico equipado com sensores que atua sob o controlo de um sistema informático, executando movimentos limitados a um espaço físico (Angeles, 2007).

O sistema mecânico utilizado num robô é constituído por cinco subsistemas que comunicam entre si através de interfaces que codificam e descodificam dados transmitidos entre os diversos subsistemas, de acordo com Angeles (2007). Este autor refere que os cinco subsistemas existentes são o subsistema mecânico que é constituído pela parte física ou corpo do robô, o subsistema sensorial, o subsistema de ação ou de estímulo, o subsistema de controlo e o subsistema de processamento de informação.

Ainda segundo o mesmo autor, de acordo com a sua aplicação e estrutura física, os robôs podem ser classificados em manipuladores, braços robóticos, mãos robóticas, movimento, locomoção, nadadores, voadores.

3.3.2. Aplicações da robótica

São várias as aplicações que atualmente a robótica apresenta. O facto de efetuarem diferentes tipos de tarefas mecânicas e repetitivas com rapidez e eficiência, fez com que os robôs fossem amplamente difundidos em diversos tipos de ambientes.

Salientam-se fatores como seja o rigor de movimentos, a velocidade, o reduzido custo, a robustez e a fiabilidade, que conduziram a uma crescente substituição da mão-de-obra humana por robots em diversos tipos de tarefas rotineiras.

A indústria, nomeadamente a automóvel, é um bom exemplo onde os robôs executam tarefas múltiplas, desde a montagem à pintura. Ainda no âmbito da indústria, é habitual ver robôs a realizarem transportes de mercadorias seguindo linhas ou percursos pré-definidos.

É normal que se utilizem robôs para a realização de tarefas que, de alguma forma, sejam perigosas, impossíveis ou exista, inclusive, razões técnicas para estas não poderem ser realizadas pelo homem. Em 1981, o "braço robótico" foi de grande utilidade na concretização de tarefas no espaço, aquando dos primeiros voos do Space Shuttle Colombia. Exemplos, como a exploração do planeta Marte, a desminagem de bombas, a limpeza de resíduos tóxicos, são exemplos reais e quotidianos da utilização de robôs.

Outro dos avanços na utilização dos robôs passa pela aptidão na realização de tarefas com grande precisão, o que abre perspectivas de utilização em diversas áreas da Medicina, permitindo a execução de intervenções cirúrgicas à distância através da tele-operação de robôs.

No âmbito doméstico, as aplicações são também cada vez mais comuns. Existem já opções ao nível da aspiração de habitações e do corte de relvados, que são economicamente viáveis.

3.3.3. Competições de robótica

Uma das áreas onde a robótica também tem vindo a emergir, é a área da educação, sendo inegável que as competições¹ ocupam um lugar de destaque, existindo eventos que envolvem uma grande quantidade de participantes, entre alunos, professores e pais.

Destas competições destaca-se a First Lego League, que no ano de 2014 contou com cerca de 80 países e 265.000 crianças a competir (First Lego League, s.d.), existindo em cada ano um tema diferente de abordagem à competição.

¹ Embora existam um número considerável de concursos a nível nacional e internacional envolvendo a robótica educativa, os eventos referidos a seguir são aqueles onde o Clube da Robótica do AEDD participa regularmente.

² Acedido em 14 de Janeiro de 2015 através de <http://www.globeslcc.com/wp->



Figura 2 – First Lego League²

Outra prova em destaque é a Robocup Jr. que, partindo das diferentes competições nacionais, apura diversas equipas para uma final mundial, tendo contado no ano de 2014 com 4.000 participantes de 400 equipas de 45 países (Grupo Globo, 2014). A Robocup Jr. agrega diversas modalidades, como a Dança, a Busca e Salvamento ou o Futebol, em provas de equipas juvenis ou universitárias.

² Acedido em 14 de Janeiro de 2015 através de <http://www.globeslcc.com/wp-content/uploads/media/com-utah-first-lego-league-competition-dgraham.jpg>



Figura 3 – Representação do AEDD no Festival Nacional de Robótica 2014

A nível nacional, a Universidade do Minho promove anualmente a RoboParty, onde já participaram mais de 3000 pessoas nas últimas oito edições. A RoboParty consiste num evento pedagógico que reúne equipas de quatro pessoas, para ensinar a construir robôs móveis autónomos, de uma forma simples, divertida e com acompanhamento por pessoas qualificadas (RoboParty, 2014).



Figura 4 – Preparação da prova de Corrida na RobôParty³

Também entidades de renome começam a apostar na RE. A Google em colaboração com a Sponsors Foundation criaram o MoonBots: A Google Lunar Sponsors Lego Mindstorms Challenge. A prova propõe que as equipas elaborem uma série de etapas que passa por construir e programar um robo lunar e criar um jogo subordinado a este tema.

³ Acedido em 25 de Fevereiro de 2015 através de http://www.roboparty.org/w/Fotos_Guimaraes2015.php



Figura 5 – Campo de experiências do MoonBots⁴

Já a Agência Espacial Europeia lançou uma prova denominada CanSat, cujo objetivo é proporcionar aos estudantes a primeira experiência em projetos relacionados com a tecnologia aeroespacial (CanSat, s.d.).

⁴ Acedido em 14 de Janeiro de 2015 através de <http://www.landroids.org/wp-content/uploads/2011/08/RWC-Moonbots-Wk-15-1.jpg>



Figura 6 – Fase de lançamento da estação meteorológica na final da CanSat 2015⁵

3.4. Características da RE

Desde há largos anos que vêm sendo desenvolvidas práticas com utilização da robótica como ferramenta educativa, envolvendo nalguns casos o ensino básico e secundário.

Lentamente os robots vêm conquistando o seu espaço nas salas de aula, cativando a simpatia de toda a comunidade educativa. Não é novidade que a utilização de tecnologias na sala de aula favorece a criação de novas dinâmicas, de ambientes de trabalho que estimulam a análise e a crítica, a partilha de ideias e de novas descobertas (Papert, 1996).

Segundo Santos e Menezes (2005, p.2), a RE pode ser definida como “um ambiente onde o aluno tenha acesso a computadores, componentes eletromecânicos (motores,

⁵ Acedido em 25 de Fevereiro de 2015 através de <http://cansatportugal.org/> - fotosvdeos.

engrenagens, sensores, rodas etc.), eletrônicos (interface de *hardware*) e um ambiente de programação para que os componentes acima possam funcionar”.

Para Zapata, Novales e Guzmán (s.d.), a RE é uma ferramenta pedagógica que cria ambientes de aprendizagem interessantes e motivadores, colocando o papel do professor como facilitador da aprendizagem e o aluno como construtor ativo da aprendizagem, promovendo a transversalidade curricular, onde diversos saberes permitem encontrar a solução para o problema em que se trabalha, permitindo ainda estabelecer relações e representações.

Para Papert (1993), o facto de os robots serem objetos tridimensionais reais que se movem no espaço e no tempo e que podem simular comportamentos animais e humanos, é uma das mais-valias da RE, uma vez que, segundo este autor, os alunos aprendem mais depressa quando lidam com objetos em vez de fórmulas e abstrações e a motivação de pôr algo a mover-se é poderosa.

Entre as diversas características atribuídas à RE, saliente-se ainda a sua adequação a uma aprendizagem baseada na resolução de problemas concretos cujos desafios criados promovem o raciocínio e o pensamento crítico de uma forma ativa, elevando também os níveis de interesse e motivação dos alunos por matérias por vezes complexas (Ribeiro, Coutinho & Costa, 2011).

Ainda para estes autores, a RE pode dar um especial contributo ao desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem levando o aluno a questionar, pensar e procurar soluções e permitindo-lhe que seja capaz de criar interações com o mundo envolvente e conseqüentemente desenvolva a capacidade de formular e de equacionar problemas. Por outro lado, a RE permite que sejam implementados um conjunto de pressupostos pedagógicos inovadores conseqüentes com as teorias de aprendizagem mais atuais.

Esses pressupostos incluem o construtivismo, a interdisciplinaridade, a aprendizagem colaborativa, a aprendizagem baseada na resolução de problemas ou a aprendizagem com base em projetos (Gura & King, 2007).

Desse modo pode-se concluir que a robótica tem-se vindo a afirmar como uma ferramenta pedagógica extremamente útil ao nível da educação científica e tecnológica (Ribeiro, 2007).

3.5. Potencialidades da RE

A RE, enquanto ferramenta pedagógica, continua a ser vista como um enorme estímulo existindo, no entanto, ainda algum receio relativamente à sua aplicabilidade no processo de ensino-aprendizagem. Quem utiliza esta ferramenta sabe que possibilita que os alunos manipulem os robôs e aprendam de uma maneira mais prática. A sua inclusão nas práticas em contexto de sala de aula como um instrumento de ajuda, tem-se vindo a mostrar apropriada, particularmente numa aprendizagem assente na resolução de problemas reais.

Através de experiências com crianças mais velhas, tem-se constatado que a RE pode permitir-lhes que realizem variadas atividades, sejam responsáveis pelas suas ações e tenham a oportunidade de observar, manipular, partilhar, ajudar, raciocinar e desenvolver o espírito crítico e a linguagem oral (Ribeiro, 2007).

Existem benefícios inegáveis na utilização da robótica em sala de aula. Autores como Silva (2008), que afirma que a utilização dos robôs teve um impacto muito positivo nos alunos que constituíram a amostra do seu estudo ou como Carmo (2013) que menciona ter sido notável o entusiasmo dos alunos que, ao longo das tarefas, permaneceram atentos e se mostraram participativos, comentando alguns aspetos que lhes foram significativos. Também a interdisciplinaridade, tal como já foi referido

anteriormente, é um fator determinante pois engloba um leque de atividades que fomenta uma aprendizagem transversal a diversas disciplinas. Fatores como o trabalho em equipa são preponderantes para a utilização dos robôs em sala de aula, pois os alunos envolvem-se em discussões sobre estratégias de trabalho, promovendo deste modo um trabalho colaborativo.

Da mesma maneira, diversas entidades estão a apostar cada vez mais na produção de materiais educativos, com vista à programação de robôs em sala de aula⁶.

Prova disso é o conjunto de tutoriais elaborados por Greig Tardiani para o RoboCup Júnior Austrália⁷ e que visam explicar aos alunos a programação dos robôs da Lego numa vertente direcionada para a prova de Busca e Salvamento A. Também a Universidade de Carnegie Mellon, através da Academia de Robótica⁸, criou uma área destinada a educadores com variadas propostas de exercícios na área da programação de robôs Lego NXT. De referir igualmente o Departamento de Engenharia da Universidade de Cambridge, que criou um “Undergraduate Teaching”⁹, em que na primeira semana de aulas, todos os desafios propostos serão realizados em Lego NXT. Finalmente, e entre inúmeros exemplos, destaca-se a Universidade de Kent que criou um programa chamado “NXT Generation Robotics”, visando iniciar os estudantes na programação do Lego NXT.

A nível nacional não se pode deixar de referir a Escola de Robótica do Instituto Politécnico de Castelo Branco que tem como principal foco do projeto, a cooperação entre equipas de professores e alunos, dos ensinos secundário e superior, da região de Castelo Branco (Robot@Escola, s.d.).

⁶ Entre inúmeros casos, os exemplos mencionados foram escolhidos devido a serem os que se encontraram neste momento a ser implementados no AEDD

⁷ Disponível em <http://www.robocupjunior.org.au/tutorials>

⁸ <http://www.education.rec.ri.cmu.edu/content/lego/index.htm>

⁹ <http://teaching.eng.cam.ac.uk/content/preparing-lego-mindstorms-exercise-download>

3.6. (Algumas) Plataformas de RE

Atualmente são dois os principais modos nos quais se apresentam as plataformas robóticas educativas no mercado português: através de kits desenvolvidos pelos fabricantes e que já apresentam uma série de materiais previamente definidos, como os kits Lego, ou através de materiais mais sofisticados onde é necessário possuir conhecimentos de eletrónica, como os kits da Arduino ou da Raspberry Pi.

Para o público-alvo definido, alunos do 4º ano do 1º CEB, a primeira opção mostrou ser a mais viável, visto a última alternativa necessitar de conhecimentos técnicos adequados, ainda não ao alcance dos alunos nesta faixa etária. Explicita-se, portanto, as soluções Lego em maior pormenor.

3.6.1. Lego Mindstorms

Foi no início dos anos 80 que a Lego iniciou a construção dos seus kits robóticos através da colaboração com o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e baseado no trabalho de Seymour Papert, que se encontrava a desenvolver, o Logo. O Logo surge como uma linguagem de programação que determinava o movimento de uma tartaruga no monitor de um computador.

Em 1986 é lançado o *Lego TC Logo*, um kit onde os robôs podiam ser programados recorrendo à linguagem de programação Logo. Em 1998 aparece o primeiro kit *Lego Mindstorms*, chamado *Robotics Invention System*, ou RCX. Em 2006, é lançado o novo kit Lego NXT baseado no RCX, mas com novas funcionalidades e um bloco central diferente. Em 2013 é divulgada a terceira versão dos kits, o Lego EV3 que, de acordo com o site da Lego (Lego, 2013), combina os sistemas de construção da Lego com a tecnologia EV3 do *Lego Mindstorms Education*. Este kit oferece novas formas de aprender robótica e ensinar os princípios de programação, bem como conteúdos de

física e matemática liderando deste modo o caminho da Educação na área das STEM, acrónimo de *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

Por uma questão de disponibilidade da escola, os *kits* escolhidos para suporte ao desenvolvimento do presente trabalho são *Legó Mindstorms NXT*.

Os *kits Legó Mindstorms NXT* contêm um avançado *Computer-Controlled NXT* de 32-bits (bloco), três servos motor, dois sensores de toque, um sensor de som, um sensor de luz, um sensor ultrassónico e permite a comunicação por USB ou Bluetooth (Legó, 2006).



Figura 7 – *Kit Legó NXT*, com controlador, sensores e motores

O bloco é a parte fundamental do robô NXT, sendo constituído por três portas para os motores (A, B e C), quatro portas para os sensores (1, 2, 3 e 4), uma porta USB, Bluetooth, um altifalante, visor e, ainda, botões de três tipos, laranja (on/off/run), cinzento-claro para circular nos menus da esquerda para a direita e vice-versa e cinzento-escuro para apagar ou andar para trás no menu.

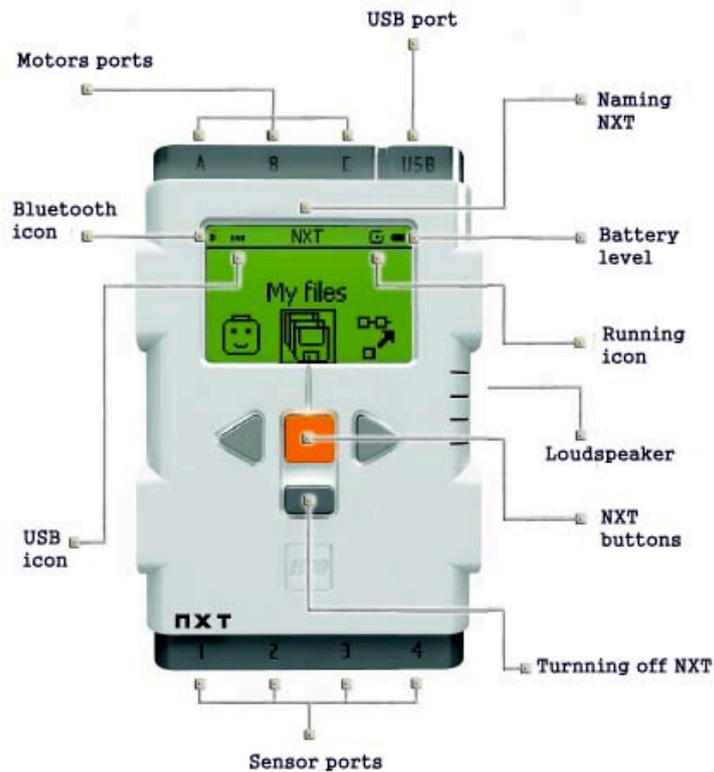


Figura 8 – Bloco Lego NXT, e as suas principais características¹⁰

O *Lego Mindstorms NXT* é tipicamente constituído por quatro partes distintas: o controlador NXT, que sendo o controlador do robô executa os programas carregados na sua memória, e é capaz de interagir a partir das ordens dadas através dos motores e sensores; os sensores, que recolhem as informações e as transmitem ao controlador, existindo sensores de luz, de toque, de som, entre outros; os motores, que atuam a partir das informações que o controlador lhes fornece, e que podem variar em grau de força através de programação; e as peças, havendo neste caso um conjunto infinito de possibilidades de construção do robô, decorrendo das peças de que se dispõe para este efeito.

¹⁰ Acedido em 21 de Agosto de 2015 através de http://legostorms.weebly.com/uploads/1/3/1/1/13116863/9793744_orig.jpg?289



Figura 9 – Exemplo de um robô montado com um kit Lego NXT

Quanto aos *softwares* de programação, existem essencialmente duas opções, a programação visual, como o *LabView* ou o *Lego Mindstorms NXT* e as opções existentes para programadores, como o *NQC* ou o *lejos*.

Neste âmbito, o *software* escolhido para este projeto foi o *Lego Mindstorms NXT*.

Este *software*, desenvolvido para os controladores da *Lego*, permite uma programação simples e intuitiva, através de blocos de comandos bem estruturados e de fácil compreensão, principalmente para utilizadores que se estão a iniciar na área da programação (*Lego*, 2013).

Em alguns estudos em que foi aplicado o *Lego Mindstorms NXT*, concluiu-se que este permitiu melhorar as aprendizagens de conceitos de programação (*Sartatzemi*,

Dagdilelis & Kagani, 2008), ajudou a antecipar os comportamentos do robô de acordo com a programação efetuada (Wu, Tseng & Huang, 2008), ajudou a compreender os níveis abstratos da programação (Páztor, Pap-Szigetu & Torok, 2010) e melhorou a motivação para o estudo da programação (Páztor et al., 2010; Sartatzemi, Dagdilelis & Kagani, 2008).

Além disso, como o *Lego Mindstorms NXT* é uma linguagem de programação visual, baseia-se princípio de que de que a utilização de uma representação gráfica é mais fácil de entender do que uma representação em texto e melhora a interface com o utilizador, diminuindo a dificuldade na programação (Kanakadoss, 2005).

De acordo com Zilli (2004, citado por Ribeiro, 2006) qualquer projeto desenvolvido com o *kit Lego Mindstorms NXT* passa necessariamente por diversas fases, que serão invariavelmente repetidas de forma interativa até atingir o resultado pretendido: análise do problema e planeamento do robô; construção do robô usando o *NXT*, os sensores e motores necessários e outras peças *Lego*; desenvolvimento do programa usando o *NXT*; carregamento do programa do computador para o robô; execução do programa pelo robô.

A sua programação permite que o robô se movimente, emita sons e utilize variados sensores de que dispõe, sendo uma das suas principais características a possibilidade de poder comunicar com um computador através da porta *USB*, por onde é realizado o download da programação a ser executada pelo robô.

NXT é, então, a linguagem de programação que a aplicação *Mindstorms NXT* utiliza. É uma linguagem gráfica, o que significa que se constrói um programa inserindo blocos com determinadas funções, que vão sendo colocados numa ordem sequencial de tarefas, na área de programação.

Contudo, para programar em NXT, é necessário saber as suas funcionalidades: inserir, mover e excluir blocos no programa; ligar e configurar os blocos inseridos; conhecer os tipos de dados existentes (Inteiro, Texto, Lógico) e ter noções de lógica. Para isso, o programa possui funções de fácil acesso, que se podem ir experimentando.

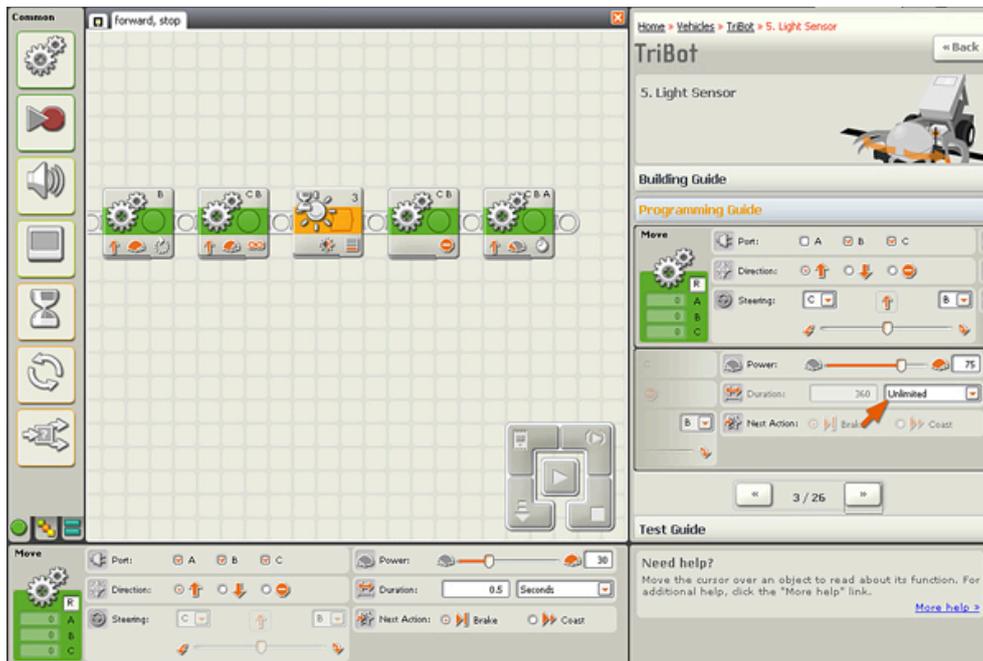


Figura 10 – Ambiente de programação Lego Mindstorms NXT

No canto esquerdo do ambiente de programação, encontra-se a paleta de comandos, onde estão os blocos que poderão ser utilizados. A paleta pode ser exibida de três formas: *Common*, *Complete* e *Custom*. Os blocos de programação dividem-se, na paleta completa, em grupos de blocos: *Common*, *Action*, *Sensor*, *Flow*, *Data*, e *Advanced*. No canto inferior direito, encontra-se o controlador NXT, onde é possível fazer o *download* dos programas criados para o NXT, além de verificar características do NXT, como a restante bateria, a memória ocupada, etc.

Cada bloco existente no programa possui determinadas configurações que só podem ser acedidas após esse bloco ser arrastado para o ambiente de programação. É

necessário proceder a uma correta configuração de modo a que o bloco faça o pretendido.

Os blocos elementares apresentados na paleta *Common* são: *Move*, que serve para fazer andar os servomotores em sentido horário ou anti-horário, e dessa forma, fazer com que o robô ande para frente ou para trás em linha reta, ou virar de modo a poder fazer uma curva; *Record/Play*, permite que seja gravada uma ação referente aos motores de modo a poder ser reproduzida posteriormente; *Sound*, permite que o NXT reproduza um determinado som durante uma ação; *Display*, serve para mostra uma imagem ou texto no écran do NXT; *Wait*, permite que o robô espere um determinado tempo antes de tomar uma ação, ou que ele aguarde até que certa condição seja satisfeita, para efetuar uma determinada ação; *Loop*, permite repetir uma determinada atividade um número de vezes definido pelo programador; *Switch*, é um bloco que tem a função de decisão entre duas sequências de códigos.

Definido o algoritmo que irá ser implementado relativamente a um determinado programa, os blocos são arrastados para o ambiente de programação, podendo serem colocados uns dentro dos outros.

3.7. Investigação em educação no domínio da RE

Através da pesquisa com vista à elaboração deste documento, é visível que a RE tem sido utilizada nos mais variados níveis de ensino. Em Portugal, no 1º CEB, foram realizadas intervenções como o projeto RobôCarochinha, onde o resultado final foi reconhecido por toda a comunidade de robótica como uma experiência educativa de grande interesse e que é inegável que é possível construir todo este projeto com alunos do 1º CEB, o que prova que este tipo de atividades e materiais são adequados a este nível etário (Ribeiro, 2007). A autora afirma ainda que esta é uma atividade que

motiva os alunos e foi já demonstrado que tem fundamentos pedagógicos sérios e que contribui para o adquirir de competências em áreas curriculares chave dos curricula do ensino básico.

No estudo realizado em alunos com paralisia cerebral, Conchinha (2011) refere que os participantes envolvidos no estudo demonstraram adquirir aprendizagens e evidenciaram o carácter terapêutico do kit educativo bem como conclui que o *Lego Mindstorms* é uma ferramenta pedagógica passível de ser explorada por famílias, escolas e demais instituições que apoiam utentes com paralisia cerebral.

Já Carmo (2013), no estudo desenvolvido em alunos do 1º e 2º CEB visando o desenvolvimento da raciocínio matemático, afirma que, por se tratar de um instrumento inovador em sala de aula, o trabalho com robôs mostrou ser suficientemente forte para estimular os alunos a querer aprender sempre mais, qualquer que seja a metodologia escolhida. O ensino através de meios lúdicos cria um ambiente atrativo e motivador, estimulando o gosto pelas áreas curriculares e despertando o interesse dos alunos (Carmo, 2013).

O termo pensamento computacional foi introduzido por Wing (2006), autor que centrou o seu trabalho no domínio das ciências da computação e suas aplicações. Segundo a autora, o pensamento computacional envolve desde a estruturação do raciocínio até ao comportamento humano para a resolução de problemas (Wing, 2006).

Para Charlton e Luckin (2007), a introdução do pensamento computacional na escola constitui, hoje em dia, uma proposta suportada pela comunidade científica e educativa, e um tópico relevante na discussão sobre as competências que os jovens devem adquirir ao longo da sua escolaridade, tendo em vista os cenários de futuro no

que diz respeito ao desenvolvimento social e económico (Royal Academy of Engineering, 2012).

De acordo com Wing (2014), as abordagens e estratégias utilizadas, incluindo as tecnologias e aplicações, são muito diversas, e apesar das divergências, parece ser consensual a necessidade de introduzir o pensamento computacional no processo de ensino-aprendizagem.

Ainda para Wing (2006), o pensamento computacional é um conceito crucial na educação e que envolve a resolução de problemas, a conceção de sistemas e a compreensão do comportamento humano, baseados nos princípios das ciências da computação. À leitura, à escrita e à aritmética deverá ser acrescentado o pensamento computacional com vista ao desenvolvimento das capacidades analíticas de cada aluno (Wing, 2008).

Deste modo, o robô é utilizado como um objeto de aprendizagem, com a finalidade de promover o pensamento computacional, acreditando que esta é uma competência essencial e transversal a todas as áreas do saber (Serafini, 2011).

Referente ao ensino secundário, tem sido realizada alguma investigação com resultados positivos no que refere a disciplinas do curso profissional de Gestão e Programação de Sistemas Informáticos, Programação e Sistemas de Informação e à disciplina de Aplicações Informáticas B (Bernardo, 2012; Gomes, 2012).

No que se refere ao ensino superior, Kumar e Meeden (1998) têm utilizado robôs em disciplinas de Inteligência Artificial, mencionando como motivo o facto de os robôs cativarem os alunos, podendo esse interesse ser utilizado como um estímulo à aprendizagem.

Entretanto começa a ser visível a importância dada internacionalmente pelos diferentes Ministérios da Educação à aplicação da programação e da robótica à educação. Como afirmam Ramos e Espadeiro (2014), nos últimos anos, temos vindo a assistir à multiplicação de iniciativas e programas de introdução do pensamento computacional na escola em diversos países, através do recurso a diferentes tecnologias, linguagens e ambientes computacionais.

Na Estónia (e segundo o site da Forbes, 2012), foi criado um programa-piloto em 20 das 550 escolas do país. O programa, chamado ProgeTiiger, consiste no ensino da programação aos alunos entre os sete e os 19 anos. De acordo com a coordenadora do projeto, Ave Lauringson, para os estudantes mais novos, os novos cursos não se focam no ensino de linguagens de programação como o Java, o Pearl ou o C++, mas antes no ensino da lógica de programação, potenciando a integração da robótica.

Já na Finlândia, e segundo o site Revolução Digital (2013), a intenção é incluir uma disciplina de programação no ensino obrigatório. Para esse site, a Finlândia está a ponderar incluir noções de programação no ensino obrigatório mas só a partir dos 7 anos de idade, pois tendo a tecnologia um papel tão importante, este país quer começar a dar noções de programação aos seus cidadãos logo desde muito cedo para que na idade adulta eles comecem a pensar “mais à frente” do que atualmente pensam.

Por outro lado, no Reino Unido, desde Setembro de 2014, alunos a partir dos cinco anos de idade têm aulas de programação nas mais de 160 mil escolas primárias do país (BBC, 2014). Esta mudança, segundo o mesmo site, faz parte de uma série de alterações no currículo escolar que acabam de ser postas em prática na Inglaterra, e que segundo o Departamento de Educação, tem como objetivo preparar as crianças para a vida moderna.

De igual modo, no contexto português, no decorrer do ano letivo 2014/2015, a Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas (ERTE) da Direção Geral de Educação, após efetuar um levantamento relativo aos Clubes de Programação e Robótica existentes no ensino básico e secundário nacional, abriu o Concurso dos Clubes de Programação e Robótica relativo ao ano letivo 2014/15 com vista a apoiar atividades relacionadas com a programação e a robótica, desenvolvidas nas instituições educativas. Estas atividades, aliadas à educação, proporcionam uma aprendizagem diversificada, permitindo aos alunos explorar as suas potencialidades criativas e aumentar o seu sentido de responsabilidade (MEC, 2015).

4. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Neste capítulo será descrito o estudo a realizar, bem como os objetivos a atingir com este. Será feita uma descrição dos participantes no estudo, bem como os instrumentos a utilizar e os procedimentos que foram implementados para a concretização do mesmo. Termina-se com uma breve abordagem aos conteúdos e competências do 1º CEB tratadas neste estudo.

4.1. Descrição do estudo

Neste ponto, e feito um enquadramento acerca da RE e das suas potencialidades enquanto ferramenta pedagógica, irá ser abordado o estudo a realizar no âmbito desta tese.

De modo a poderem ser alcançados os objetivos delineados neste trabalho, foi desenvolvido um projeto de RE junto de um grupo de alunos do 4º ano de escolaridade do 1º CEB, baseado nos robôs desenvolvidos pela *Lego*, os *Lego Mindstorm NXT*.

4.1.1. Definição da problemática e objetivos do estudo

Segundo Quivy e Campenhoudt (2008), a primeira etapa de um processo de investigação é a identificação do problema que se pretende investigar, e que se traduz na elaboração das perguntas de partida. Estas questões têm por objetivo especificar a natureza dos aspetos ou domínios a investigar relativamente ao problema, servindo de fio condutor da pesquisa. A elaboração da pergunta de partida deve obedecer a três critérios: clareza (unívoca, evitando ambiguidades na interpretação; curta, precisa, mostrando a intenção), exequibilidade (deve ter carácter realista e concretizável) e, por último, pertinência (deve abordar o real em termos de análise e não de julgamento) (Quivy & Campenhoudt, 2008).

Porque o estudo centrou-se na importância que a RE apresenta no desenvolvimento do pensamento computacional dos alunos, delineou-se como questão geradora da investigação:

- Será que a aprendizagem da robótica desenvolve o pensamento computacional nos alunos do 1º CEB?

Tendo sido delineadas as seguintes questões:

- Serão as atividades desenvolvidas no âmbito da RE motivadoras para os alunos do 1º CEB, durante a sua aprendizagem?
- Serão as atividades desenvolvidas no âmbito da RE capazes de ajudar a atingir as metas curriculares associadas ao 1º CEB, em particular no Português e Matemática?

Para Brennan e Resnick (2012), o pensamento computacional é considerado uma aptidão fundamental no século XXI pois permite aumentar a capacidade analítica das crianças nas diversas áreas do conhecimento.

Sendo o pensamento computacional um processo de formulação de problemas, é inevitável mencionar o método de resolução de problemas (Jonassen, 2004). Para este autor, este método é visto também como uma aptidão importante para os alunos em qualquer contexto. O autor refere ainda que a aprendizagem advém dos problemas que precisam de ser resolvidos e que enquanto os alunos os resolvem estão a aprender e a compreender.

O pensamento computacional manifesta-se já na idade infantil, uma vez que as crianças raciocinam de forma computacional (Nunes, 2011). Contudo esta capacidade não é explorada no ensino básico pelo que acaba por não se desenvolver plenamente (Nunes, 2011).

Para a realização deste estudo foi necessário elaborar um conjunto de objetivos que visassem responder à questão-problema. A definição dos objetivos de um estudo definem o que o pesquisador pretende alcançar com a realização da sua pesquisa. A definição clara dos objetivos auxilia na tomada de decisões quanto aos aspetos metodológicos da pesquisa.

Deste modo, procurou-se alcançar o principal objetivo do estudo, que foi compreender o impacto dos robôs no processo de desenvolvimento do pensamento computacional

4.1.2. Planificação do estudo

Para a planificação deste estudo, e visando atingir os objetivos delineados, tiveram que ser considerados alguns pontos importantes: as datas da sua execução, tendo sido decidido que o projeto decorreria durante o 2º período do ano letivo 2014/15, de Janeiro a Março, realizando-se à segunda-feira e com o número de horas por sessão ajustável. No que respeita ao material disponível foi decidido por todos os envolvidos no projeto a utilização dos *kits* da Lego Mindstorms NXT, devido à sua baixa complexidade de montagem e à linguagem de programação apropriada para alunos deste nível de ensino.

Foi decidido ainda que o projeto a implementar contemplaria a participação, no início do 3º período, de duas equipas no Festival Nacional de Robótica, especificamente na prova de ‘Busca e Salvamento A’. As equipas a serem selecionadas, compostas por três alunos cada, seriam escolhidas em função dos conhecimentos adquiridos e do trabalho realizado em sala de aula. Fatores como o estudo e o comportamento diário também seriam levados em consideração.

A segunda etapa consistiu na apresentação do projeto aos pais e encarregados de educação, onde se explicou o enquadramento do projeto, as etapas do seu

desenvolvimento e o material necessário ao estudo, como a recolha de imagens e vídeos (Apêndice B).

Outro pormenor abordado foi qual o modelo de robô a ser utilizado. Após a consulta de alguns manuais com diversos modelos, pensou-se em dar espaço à criatividade dos alunos para optarem pela estrutura de robô que mais gostavam. Devido à complexidade de montagem de alguns esquemas pelos quais os alunos poderiam optar, bem como pela dificuldade na adaptação dos exercícios previstos para a realização do projeto a alguns dos modelos, ficou decidido que o robô a ser implementado no projeto seria o modelo standard e cujo manual faz parte do kit adquirido. Esta opção seria a mais eficaz, devido à menor complexidade na sua montagem, à uniformização de todos os robôs e à facilidade de adaptação dos mesmos.

De seguida, planificaram-se as atividades a realizar em sala de aula. Para um conhecimento inicial a adquirir por parte dos alunos, foi decidida a realização das atividades propostas e já mencionadas no ponto 3.5, baseadas nos tutoriais criados para o RoboCup Júnior Austrália.

Atividade	Duração
- Construir a base motriz;	1 sessão – 2 horas
- Ligar o computador ao bloco NXT; - Fazer o download do programa;	1 sessão – 1 hora
- Fazer andar o robô num percurso pré-definido.	1 sessão – 1 hora
- Utilizar o bloco de estrutura de decisão e de repetição; - Diferenciar os modos de comparação dos de alteração dos diversos sensores: sensor de rotação.	1 sessão – 2 horas
- Diferenciar os modos de comparação dos diversos	1 sessão – 2 horas

sensores: sensor de cor e sensor ultrassónico.	
- Unir os diferentes programas	2 sessões – 6 horas
- Efetuar a avaliação da ação	1 sessão – 1 hora

Tabela 1 - Estrutura das atividades desenvolvidas

Foi ainda discutido pelo grupo de trabalho qual o melhor modo de distribuição dos alunos, tendo ficado decidido que, face ao projeto apresentado e face aos recursos disponíveis, os alunos seriam divididos em grupos de três, ficando cada grupo de alunos com o nome de uma cor: Vermelha, Verde, Amarela, Cinzenta, Branca, Preta e Laranja.

4.1.3. Competências a adquirir

Para Perrenoud (2001), as competências estão relacionadas com o processo de mobilizar ou ativar recursos – conhecimentos, capacidades, estratégias – em diversas situações.

Citando Roldão (2003), a competência é o objetivo último dos vários objetivos que para ela contribuem, ou seja, a competência é o objetivo máximo que se pretende alcançar a partir de todos os outros objetivos de aprendizagem.

De acordo com Zilli (2004, citado por Gaspar, 2007) a RE, além de proporcionar aos alunos o contacto com a tecnologia atual, sugere o desenvolvimento de um conjunto de competências tais como raciocínio lógico, habilidades manuais, relações inter e intrapessoais, utilização de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos, competências de investigação e compreensão, representação e comunicação, resolução de problemas através da aprendizagem pelo erro, aplicação de teorias a atividades concretas, utilização da criatividade em diferentes situações, capacidade crítica e criativa.

Para a definição das competências que os alunos envolvidos no projeto deveriam alcançar, a professora titular facultou a planificação e a informação acerca das atividades letivas da turma. Desse modo, delineou-se como competências gerais a atingir pelos alunos, nos diferentes domínios constituintes do seu currículo e no período em que o estudo decorreu, as seguintes:

- Português – distinguir a informação essencial da acessória; utilizar sempre a palavra com um tom audível, boa articulação e ritmos adequados; identificar informação implícita; debater ideias, justificando a sua decisão; procurar informação em suportes de escrita variados.
- Matemática – compreender a necessidade da utilização de algoritmos e cálculos de rotina; efetuar procedimentos e algoritmos de cálculo rotineiro; resolver problemas de vários passos envolvendo o raciocínio e o cálculo; efetuar medições; compreender problemas em contextos diversificados e resolvê-los utilizando estratégias adequadas; desenvolver o sentido espacial.

4.1.4. Recursos e materiais didáticos

Os documentos orientadores do ensino básico apontam para a aplicação de materiais manipuláveis como recursos importantes para o ensino e aprendizagem no 1.º CEB. No programa do 1.º CEB (Ministério da Educação, 2004), é referido que os materiais manipuláveis são apresentados como um apoio à construção de certos conceitos que, pelo seu nível de abstração, precisam de um suporte físico, podendo também servir para representar os conceitos ajudando na sua estruturação.

Segundo Chamorro (2003), os recursos são os meios que o professor utiliza para ensinar dentro e fora da sala de aula, ou seja, como apoio à sua lecionação. Nesse sentido, os recursos devem ser criados, produzidos, adaptados e aplicados durante a

ação educativa e para o desenvolvimento do processo cognitivo (Alves & Morais, 2006).

A escolha das tarefas tem obviamente reflexos nos modos de trabalho na aula (trabalho individual, em pequeno grupo e no grande grupo), no ambiente de aprendizagem, concretamente no discurso na sala de aula, em que o professor tem um papel fundamental, gerindo a participação dos alunos e a sua própria participação (Serrazina et al., 2006).

Desse modo, a escolha das tarefas a propor aos alunos bem como dos materiais de apoio a estas é o aspeto central do processo de ensino e aprendizagem (Ponte, 2005), cabendo ao professor a responsabilidade da sua elaboração e condução.

As atividades realizadas em sala de aula assentaram num conjunto de materiais estruturados com base em apresentações esquemáticas, elaboradas para a realização das diferentes etapas do estudo, e nos manuais referidos no ponto 3.5 e referentes ao RoboCup Júnior Austrália.

Os manuais, adaptados para Português e às regras da prova aplicadas em Portugal, eram divididos em quatro fases: uma atividade guiada, duas atividades de alteração de parâmetros e um desafio lançado aos alunos, de modo a poderem aplicar os conhecimentos a novos desafios. Os resultados alcançados foram sendo registados na grelha de observação das atividades (Apêndice D) e serviram como apoio à narrativa das aulas bem como às conclusões finais.

Com a aquisição das competências necessárias alcançadas através da realização dos exercícios propostos, os alunos ficariam aptos a realizar qualquer tipo de atividades relacionadas com os robôs.

4.1.5. Avaliação

“A avaliação constitui um processo regulador do ensino, orientador do percurso escolar e certificador dos conhecimentos adquiridos e capacidades desenvolvidas pelo aluno” (Decreto-Lei nº 139/2012, ponto 1, artigo 23, p. 3481). O ponto 2 do mesmo artigo define o objetivo da avaliação afirmando que “a avaliação tem por objetivo a melhoria do ensino através da verificação dos conhecimentos adquiridos e das capacidades desenvolvidas nos alunos e da aferição do grau de cumprimento das metas curriculares globalmente fixadas para os níveis de ensino básico e secundário.” (p. 3481)

Segundo Ribeiro (1989), “as avaliações a que o professor procede enquadram-se em três grandes tipos: avaliação diagnóstica, formativa e sumativa [...]. Cada um destes tipos de avaliação tem uma função específica, complementar das restantes, constituindo, assim, um conjunto indispensável ao professor”. Enunciam-se respetivamente os instrumentos avaliativos que a esses tipos aparecem associados: i) uma avaliação inicial e que tem como finalidade a identificação inicial dos saberes aparece associada aos testes-diagnóstico; ii) uma avaliação sumativa, onde está expresso o critério que se aplica ao entendimento dos alunos e do progresso das suas competências, liga-se primordialmente aos exames finais; iii) uma avaliação formativa, que é um conjunto de práticas que concluem o processo de ensino-aprendizagem e que têm como fim auxiliar os alunos a aperfeiçoar as suas aprendizagens, materializa-se em particular em fichas de exercícios.

Para o projeto em causa adotou-se somente atividades de avaliação formativa. Esta avaliação foi realizada ao longo das diversas aulas e da concretização das diversas etapas do projeto. Assumiu assim um caráter regulador das aprendizagens dos alunos, permitindo ao professor intervir, caso o aluno revelasse dificuldades.

Os dados julgados adequados à avaliação das aprendizagens recaíram sobre o trabalho realizado ao longo das aulas, operacionalizado através de atividades de observação, conversas informais tidas com os alunos no decorrer das sessões, a recolha de imagens, realizadas durante as aulas e posteriormente destruídas, que tiveram como principal objetivo dar suporte ao acompanhamento do trabalho dos alunos, acrescentando rigor e objetividade à observação.

4.2. Procedimentos legais

A lei de proteção de dados pessoais, Lei nº 67/98 de 26 de Outubro, define no artigo 2 que “o tratamento de dados pessoais deve processar-se de forma transparente e no estrito respeito pela reserva da vida privada, bem como pelos direitos, liberdades e garantias fundamentais”. A mesma Lei, na alínea b) do artigo 5, afirma que “os dados pessoais devem ser recolhidos para finalidades determinadas, explícitas e legítimas, não podendo ser posteriormente tratados de forma incompatível com essas finalidades”. Já no seu artigo 6, é declarado que “o tratamento de dados pessoais só pode ser efetuado se o seu titular tiver dado de forma inequívoca o seu consentimento”.

Partindo deste princípio, a implementação do estudo passou por uma apresentação do projeto à Direção do AEDD e a um consentimento escrito por parte desta (Apêndice A) e por parte dos Encarregados de Educação dos alunos envolvidos (Apêndice B), onde o projeto foi apresentado durante as reuniões realizadas pela professora titular da turma.

Foi dada ainda a garantia de que os dados recolhidos¹¹ seriam alvo de tratamento confidencial, tendo sido assegurado o respeito por todas as questões éticas e legais .

¹¹ Todos os dados recolhidos foram realizados de forma anónima, não tendo sido solicitado qualquer tipo de identificação aos alunos.

Também os alunos envolvidos no projeto foram informados acerca do mesmo, tendo sido abordados os aspetos relacionados com a implementação e metodologias a serem empregues.

Os resultados obtidos foram organizados posteriormente de modo a poder ser feita uma conclusão acerca do estudo, e constituíram um meio essencial de dar respostas às questões de investigação.

Estes resultados possibilitaram o entendimento acerca das estratégias utilizadas e da sua adequação às tarefas propostas, bem como as dificuldades dos alunos aquando da realização das atividades. Desse modo, foi sendo avaliado a evolução dos projetos, e se estes iam correspondendo aos objetivos propostos para cada aula.

Com vista à sistematização dos dados, organizaram-se as respostas dadas pelos alunos a cada uma das tarefas propostas. Posteriormente fez-se um processo de seleção dos diferentes tipos de dados tendo em conta os objetivos do estudo, ou seja, as questões de investigação.

4.3. Instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados consiste, de acordo com Quivy e Campenhoudt (2008), na recolha concreta das informações determinadas junto das pessoas ou das unidades de observação incluídas na amostra.

A metodologia empregue assentou numa pesquisa descritiva em que se observou e analisou os factos ou fenómenos resultantes da aplicação de diferentes técnicas de recolha de dados (Ferreira, 2013).

Para a recolha de dados foi utilizado, além da informação reunida nos *dossiers* das turmas, um questionário inicial (Apêndice C), disponibilizado aos alunos por administração direta em contexto de sala de aula (Quivy & Campenhoudt, 2008).

O questionário é composto por questões fechadas, que segundo Ghiglione e Matalon (2001), “podem ter várias formas e permitem uma análise estatística dos dados recolhidos”, e questões abertas, todas de resposta obrigatória. Este apresentou como principal objetivo, entender quais os conhecimentos prévios dos alunos relativamente às tecnologias em geral e à robótica em especial.

O questionário encontra-se dividido em quatro partes: a primeira parte com cinco questões, duas questões com vista a relacionar a idade e o sexo com as respostas posteriores e três questões do tipo Verdadeiro / Falso com vista a aferir a utilização de robôs por parte dos alunos. A segunda e a terceira partes visam perceber a utilização de novas tecnologias por parte dos alunos e o seu interesse nas áreas da programação e dos robôs, as opções de resposta foram colocadas numa escala de concordância – Sim, Talvez, Não, Não Sei -, das quais o aluno deveria selecionar uma das opções. A quarta parte, composta por duas questões abertas, visava entender qual o conceito de robô detido pelos alunos e quais as tarefas que julgava possíveis de ser realizadas com os mesmos.

Este método de recolha de dados foi utilizado devido à maior rapidez e facilidade com que permite proceder à recolha de informação e posteriormente fazer a análise dos dados (Quivy & Campenhoudt, 2008).

Foram ainda realizadas observações das aulas e foram estabelecidas conversas informais com os alunos ao longo das sessões, que possibilitaram a recolha das informações relevantes acerca da evolução do trabalho que ia sendo realizado. As observações efetuadas iam sendo registadas numa grelha de observação (Apêndice D), com o objetivo de sistematizar os fenómenos observados e de proceder posteriormente à sua análise e compreensão (Coutinho, s.d.).

Na grelha de observação foram registados os aspetos mais variados que aconteceram durante a realização do projeto. A grelha de observação, identificada por sessão e dia em que ocorreu, é composta por uma tabela onde consta a cor das equipas e as atividades / desafio proposto para essa sessão. A grelha foi preenchida com o sinal + ou o sinal -, consoante a equipa alcançava, ou não, os objetivos propostos para as diferentes tarefas. Adicionalmente foi adotado o sinal de \pm , de modo a realçar as equipas que alcançavam os objetivos mas recorrendo a alguma ajuda por parte dos professores em sala. Existia ainda um espaço para observações de modo a poder-se efetuar os comentários considerados pertinentes a cada sessão.

A estratégia de observação adotada foi a observação participante, na medida em que o investigador era igualmente o responsável pela implementação das sessões. Este método de investigação tem no próprio investigador o instrumento principal de registo e análise dos dados; ele vive as situações e elabora, posteriormente, os seus registos dos acontecimentos de acordo com a sua perspetiva/leitura (Coutinho, n.d.).

Deste modo, a observação participante foi um dos métodos principais de recolha de dados, pois como refere Jorgensen (1989), esta surge como um dos métodos mais adequados para estudar aspetos associados à interação humana.

No entanto, Adler e Adler (1998) entendem que a validade dos resultados obtidos só a partir dos dados da observação, pode ser questionada, o que explica que sejam diminutos os estudos baseados apenas na observação direta. Jorgensen (1989) sugere que, mesmo quando o investigador privilegia a observação direta como método de recolha de informação, normalmente usa outras estratégias e recursos de apoio, entre eles os registos de som e de vídeo.

Assim, e de modo a poder suportar as notas tiradas na sala bem como as conclusões daí provenientes, todas as aulas foram filmadas com o consentimento prévio dos Encarregados de Educação, sendo essa recolha de imagens posteriormente destruídas.

4.4. Participantes

Para a caracterização dos alunos, recorreu-se ao dossier da turma disponibilizado pela Professora titular e a um questionário escrito aplicado aos alunos no início do estudo (Apêndice C), tal como abordado no ponto anterior.

Também foi referido no ponto dois, que o estudo foi realizado junto de uma turma do 4º ano do ensino básico, da Escola Básica Dr. João dos Santos. Por uma questão prática, a turma será identificada por 4JS.

A turma 4JS é composta por 21 alunos dos quais 7 do sexo feminino e 14 do sexo masculino. As idades variam entre os 9 e os 11 anos, sendo a sua média de 10 anos. No que diz respeito ao percurso escolar, a turma mostra-se bastante regular, existindo apenas dois alunos que se encontram a repetir o 4º ano.

Com base no questionário aplicado foi possível constatar que nenhum dos alunos possuía qualquer tipo de conhecimento acerca dos Legos Mindstorms. Quando questionados acerca do que era um robô e quais as suas funcionalidades, os conhecimentos que possuíam era meramente decorrentes de filmes e do seu próprio imaginário.

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da implementação do projeto anteriormente descrito. Inicialmente serão relatados os comportamentos dos alunos nas diversas fases do estudo e a sua evolução. De seguida efetua-se uma análise às respostas dos alunos ao teste diagnóstico realizado e um estudo individual de cada um dos sujeitos do estudo.

5.1. Evolução dos alunos

Sendo este ponto do capítulo dedicado à narração da implementação do projeto, foi constante o cuidado em detalhar as atitudes e os comportamentos dos alunos, bem como a sua evolução durante a intervenção.

De acordo com Schofield (1993), deve-se efetuar uma descrição detalhada e abundante de todo o processo da investigação, pois sem essa informação é impossível fazer um juízo informado e elaborar conclusões do estudo. A descrição detalhada possibilita encontrar dados capazes de responder às questões em análise e daí terem-se incluído expressões/comentários dos alunos, no seu discurso direto.

Cortazzi (1993) afirma que os métodos narrativos permitem ajudar os que estão fora das salas de aula a entender melhor o que acontece nas mesmas do ponto de vista do professor.

5.1.1. Sessão 1

Os alunos já tinham sido avisados que as atividades de robótica começariam no 2º período, portanto quando a atividade se iniciou, a expectativa era grande. Como as

sessões se iniciavam logo após a pausa para o almoço, com a minha¹² entrada na escola os alunos vieram a correr, gritando “Olha o Professor dos Robôs”.

Iniciei a sessão com uma apresentação de alguns robôs previamente construídos e que serviram para estimular a curiosidade dos alunos.



Figura 11 – Apresentação dos robôs aos alunos

De seguida falei acerca das funcionalidades e dos componentes dos robôs. Os alunos questionavam o nome e a função de cada uma das peças, como se demonstra no diálogo em baixo:

Investigador: Que sabem vocês de robôs, onde é que já viram robôs?

Aluno: Nos Transformers.

Aluno: Na televisão.

Aluna: O Wally-E

¹² No entender do investigador, os trabalhos académicos beneficiam em ser escritos na terceira pessoa do singular. No entanto, por se tornar mais fácil a narrativa na primeira pessoa neste ponto da dissertação, o mesmo será escrito desse modo.

(...)Investigador: Esta peça maior (bloco), é como se fosse um computador, tem uma memória que guarda todos os programas.

Aluno: E também tem um chipset?

(...)Investigador: Este sensor em forma de olhos, deteta movimento ou distâncias.

Alguém me dá um exemplo?

Aluno: Na casa de banho, para acender as luzes.

Aluna: O meu Pai tem umas coisas dessas na parte de trás do carro e apitam.

Para esta sessão, e após os alunos terem sido divididos pelos grupos previamente definidos, iniciaram a construção da base motora do robô, utilizando o manual de instruções, tal como tinha sido anteriormente definido. Como no final sobraram algumas peças, disse aos alunos que poderiam, se assim o entendessem, personalizar os seus robôs.



Figura 12 - Exemplo dos robôs montados em sala de aula

Como avaliação da sessão e da evolução das aprendizagens dos alunos, observei a sua destreza no manuseamento do material bem como a sua capacidade de seguir as

instruções que o manual providenciava. Todos os alunos mostraram nesta sessão maturidade para trabalharem cooperativamente de modo a poderem resolver os desafios que se iam apresentando.

No final desta primeira sessão, a curiosidade dos alunos era enorme relativamente ao próximo passo, a programação dos robôs.

5.1.2. Sessão 2

Na segunda sessão, ao chegar à escola já os alunos estavam na sala. Tinham pedido à Professora para os ir buscar mais cedo para se prepararem para o trabalho desse dia. Após ter realizado breve conversa com os alunos acerca da sessão anterior, e de modo a relembrar tudo o que se tinha falado, iniciei a atividade da sessão.

Passei a explicar os objetivos da sessão aos alunos, que passavam por efetuar a ligação do bloco do NXT ao computador e fazer o download dos programas.

Investigador: Ainda se lembram do que falámos na última aula?

Aluno: Sim, da caixa que comanda o robô e daquilo parecido com os olhos.

(...)Investigador: Que tarefas acham que um robô pode realizar?

Aluna: A minha Mãe tem um que cozinha.

Aluno: Aqueles braços que movem as peças dos automóveis também são robôs?

De seguida expliquei as possíveis ligações do bloco do NXT ao computador, via cabo USB e via Bluetooth, de modo a que os alunos entendessem como efetuar o download do programa que tinham realizado.

(...)Investigador: Alguém sabe o nome deste cabo?

Aluno: É um cabo USB.

Investigador: Muito bem. Temos outra maneira de ligarmos o bloco ao PC, que é como se ligam os telemóveis à internet. Alguém sabe como se chama?

Aluna: Não é aquela coisa do Blue (pausa), Blue qualquer coisa...

Investigador (rindo): Sim, é o Bluetooth.

Com o meu computador ligado ao projetor, passei a explicar o funcionamento do software, como colocar os blocos no ambiente de programação, como parametrizar as propriedades dos blocos, tendo testado um pequeno programa num robô. De seguida, e já com os alunos nos computadores divididos pelos respetivos grupos, foi a sua vez de tentarem criar um programa simples, fazendo com que o robô reproduzisse um som, que exibisse uma imagem no visor do bloco e que piscasse a luz do bloco. O desafio do dia foi conseguir realizar as três ações sequencialmente.

(...) Aluno: Mas então programar é só isso?

Para esta sessão, a avaliação das aprendizagens por mim realizada, incidiu essencialmente na capacidade dos alunos de criar e executar os programas, após a correta configuração dos blocos necessários à execução da tarefa. O desafio apresentado não foi de imediato alcançado, mas com uma pequena indicação dada por mim, este foi rapidamente entendido.

(...) Investigador: Então e se colocarem um bloco a seguir ao outro, dando duas instruções ao robô?

Equipa verde: Funciona! Que fixe podemos colocar mais blocos?

Investigador: Experimentem e digam-me o que acontece.

Porque esta sessão foi um pouco mais teórica, senti algum desapontamento por parte dos alunos. Ficou, no entanto a promessa de que na aula seguinte iriam ser eles a pôr a funcionar os robôs.

5.1.3. Sessão 3

Iniciei a terceira sessão com a habitual conversa com os alunos com o intuito de os relembrar o trabalho realizado na sessão anterior, e desfazer as dúvidas que entretanto poderiam ter surgido.

De seguida, abordei o objetivo da sessão, que consistia em colocar o robô a deslocar-se nas mais diversas direções, sendo necessário definir em que situações se deve utilizar uma volta em torno de si mesmo (os motores giram em sentidos opostos), uma volta utilizando apenas um motor (um motor gira e o outro fica parado) ou uma volta utilizando os dois motores no mesmo sentido, quer em velocidades iguais ou diferentes.

Relembrei ainda a metodologia a ser empregue, e que consistia na distribuição de uma ficha de trabalho com três propostas de atividades e um desafio. Notei entretanto que os alunos já começavam a adquirir as rotinas necessárias à execução das atividades por mim propostas.

Os procedimentos de iniciar o programa, dar o nome ao ficheiro e gravá-lo, correu dentro da normalidade, pois os alunos já tinham anteriormente nas aulas de TIC realizado estes procedimentos, e eles são semelhantes no software da Lego.

De seguida, entreguei as fichas aos alunos, e que consistia na programação básica de alguns blocos do robô, como os motores e as suas propriedades.

Equipa verde: Professor, o nosso já anda. Somos os melhores.

Investigador: Mas isso anda muito pouco, gostava que ele andasse mais tempo.

Equipa vermelha: Professor, conseguimos, nas propriedades dos motores aumentámos o tempo.

Investigador: Muito bem, mas só anda em frente?

Equipa laranja: O nosso anda para trás, mudámos as setas em baixo

Investigador: Meninos, calma e vejam na ficha como o poderão fazer andar para a frente e para trás.

Equipa amarela: Professor, conseguimos, pusemos os dois blocos de seguida.

Investigador: Muito bem, vejam agora como fazê-lo curvar.

No final da sessão apresentei o desafio do dia. Depois de ter explicado que as baterias dos robôs, conforme iam descarregando tinham menos potência, pedi a cada equipa para marcarem na mesa com uma régua 20 centímetros, e cronometrar quanto tempo o robô levava a percorrer essa distância. Depois disso era necessário saber quanto tempo o robô levaria a percorrer um metro.

Algumas equipas, casos da cinzenta e da branca tiveram alguma dificuldade quer na compreensão do exercício quer na sua resolução. No entanto, com o auxílio da Professora titular, todos os alunos conseguiram realizar o exercício proposto.

Apesar das diversas vantagens associadas à utilização do robô *Lego Mindstorms NXT*, há que ter em atenção alguns aspetos que podem acontecer durante a utilização do robot. Alguns fatores podem contribuir para a imprevisibilidade da resposta de um robot como a falta de resposta ou leitura incorreta de um sensor e o facto de por vezes o tempo de resposta do robot ser afetado pela fraca carga de bateria (Gomes, 2012).

(...) Equipa verde: O nosso robô é o mais rápido da turma.

Investigador: Não é o mais rápido, todos são iguais, o vosso é o que neste momento tem mais carga na bateria

Aluno: Então é por isso que os brinquedos deixam de trabalhar?

Investigador: Sim, os brinquedos trabalham a bateria e quando esta perde a força, eles deixam de funcionar.

A avaliação desta sessão incidiu no trabalho realizado pelos alunos, nomeadamente na correta definição dos valores dos parâmetros de direção, para andarem para a frente e para trás, sobre si mesmo ou sobre uma das rodas. Foi ainda observado se os alunos conseguiriam descrever o comportamento do robô em relação à programação com o máximo de detalhe possível.

A sessão terminou e após uma conversa com a professora da turma, deu para perceber que esta estava realmente convencida da utilidade que a robótica apresentava na divulgação de conteúdos de maior dificuldade no entendimento dos alunos.

5.1.4. Sessão 4

Nesta sessão, e após ter efetuado os procedimentos habituais relativamente à sessão anterior, apresentei os objetivos da sessão, que passavam pela utilização do bloco de estrutura de decisão e de repetição e pela utilização dos diversos tipos de sensores, nomeadamente o sensor de rotação.

Uma estrutura de decisão permite a escolha de uma ação ou grupo de ações a ser executada quando determinadas condições, representadas por expressões lógicas ou relacionais, são ou não satisfeitas (Forbellone & Eberspacher, 2005).

Investigador: Ainda se lembram de como fazer o robô andar para a frente e para trás.

Aluno: Arrastamos os blocos dos motores e alteramos nas propriedades a direção e o tempo que ele anda.

Já tinha abordado este tema anteriormente, mas de um modo muito superficial, pelo que agora irei fazê-lo mais aprofundadamente. Com os quatro sensores à frente dos alunos, expliquei as funções de cada um deles, aliando essa explicação a casos reais.

(...)Investigador: Se um sensor de cor deteta uma cor, o que acham que ele fará quando a detetar?

Aluna: Pode fazer o que nós o mandarmos fazer.

Investigador: Excelente, mas o quê?

Aluna: Então, virar, andar para trás.

Aluno: Então isso também o sensor de toque pode fazer.

Investigador: Concordam com o que o vosso colega disse?

Turma: Sim.

Nesta altura introduzi o conceito do bloco de estrutura de seleção, bem como as estruturas de decisão encadeadas.

Uma estrutura de seleção encadeada, aninhada ou em cascata surge como resposta à necessidade muito frequente de existirem mais do que duas alternativas possíveis para uma condição (Forbellone & Eberspacher, 2005).

(...) Investigador (chamando um aluno): Vejam, o vosso colega vai andar em frente em direção à porta, mas eu estou no meio do caminho. O que é que ele vai fazer?

Aluna: Vai-se desviar.

Investigador: Certo, nesse momento em que ele se desvia o que está ele a fazer? A tomar o quê?

Turma: (Silêncio)

Investigador: Quando ele chegar ao pé de mim, vai ter que se desviar, vai ter que decidir o caminho a seguir, vai ter que tomar uma...?

Turma: Decisão.

Investigador: Certo. Agora imaginem que o vosso colega só consegue ver em frente, tem umas vendas de lado. Ele chega ao pé de mim e o que faz para me ultrapassar?

Não se esqueçam que ele só me vê a mim...

Aluna: Vira-se para um dos lados.

Investigador: Muito bem. E se nesse lado lá estiver a vossa professora que não o deixa passar?

Aluno: Vira-se para o outro.

Investigador: Certo. Então ele teve que tomar no seu caminho duas decisões. A isto chamam-se decisões encadeadas.

Aquando da planificação das atividades, a professora tinha informado que os alunos no quarto ano aprendiam os diferentes tipos de ângulos, mas não abordavam as amplitudes de cada um deles. Nessa altura, decidi realizar uma experiência: explorar se os alunos conseguiam entender os valores associados a cada um dos tipos de ângulos.

Investigador: Muito bem, temos aqui um sensor para medir ângulos, que ângulos conhecem?

Aluna: Ângulo reto, obtuso e agudo.

(...) Investigador: Muito bem, vocês sabem que os ângulos se medem em graus. Um ângulo reto mede 90° . Quanto é que acham que poderá medir um ângulo agudo?

Aluna: Como o ângulo agudo é mais pequeno que o reto, então pode medir 30° .

Investigador: E só poderá medir 30° ? Pensem que se não existir um ângulo, então temos uma medida de 0° .

Alunos: Então pode medir entre 0° e 89° ?

Investigador: Quase bem, porque ele pode medir mais que 89° , se vocês trabalharem com casas decimais. Podemos então dizer que um ângulo agudo mede menos que 90° e mais que 0° .

(...) Investigador: Sabemos que um ângulo raso é o dobro de um ângulo reto. Quanto mede um ângulo raso?

Aluno: Bem, 90° mais 90° , mede 180° .

Investigador: Excelente. Mas de outro modo, 90° mais 90° é a mesma coisa que...?

Aluna: 90° vezes 2.

Investigador: Então qual a medida de uma ângulo obtuso?

Aluna: Entre 90° e 180° .

Após a minha explicação, os alunos foram para os computadores e iniciaram a ficha de trabalho, que consistia num primeiro exercício, a utilização do sensor de rotação

com a aplicação às amplitudes de vários ângulos, e num segundo exercício, a aplicação dos dois ciclos trabalhados na sessão anterior. Após terem realizado as duas tarefas com a aplicação de diversos valores e os terem associado aos diversos tipos de ângulos existentes, os alunos passaram ao desafio final, que consistiu em fazer o robô desenhar um quadrado.

(...) Investigador: Ok, hoje o desafio é desenhar um quadrado com o robô. Como é um quadrado?

Aluna: Um quadrado tem 4 lados, todos do mesmo tamanho.

Investigador: Certo, e como se juntam esses lados?

Aluno: Quando um lado acaba, desenha-se um outro lado.

Investigador: Ok, mas esse outro lado é como em relação ao primeiro lado?

Aluno: Tem um ângulo reto.

Investigador: Ou um ângulo de...?

Turma: 90°.

Os alunos passaram de seguida a programar o desenho do quadrado que o robô iria executar. Neste momento já se via que a generalidade dos alunos se sentia confiante a trabalhar com o software do Lego NXT.

(...) Investigador: Vamos a ver, se repararem bem no programa que fizeram, ele funciona, mas vocês repetiram quatro vezes os mesmos passos. Que passos repetiram?

Equipa cinzenta: Bem, o robô anda em frente e vira 90°.

Investigador: Certo, e não fizeram isso quatro vezes? Então vamos tentar melhorar o vosso código.

Passei então à explicação dos blocos de repetição. De acordo com Seixas (2005), as estruturas de repetição tratam da repetição de uma ou mais tarefas que se traduzem numa sequência de operações.

(...) Investigador: Viram agora que o vosso código ficou bem mais simples e fácil de ler?

Aluna: E ele faz a mesma coisa?

Investigador: Claro, tu mandas o robô fazer uma tarefa, andar para a frente e virar 90°. Se a seguir lhe dizes para ele fazer essa ação quatro vezes, então ele irá repeti-la e acaba por fazer o quadrado.

Com os alunos a finalizar a sessão pondo em prática os novos blocos, notei no final algum desapontamento por o robô não fazer um quadrado perfeito, embora o programa estivesse correto.

(...) Investigador: Se o programa estava bem feito, porque acham que o robô não fazia o que lhe mandavam? Falámos nisso na aula anterior.

Aluno: Por causa da bateria?

Investigador: Muito bem, não se esqueçam que a bateria pode alterar o que esperamos que o robô faça, embora o programa esteja certo. Qual acham que poderá ser a melhor solução para ver se está tudo ok?

Aluna: Experimentar noutra dia depois de ter carregado a bateria.

Para esta sessão, avalei algumas competências a atingir por parte dos alunos, e definidas anteriormente, como trabalhar ângulos e amplitudes, fazendo o robô virar de acordo com a ordem dada.

No balanço final realizado com a professora, esta salientou a facilidade com que a maior parte dos alunos tinha entendido e aplicado as medidas dos ângulos.

5.1.5. Sessão 5

Para a quinta sessão, e após ter revisto a matéria da sessão anterior relativa aos ângulos e ao sensor de rotação, apresentei os objetivos desta sessão, que passavam pela continuação da utilização de outro tipo de sensores, nomeadamente o sensor de cor e o sensor ultrassónico.

Segundo Abrantes (2009), um sensor ultrassônico permite que um robô consiga ver e evitar obstáculos, medir distâncias e detectar movimentos, utilizando o mesmo princípio científico usado pelos morcegos: mede a distância calculando o tempo que um som demora a atingir um objeto e a regressar (como um eco).

(...) Investigador: Ângulos, meninos. Qua ângulos falámos na última aula?

Aluno: Ângulos retos, obtusos, rasos e agudos.

Investigador: Excelente: E quais as características deles, lembram-se, o que chamamos amplitude?

Aluna: O reto tem 90° ...

Aluna: O raso tem 2 vezes 90° ...

Investigador: Que é?

Turma: 180° .

Investigador: E os outros?

Aluna: O agudo tem entre 0° e 90° e o obtuso entre 90° e 180°

Investigador: Muito bem...

O método que adotei foi o mesmo da sessão anterior, ou seja, através de casos reais a turma concluiu para que servia cada sensor e quais as suas funções no mundo real.

(...) Investigador: Embora já tenhamos falado nisto, ainda se lembram para que servem os sensores ultrassônicos e os de cor?

Aluno: Para ver se há movimento ou obstáculos e para ver as cores.

Investigador: Ok.

Depois de ter realizado uma revisão da matéria já dada, os alunos foram para os computadores e iniciaram a ficha de trabalho. Neste momento, e embora veja a necessidade que os alunos têm de consultar a ficha relativa ao exercício um - contornar obstáculos com o sensor ultrassônico - pois encontram-se a trabalhar novos comandos, notei que já existem blocos e parâmetros que dominam na perfeição.

(...) Equipa amarela: Se isto é para ver um obstáculo e virar para qualquer lado, e se é para estar sempre a fazer, então temos que meter um ciclo de repetição?

(...) Equipa preta: Espera, mete os motores a andar para trás e para a esquerda quando ele vir o obstáculo...

Realizado o primeiro exercício, os alunos passaram ao segundo exercício, que consistia em efetuar uma ação à sua escolha quando o robô detetasse uma linha, previamente desenhada para o efeito.

(...) Equipa laranja: A programação é igual, só muda o sensor?

(...) Equipa branca: Stor, a programação é a mesma?

Investigador: O que é que alteraram?

Equipa branca: Só mudámos o tipo de sensor nas propriedades?

Investigador: E funciona?

Equipa branca: Sim?

Investigador: E o que podemos concluir daí?

Equipa branca: Que podemos fazer a mesma programação com outros sensores?

O desafio do dia seria o mais complexo dos até então propostos, pois consistia em programar o robô de modo a que ele seguisse a linha já desenhada. Neste exercício seria necessário que os alunos utilizassem todo o conhecimento adquirido até ao momento. Transmitem-lhes isso mesmo, tendo salientado que o final das sessões de robótica estava perto e começaria neste desafio a seleccionar os alunos que iriam ao Festival Nacional da Robótica.

Para este desafio forneci algumas ajudas extras: os alunos deverão utilizar um bloco de repetição e dentro dele um bloco condicional; no bloco condicional deverão trabalhar com o sensor de cor; deverão utilizar como auxílio na visualização do

procedimento do robô, uma mensagem no texto de modo a detetar se o robô está em cima da linha preta ou da zona branca circundante à área de trabalho.

Como seria esperado, este mostrou-se realmente ser um exercício complexo .

(...) Equipa amarela: Stor, não estamos a conseguir

Investigador: Vamos todos parar e pensar em conjunto.

Investigador (com um robô na mão): Vejam, o truque está em colocar o robô ao lado da linha. Como o robô está na parte branca, ele tem que virar o motor certo para ir para cima da preta, quando bate na preta, tal como vocês já fizeram, ele vem para a branca...

(...) Equipa preta: Não dá, stor.

Investigador: Vamos com calma e olhem novamente para mim.

Investigador (com um robô na mão): Vejam, vocês têm que aplicar que bloco em primeiro lugar?

Equipa laranja: O bloco de repetição.

Investigador: Porquê?

Equipa laranja: Para o robô fazer a mesma ação.

Investigador: Muito bem, e depois?

Equipa branca: Um bloco de condição, para o sensor de cor saber onde está.

Investigador: Excelente, e depois?

Equipa branca: Dentro da condição meter os motores a trabalhar.

Investigador: Ok, como?

Equipa cinzenta: Para a frente.

Investigador: Pensem bem, se os meterem a andar para a frente, eles andam sempre para a frente. Mais sugestões?

Equipa preta: Bem, só se andar um de cada vez para o lado contrário.

Investigador: Têm aqui a solução

Nesta quinta sessão, centrei a avaliação numa série de parâmetros como o robô ser capaz de seguir a linha, os alunos serem capazes de entender e descrever o

comportamento do robô em relação à programação e entenderem o comportamento dos sensores nas suas diversas posições e como atuar perante essas posições.

5.1.6. Sessão 6 e 7

Para as duas últimas sessões práticas, particularmente mais trabalhosas, disse aos alunos que o objetivo seria simular a prova de Busca e Salvamento A que se realiza no Festival Nacional de Robótica, onde iriam participar, em representação da turma, duas equipas constituídas por três alunos.

Numa primeira fase, expliquei a prova e o que deveriam fazer de modo a poder concretizá-la. Entendo neste ponto ser pertinente resumir o objetivo da referida prova. Segundo o site do Agrupamento de Escolas D. Dinis (2013), entidade responsável pela organização do festival em 2013, a prova de busca e salvamento consiste na utilização de robôs móveis para identificar vítimas com rapidez e precisão em cenários de catástrofe recriados artificialmente.

Estes cenários vão aumentando em complexidade passando pelo seguimento de linha numa superfície plana, passando por trajetórias com obstáculos, declives, até chegar a uma zona onde se encontram a “vítima” colocada aleatoriamente em campo aberto, sendo necessário realizar o seu salvamento, ou seja, transportá-la para uma zona de segurança previamente definida (Agrupamento de Escolas D. Dinis, 2013).

(...) Investigador: Muito bem, uma das principais coisas que vocês devem aprender quando estão a programar é a dividir o problema em partes pequenas e resolver uma de cada vez

De acordo com Campos (1996), quando o problema que pretendemos resolver atinge uma dimensão razoável, não é fácil (ou possível) escrever, de uma assentada, um

algoritmo que o resolva. É mais fácil começar por dividir o problema em sub-problemas mais pequenos e tentar resolver cada um deles em separado.

(...) Aluna: Stor, não entendi.

Investigador: Então, eu expliquei-vos a prova. Visualizem a prova e digam-me quantas tarefas o robô vai ter que fazer. Olhem para a vossa ficha e discutam em grupo.

Equipa laranja: Nós contamos seis.

Investigador: Estão todos de acordo?

Turma: Sim.

Investigador: Ok, quais são?

Equipa amarela: Seguir a linha, passar obstáculos, subidas e descidas, ver a zona onde está a vítima, apanhar a vítima e metê-la a salvo.

Investigador: Muito bem, o vosso problema é esse todo, e é no que consiste a prova.

Agora, o que vocês devem fazer é agarrar em cada um desses pontos que falaram e testá-lo sozinho. Quando um funcionar passam para o outro, quando esse funcionar juntem os dois e veem se funciona.

(...) Aluna: Stor, não estamos a conseguir entender o desafio.

Investigador: Vamos recapitular tudo o que demos até agora, aplicando ao problema que vocês têm à frente. Qual é a primeira parte da prova?

Aluno: Seguir a linha. Isso já fizemos.

Investigador: Certo. E a segunda parte?

Aluna: Contornar o obstáculo.

Investigador: Muito bem. Esse vocês não fizeram, porque quando detetaram um obstáculo, voltaram para trás ou para outro lado. Neste caso têm que fazer um cálculo de modo a que ele contorne o obstáculo e volte à linha para depois a continuar a seguir. Quando conseguirem, juntem as duas e testem.

(...) Equipa preta: Fixe!!!

(...) Aluno: Stor, como fazemos esta parte das subidas e descidas?

Investigador: Então, até o robô chegar a essa parte, como se desloca ele?

Aluno: Em frente.

Investigador: Certo, mas numa superfície..?

Turma: Plana.

Investigador: Ok, e agora ele vai começar a subir, o que quer dizer que a superfície deixa de ser plana e passa a ser inclinada. Relacionando com as matérias que já foram dadas, o que é que acham que se deve aplicar a esta situação. Vocês deixam de ter uma superfície plana e passam a ter uma inclinação, que corresponde a...?

Aluno (muito a medo): Talvez se trabalharmos com o sensor de rotação ele possa medir o ângulo.

Investigador: Certíssimo, o ângulo altera. Como acham então que deverão parametrizar o sensor?

Aluno: Se for maior que zero é porque está a subir, se for menor é porque está a descer.

Investigador: Todos concordam?

Turma: Sim.

Investigador: Ok, então experimentem e se funcionar juntem tudo e testem de novo.

(...) Equipa branca: Boa, funciona.

No final da sexta sessão os alunos haviam já conseguido completar os três primeiros passos do problema.

Na sétima sessão a turma voltou a reunir-se em grupos de trabalho de modo a terminar as tarefas iniciadas na sessão anterior.

(...) Investigador: E então, o que é que já conseguiram?

Equipa branca: O robô já segue a linha, contorna o obstáculo e sobe e desce a rampa.

Investigador: Todos conseguiram isso?

Turma: Sim.

Investigador: Excelente, então podem realizar o que falta, que é?

Equipa preta: Ver a zona onde está a vítima, apanhar a vítima e metê-la a salvo.

Investigador: Qual é a vossa ideia para trabalhar a última parte do programa? Dou uma pista, devem trabalhar com o sensor de rotação numa primeira fase.

Aluna: Porquê?

Investigador: Vejam, o robô tem que estar sempre a seguir a linha, e quando deteta um obstáculo vai ter que se desviar. Quando ele entra na sala das vítimas o sensor ultrassônico já não se pode desviar, antes pelo contrário, tem que ir ter com a vítima. O que é que pode mudar o comportamento desse sensor?

Aluna: A rampa?

Investigador: Sim, porquê?

Aluna: Até ele começar a descer a rampa tem que se desviar de qualquer obstáculo, depois de descer a rampa já não pode.

No fim das duas sessões de trabalho, os objetivos estavam cumpridos e todas as equipas tinham conseguido realizar o programa de forma a cumprir integralmente a prova.

Para estas duas sessões de trabalho relacionadas com a fase final da concretização da prova, foram avaliados diferentes pontos, em particular o cálculo da distância com base na dimensão do obstáculo, a estimativa do ângulo ao utilizar o sensor de rotação para os declives, a medida da distância e, em seguida, calcular o número de rotações do motor para se aproximar novamente da linha, trabalhar em equipa para resolver diferentes tarefas.

Feito o balanço geral da atividade com a professora da turma, esta mostrou-se francamente satisfeita com o desempenho da globalidade dos alunos na atividade, e confessando que as matérias foram assimiladas mais rapidamente que com o método tradicional que a mesma tinha vindo a utilizar.

5.1.7. Sessão 8

Nesta que foi a última sessão de trabalho, realizei uma conversa informal com toda a turma, até por ser necessário indicar quais os alunos que tinham sido selecionados para ir representar a turma no festival. Pretendia ainda levar os alunos a refletir e a avaliar o projeto.

No entender dos alunos, estes tiveram bastante pena que as sessões tivessem sido poucas. No seu entender, com mais algumas sessões, o seu conhecimento iria aumentar.

Também a avaliação que a Professora fez foi bastante positiva, mostrando-se surpreendida pela enorme aceitação que a atividade tinha alcançado junto dos alunos e, no seu entender, pela facilidade com que os alunos assimilavam as matérias relacionadas com as áreas que tinham sido trabalhadas.

Ficou assim a promessa de, no próximo ano letivo se realizar um projeto que durasse o ano letivo completo, abarcando mais conteúdos.

5.2. Análise dos dados

A realização deste projeto foi dividida em três fases. Numa primeira fase foi realizada a análise dos documentos reguladores e do contexto em que o projeto iria decorrer.

Durante o decorrer desta fase, entendeu-se ser conveniente criar uma estratégia que motivasse os alunos, que os desafiasse e os envolvesse na conceção de algo significativo (Papert, 1993).

Numa segunda fase, elaboraram-se os conteúdos necessários à realização das diferentes sessões, para o desenvolvimento do projeto. Assim, foram criadas seis fichas de trabalho contendo cada uma, três atividades e um desafio, seguindo as bases teóricas da resolução de problemas propostas por Jonassen (2004), e tendo como objetivo levar os alunos a utilizar os conhecimentos anteriormente adquiridos para lhes dar resposta (Echeverría & Pozo, 1998).

Na terceira fase foi avaliado o projeto de acordo com os objetivos propostos.

No que diz respeito ao principal objetivo da investigação, identificar o impacto da RE na construção do pensamento computacional, durante o decorrer das sessões foram realizadas diversas atividades que procuraram trazer à evidência esta competência.

Para a resolução dessas atividades, os alunos tiveram que utilizar variados níveis de abstração, tendo para isso que dividir e solucionar os diversos desafios que lhes eram colocados, desenvolvendo desse modo o pensamento abstrato (Wing, 2006). Além disso, os alunos tiveram que resolver os problemas ponderando as diferentes soluções, tendo que optar pelas mais eficientes, tomando decisões relativas a certos comandos e não a outros, desenvolvendo dessa maneira o pensamento algorítmico (Wing, 2006). Durante estes processos esteve sempre inerente a formulação e exclusão de hipóteses, com vista ao desenvolvimento de um pensamento lógico (Wing, 2006).

Enquanto um problema era resolvido, havia a possibilidade de ir testando se uma determinada solução estava de acordo com o pedido, de forma a poderem ir excluindo hipóteses. Os alunos depararam-se ainda com a necessidade de dividir as atividades apresentadas em diferentes partes, por forma a chegarem à solução final, desenvolvendo assim o pensamento dimensionável (Wing, 2006).

Para atingirem a resolução de uma atividade e posteriormente de um desafio, os alunos tiveram a necessidade de reconhecer as diversas fases de uma tarefa, trabalhando de um modo sequencial. Por outro lado, algumas ações obrigavam à execução da mesma sequência várias vezes, tendo de trabalhar e aplicar o conceito de ciclos. Ainda noutros pontos, era necessário fazer com que algumas ações decorressem simultaneamente, através de uma execução em paralelo. Os eventos, quando um acontecimento despoleta outro, também foram pensados. Da mesma maneira, o tomar decisões com base em condições, e os operadores (expressar operações matemáticas e lógicas) foram igualmente abordados, recorrendo aos sinais aritméticos e estabelecendo comparações.

Nas atividades propostas também eram visíveis as práticas computacionais, pois os alunos iam programando e testando o código desenvolvido para verem se funcionava,

trabalhando as ações iterativas e incrementais. Nestes casos era dada a hipótese aos alunos de corrigirem erros, caso estes se verificassem, realizando testes e a depuração do programa. Ao aumentar o grau de complexidade das atividades, os alunos serviram-se de conhecimentos e saberes já utilizados anteriormente, apreendidos por si ou pelos outros alunos, aplicando a reutilização e reformulação. À semelhança do pensamento abstrato e dimensionável já mencionados, a abstração e a modulação (construir algo grande unindo conjuntos de partes mais pequenas) foi uma prática igualmente estabelecida ao longo das atividades.

Uma vez que todas as atividades foram desenvolvidas em grupo, esta aprendizagem levou a que os alunos adquirissem simultaneamente conhecimentos e competências associadas ao trabalho de grupo, em específico, competências de comunicação, relação interpessoal, cooperação e respeito mútuo (Leite & Esteves, 2005).

As oito sessões realizadas, as fichas orientadas e os desafios propostos aos alunos forneceram uma iniciação bastante importante na área da robótica, tendo-se apresentado como bons exemplos da utilização da RE em contexto de sala de aulas, mais concretamente, num contexto aplicado às áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática no 1º CEB.

Utilizar o Lego Mindstorms NXT em contexto de sala de aula proporciona uma gama de aprendizagens bastante úteis. Competências como o trabalho em equipa, a criatividade e a solução de problemas são competências inerentes à experiência e ao domínio natural dos alunos envolvidos neste tipo de projetos, permitindo-lhes adicionalmente aprender uma linguagem da programação de forma bastante rápida e eficiente.

Analisando as competências necessárias que os alunos deveriam atingir com este projeto, considera-se que estas foram plenamente alcançadas.

Na área das Ciências, os alunos identificaram questões, reconhecendo os tópicos necessários de serem pesquisados, explicaram os fenômenos cientificamente, aplicando os conhecimentos da ciência na resolução de situações concretas e utilizaram evidências científicas para gerar conclusões e comunicá-las utilizando vocabulário específico. Utilizaram princípios importantes associados a força e movimento, energia, interação entre energia e matéria.

Já na área da Matemática, os alunos desenvolveram conceitos relacionados com estimativas, proporcionalidade e crescimento, espaço, ângulos e formas geométricas, relações numéricas, álgebra e tratamento da informação, lógica e raciocínio matemático. Compreenderam ainda a necessidade da utilização de algoritmos para a resolução de problemas em vários passos, o que simultaneamente estimulou o raciocínio e o cálculo.

Na área de Português, os alunos conseguiram distinguir a informação essencial da acessória, decompondo o problema em pequenos problemas e destes separando a informação necessária da dispensável. Souberam utilizar as palavras corretas em particular os novos conceitos adquirido (ciclo de repetição, graus, sensores, Bluetooth, etc.), reproduziram-nas em tom audível, efetuando uma correta articulação e assumindo a rítmica adequada. Demonstraram ainda conseguir expressar e debater as suas ideias, justificando as suas decisões individuais, no seio dos grupos, e da globalidade da turma.

6. CONCLUSÕES

Neste capítulo pretende-se apresentar as conclusões fundamentais e as implicações do projeto realizado, sendo dadas respostas às questões de investigação inicialmente formuladas. Ir-se-á ainda apresentar um resumo da análise dos dados, problematizando os resultados alcançados à luz das perspectivas teóricas que os suportaram.

O pensamento computacional é a capacidade de desencadear o processo de formulação de problemas do mundo real e de os solucionar (Cuny, Snyder & Wing, 2010). Ao ser promovido o seu desenvolvimento, os indivíduos ficam um passo à frente na literacia tecnológica, deixando de ser meros utilizadores (Brennan & Resnick, 2012).

Para Jonassen (2004), os alunos aprendem significativamente no processo de resolução de problemas. Estes problemas podem ser definidos relativamente a quatro parâmetros: quanto à sua estrutura, complexidade, dinamismo e domínio específico (Jonassen, 2004). Estes parâmetros encontravam-se contemplados nos desenvolvidos nas tarefas apresentadas aos alunos, organizadas com base em três atividades e na resolução de um desafio.

Para Pólya (2003), existem quatro etapas para a resolução de problemas: (i) compreender o problema; (ii) elaborar um plano; (iii) executar um plano; (iv) verificar resultados. Assim, e para que os alunos entendessem cada um dos desafios que lhes era dado, era feita uma apresentação do resultado esperado. Desta forma, os alunos eram capazes de, mentalmente, identificar o fim a chegar e delinear um plano para realizado com vista ao cumprimento dos objetivos apresentados, havendo sempre espaço para verificar os resultados obtidos e proceder a reformulações até se chegar à solução pretendida.

Procura-se seguidamente responder às duas questões estruturantes deste trabalho.

Relativamente à primeira questão – serão as atividades desenvolvidas no âmbito da RE motivadoras para os alunos do 1º CEB, durante a sua aprendizagem? Foi possível verificar ao longo da implementação do projeto o grau de envolvimento e de entrega dos alunos. A sua criatividade foi posta em prática na montagem e aprimoramento dos robôs. Além disso, várias foram as competências adquiridas, de forma lúdica, nas várias áreas que compõem o seu currículo. Tal enunciado aparece de acordo com o preconizado por Gomes (2007) quando a autora afirma que a RE estimula a criatividade dos alunos devido à sua natureza dinâmica, interativa e até mesmo lúdica além de ser motivadora e de estimular o interesse dos alunos no ensino tradicional.

À segunda questão – Serão as atividades desenvolvidas no âmbito da RE capazes de ajudar a atingir as metas curriculares associadas ao 1º CEB, em particular no Português e Matemática? – e tal como foi referido anteriormente, o projeto contribuiu para atingir das metas curriculares definidas para o 1º CEB. Em todas as áreas abrangidas pelo currículo dos alunos, as matérias lecionadas adequaram-se amplamente à cobertura dos conteúdos curriculares tanto no domínio da Matemática como da Língua Portuguesa, indo inclusivamente mais longe ao abranger conteúdos não previstos para este ciclo.

A robótica é uma ferramenta que permite que sejam trabalhadas competências de diversas disciplinas de uma forma prática, ao mesmo tempo que se desenvolvem competências e aspetos ligados ao planeamento e organização do trabalho, motivando os alunos para o estudo dos mecanismos e máquinas existentes de forma a estimular a criatividade, quer na concepção das maquetas e protótipos robóticos como no aproveitamento dos materiais e sua utilização e ainda no desenvolvimento do raciocínio e lógica na construção e programação dos respetivos mecanismos

(Bacaroglo, 2005). A RE permite, ainda, que os alunos desenvolvam um pensamento sistêmico, que construam e provem as suas estratégias de aquisição do conhecimento em ambientes de aprendizagem inovadores (Quevedo et al, 2008). Pela experiência adquirida com este projeto, pode-se afirmar que, com a robótica, os alunos poderão adquirir competências associadas a qualquer conteúdo disciplinar, com uma ênfase particular na área das ciências.

Através da realização deste projeto, e visando responder à principal questão do problema - Será que a aprendizagem da robótica desenvolve o pensamento computacional nos alunos do 1º CEB? - é possível concluir que a RE é uma escolha válida com vista à promoção e desenvolvimento do pensamento computacional em alunos do 4º ano.

As atividades realizadas durante todo o projeto promoveram a decomposição e resolução de problemas, no seio dos quais foram abordados, aplicados e colocados a teste conceitos computacionais, práticas de programação e perspectivas de análise computacional. Em particular foi trabalhado com os alunos o processo de análise e decomposição de problemas, a exploração de ambientes computacionais e dos componentes estruturais de programação (ex: comandos, variáveis, estruturas de decisão/repetição, etc.), o recurso à implementação de sequências lógicas na resolução do problema e ainda a análise e reflexão sobre as soluções encontradas e a aplicabilidade do conhecimento a situações reais (ex. busca e salvamento).

O princípio em que baseia o pensamento computacional, relacionada com os conceitos e habilidades essenciais a qualquer pessoa, vem provar que a sua introdução no 1º CEB não só é fundamental como traz efeitos bastantes positivos.

A utilização desta metodologia, que procurou desenvolver o pensamento computacional através da atribuição de tarefas com vista à resolução de problemas,

visou dotar os alunos de conhecimentos básicos para que estes pudessem aprender a aprender (Papert, 1993).

Em termos de fundamentação pedagógica, com este projeto sobressaíram os princípios reconhecidos no construcionismo. De facto, as atividades desenvolvidas com a turma tinham um carácter prático, onde os alunos desenvolveram todas as etapas associadas a um projeto, aprendendo através da construção e programação dos robôs. As suas competências neste tipo de atividades foram melhorando substancialmente, através de um método de aprendizagem assente na resolução de problemas reais e em que o papel do professor era primordialmente o de mediador. As atividades desenvolvidas eram bastante claras para os alunos, visto terem um objetivo a alcançar, o de realizar a prova proposta.

Também a autorreflexão, a verbalização e partilha foi bastante visível pois as trocas de ideias e estratégias de resolução de um determinado problema e de como o estavam a solucionar, eram frequentes entre os alunos. Estes diálogos eram constantes entre os alunos, o que levava a alterações na programação dos robôs, quando percebiam que existia algum erro no seu raciocínio.

Definitivamente, a RE é uma opção aliciante enquanto ferramenta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem. Gardner (1995), com a teoria das Múltiplas Inteligências, frisava que além do desenvolvimento da inteligência lógico-matemática que é a mais evidente, pelo fato de trabalhar com a programação de computadores e cálculos em geral, a RE desenvolve a inteligência linguística, interpessoal, intrapessoal e até espacial, pois envolve aspetos como o trabalho em grupo, planeamento de ações, projeto do modelo a ser construído, reconstrução do modelo e apresentação do resultado final. Tal como defende Perrenoud (2000), a RE permite a

resolução de problemas no contexto real, possibilitando o desenvolvimento de competências e habilidades.

Os ambientes computacionais são fundamentais para a aprendizagem, o que caracteriza a teoria da Papert (1994), o construcionismo. Aliás, a RE foi criada dentro dos princípios que regulam a perspectiva construcionista da aprendizagem.

Pode-se assim afirmar que foi promovido o pensamento computacional dos alunos e que a estratégia adotada funcionou, visto estes terem atingido resultados positivos.

6.1. Contribuições do trabalho

Embora a RE esteja a entrar lentamente nas escolas, o seu custo ainda é um travão à sua implementação. A escassez de estudos nesta área, especialmente neste nível de ensino, faz com este trabalho se possa revelar uma mais-valia para futuros professores que queiram tentar esta metodologia de ensino.

Com a realização deste projeto, ficou demonstrado ser possível realizar projetos com um elevado grau de complexidade junto de alunos deste nível etário. O facto de os alunos conseguirem construir e programar um robô, desenvolvendo deste modo uma série de competências, nomeadamente associadas à Ciências e à Matemática, é um fator a ter em consideração para a aplicação deste género de projetos junto desta faixa etária.

Outro fator a ter em atenção é a abrangência em termos curriculares que um projeto desta natureza pode alcançar, a multidisciplinaridade da RE é uma realidade a rentabilizar. O projeto revelou-se transversal a todas as áreas do 1º CEB, foram abordados conteúdos e trabalhadas competências relacionados com as matérias associadas às metas curriculares.

Importa notar ainda que este projeto conduziu à participação de uma equipa deste nível etário no Festival Nacional de Robótica, um festival que sempre foi entendido

como sendo maioritariamente dirigido aos alunos do Ensino Universitário. A presença deste grupo de quatro alunos do 1º CEB não passou despercebida nem deixou ninguém indiferente e foi certamente muito prestigiante para os próprios alunos bem como para a globalidade da turma.

6.2. Limitações do trabalho realizado

A escolha do grupo de participantes que constitui o presente estudo evidencia-se como uma das suas principais limitações. A amostra apresentou uma dimensão reduzida e a sua seleção não assentou em critérios probabilísticos.

Entende-se ainda que seria mais produtivo para a realização do presente projeto a participação de alunos dos 3º ou 4º anos e que possuíssem já algum conhecimento no manuseamento de um computador, visto o projeto não incidir sobre a aquisição de competências básicas nas TIC mas sendo as mesmas muito útil ao pleno envolvimento dos alunos no projeto. A escolha acabou por recair numa turma do 4º ano, visto já ter tido no ano anterior aulas na área das novas tecnologias e possuir conhecimentos adequados à realização do projeto, contudo algumas dificuldades encontravam-se ainda presentes

Outra das grandes limitações prendeu-se com a altura na concretização do projeto, o que levou a que a preferência tivesse sido a de realizar esta intervenção durante o segundo período. A preparação do projeto durante o primeiro período e a realização dos exames nacionais do 4º ano durante o terceiro período, condicionaram largamente a sua realização tornando a fase de implementação do mesmo excessivamente curta. Este facto foi igualmente sentido e explicitamente assinalado pelos próprios alunos.

6.3. Sobre o papel do investigador

O principal objetivo da investigação é, de acordo com Graue e Walsh (1998), conhecer cada vez mais o mundo de modo a transformá-lo num lugar melhor. Por isso, “a investigação em educação é essencial para o desenvolvimento e aperfeiçoamento contínuos da prática educativa” (Borg & Gall, 1989, p. 4). Mas para se saber o que é um mundo melhor para as crianças, é preciso observá-las nos contextos específicos em que vivem e agem, tarefa que exige muito tempo e um grande investimento intelectual e emocional (Graue & Walsh, 1998). Para Liberman (1992) os investigadores educacionais têm essa obrigação intelectual e moral. Assim, o objetivo da investigação relativa à criança deve ser a construção de conhecimento baseado em dados recolhidos pelo investigador diretamente no terreno (Graue & Walsh, 1998).

O papel do investigador pode alterar quanto à intensidade que se envolve no projeto, desde observador a participante completo. Para Adler e Adler (1998), existem variadas tipologias quanto ao papel do investigador. O que mais se evidencia no contexto educativo é o papel de “membro completo” (Adler & Adler, 1998) ou “observador participante”: o investigador torna-se membro do grupo e imerge nas atividades para ganhar a profundidade da experiência vivida.

Durante o desenvolvimento deste projeto, o papel do investigador foi ao encontro do papel que Jorgensen (1989) entende ser o ideal e que se associa ao papel de um investigador participante que realize múltiplas tarefas durante o desenvolvimento da investigação e procura conseguir um confortável grau de relacionamento e intimidade com os alunos envolvidos no estudo.

Atuar diretamente nas escolas, envolvendo toda a comunidade escolar, com a ideia concreta do que se quer investigar, obriga a ambientação a todo o meio envolvente.

De acordo com Jorgensen (1989), quanto mais tempo o investigador estiver no terreno, mais natural a sua presença se torna e mais possibilidade tem de se envolver com a realidade que quer estudar.

Durante a primeira fase de desenvolvimento do projeto, procurou-se estabelecer uma colaboração estreita entre o investigador e a Professora titular relativamente às atividades a realizar em sala de aula. Isto originou uma maior proximidade com a docente e maior aproximação aos alunos, possibilitando ainda um maior conhecimento do ambiente natural da sala de aula e, de uma maneira o mais abrangente possível, uma familiarização com o dia-a-dia da escola. Esta fase de imersão no contexto escolar e na sala de aula possibilitou um maior conhecimento das características da turma o que originou mais tarde um normal funcionamento de todas as atividades realizadas na sala de aula.

Sempre se falou de construcionismo, mas é na realização deste tipo de projetos que melhor se adequa esta ideologia. O papel do investigador é de tentar compreender o pensamento e o trabalho dos alunos, descobrir causas implícitas às suas ações, identificar atitudes e estados de raciocínio a eles inerentes. Esse trabalho foi uma constante nas sessões, pois o objetivo do investigador foi sempre o de realizar um acompanhamento aos alunos nas suas decisões e nas diferentes etapas dos desafios apresentados ao longo do projeto.

O papel do investigador neste projeto mostrou-se algo difícil. Se por um lado existe uma dificuldade inerente ao processo de desenhar um projeto e implementá-lo em sala de aula, diferenciar o papel de investigador do de professor, torna-o ainda mais desafiante. No entanto, e como afirma Ponte (1998), o trabalho investigativo em questões relativas à prática profissional é necessário para o desenvolvimento profissional do professor. A ideia de conceção e implementação de um projeto em

contexto de sala de aula vem de encontro ao que Clouthier e Shandola (1993) afirmam, ao insistir na ideia que professores investigadores são professores interessados em melhorar práticas educacionais nos seus próprios cenários.

6.4. Trabalhos futuros

Fruto do prémio Inclusão e Literacia Digital que o AEDD recebeu, atribuído pela Rede TIC e Sociedade, e que proporciona a aquisição de uma quantidade substancial de novos equipamentos, o que irá permitir equipar a totalidade das escolas do Agrupamento, mas mantendo nesta fase como referência o 1º CEB, existe um compromisso para com a Rede TIC e Sociedade na continuação de um projeto que avalie as potencialidades da RE no 1º CEB, de modo a que gradualmente se efetue uma integração curricular desta tecnologia neste nível de ensino. Assim, foi criada pela escola, no ano letivo 2015/15, para os 3º e 4º anos, uma disciplina na área da robótica e que abrangerá as 12 turmas do agrupamento onde este projeto teve lugar. Aproximadamente este projeto contará com cerca de 280 alunos.

Tendo sido este um primeiro estudo nesta área tão específica, realizado pelo investigador, existe uma intenção de aprofundar mais esta área. Para isso, e já no ano de 2015/2016, através de ações de formação junto dos Professores do 1º CEB, será possível a planificação de algumas atividades que serão introduzidas ao nível de todo o agrupamento. Desse modo irá ser realizada a identificação de matérias e competências ao nível do 1º CEB que possam ser trabalhadas com base na RE. Em seguida, serão realizadas planificações e serão criados materiais que possam ser utilizados pelos professores, o que permitirá futuramente novas investigações e novas linhas de investigação.

No ano letivo de 2016/2017 este projeto será alargado ao 2º e 3º CEB, de modo a ser realizado um processo semelhante de introdução à RE junto dos alunos destes ciclos.

Paralelamente, existe um compromisso por parte do autor deste projeto de continuar esta linha de investigação, visto este ser um projeto que no seu entender, é algo de importante para os alunos do futuro, na medida em que promove o desenvolvimento do pensamento computacional.

7. REFERÊNCIAS

- Abrantes, P. (2009). *Aprender com robots*. (Dissertação de Mestrado em Educação na especialidade TIC na Educação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa). Lisboa: FCUL. Acedido em 8 de Janeiro de 2015 através de http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3646/1/ulfc055872_tm_Paula_Abrantes.pdf
- Adler, A., & Adler, P. (1994). Observational techniques. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp.377-392). Califônia: Sage.
- Agrupamento de Escolas D. Dinis, (n.d.). *Robótica 2013 – Busca e salvamento júnior*. Acedido em 2 de Setembro de 2015 através de <http://aeddinislisboa.wix.com/robotica2013#bsj/c1t3c>
- Agrupamento de Escolas D. Dinis, (2013). *Agrupamento de Escolas D. Dinis, Lisboa*. Acedido em 2 de Janeiro de 2015 através de <http://aeddinislisboa.wix.com>
- Alves, C., & Morais, C. (2006). Recursos de apoio ao processo de ensino e aprendizagem da matemática. In I. Vale, T. Pimentel, A. Barbosa, L. Fonseca & P. Canavarro (Orgs.). *Números e álgebra na aprendizagem da matemática e na formação de professores* (pp. 335 – 349). Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação – Secção de Educação Matemática.
- Angeles, J. (2007). *Fundamentals of robotic mechanical systems: Theory, methods, and algorithms*. Nova Iorque: Springer Science+Business Media.
- Asimov, I. (1942). *What are the laws of robotics, anyway?* Acedido em 2 de Janeiro através de 2015 de http://www.asimovonline.com/asimov_FAQ.html#series13

- Bacaroglo, M. (2005). *Robótica educacional*. (Monografia de especialização apresentada à Universidade Estadual de Londrina). Londrina: Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.
- BBC, (2014). *Conheça Max, o programador de 10 anos que 'quer mudar o mundo'*. Acedido a 2 de Outubro de 2015 através de http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/09/140902_programacao_escolas_inglaterra_rb
- Bednar, A., Cunningham, D., Duffy, T., & Perry, D. (1992). Theory into practice: how do we Link. In T. Duffy & D. Jonassen (Eds), *Constructivism and the technology of instruction: A conversation* (pp.17-35). Nova Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Blanco, E., & Silva, B. (1993). Tecnologia educativa em Portugal: Conceito, origens, evolução, áreas de intervenção e investigação. *Revista Portuguesa de Educação*, 1993, 6 (3), 37-55. Acedido em 10 de Janeiro de 2005 através de [http://repositorium.sdum.uminho.pt/xmlui/bitstream/handle/1822/521/1993,6\(3\),37-56\(EliasBlanco%26BentoDuartedaSilva\).pdf?sequence=1](http://repositorium.sdum.uminho.pt/xmlui/bitstream/handle/1822/521/1993,6(3),37-56(EliasBlanco%26BentoDuartedaSilva).pdf?sequence=1)
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1989). *Educational research - an introduction*. Nova Iorque: Longman.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In Proceedings of the *American Educational Research Association Meeting* (pp. 1-25). Vancouver: AERA.
- Campos, J. (1996). *Escrita de algoritmos*. Acedido em 25 de Agosto de 2015 através de <http://www4.di.uminho.pt/~jfc/ensino/SebentaLEP/node38.html>

CanSat (s.d.). Acedido em 16 de Janeiro de 2015 através de

<http://www.cansatportugal.org>

Castanõn, G. (2007). O que é cognitivismo? Fundamentos filosóficos. *Psico-USF*, 12

(2), 337-338. Acedido em 17 de Agosto de 2015 através de

<http://www.scielo.br/pdf/pusf/v12n2/v12n2a23.pdf>.

Carmo, B. (2013). *A robótica educativa no desenvolvimento do raciocínio*

matemático (Dissertação de Mestrado em Ensino do 1º e 2º ciclos do ensino

básico apresentada à Escola Superior de Educação e Comunicação da

Universidade do Algarve). Faro: Universidade do Algarve. Acedido em 14 de

Janeiro de 2015 através de <http://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/3625>

Chamorro, M. (2003). *Didáctica de las matemáticas para primaria*. Madrid: Pearson

Educación.

Charlton, P., & Luckin, R. (2012). *Time to reload? Computational thinking and*

computer science in schools. What researches says? Londres: Knowledge Lab

- Institute of Education, University of London.

Clarke, R. (1993). Asimov's laws of robotics implications for information technology.

In *Proceedings of the IEEE Computer Society Press*, 26 (12), 53-61.

Clouthier, G., & Shandola, D. (1993). Teacher as researcher. In D. T. Owens (Org.),

Research ideas for the classroom: Middle grades (pp. 319–335). Reston, VA:

NCTM.

Conchinha, C. (2011). *Lego Mindstorms : Um estudo com utentes com paralisia*

cerebral (Dissertação de Mestrado em Educação na área de Especialização em

Tecnologias da Informação e Comunicação e Educação apresentado ao

Instituto da Educação da Universidade de Lisboa). Lisboa: Universidade de

Lisboa. Acedido em 8 de Janeiro de 2015 através de

<http://hdl.handle.net/10451/5747>

Cortazzi, M. (1993). *Narrative Analysis*. Londres: The Falmer Press.

Coutinho, C. (n.d.). *Introdução ao estudo qualitativo: Técnicas de recolha de dados*.

Acedido em 5 de Fevereiro de 2015 através de

<http://claracoutinho.wikispaces.com/Técnicas+de+recolhas+de+dados>

Cuny, J., Snyder, L., & Wing, J. (2010). *Demystifying computational thinking for non-computer scientists*. Manuscrito em progresso, não publicado, referenciado em

<http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>

Duffy, T., & Jonassen, D. (1992). Constructivism: new implications for instructional technology. In T. Duffy & D. Jonassen (eds). *Constructivism and the technology of instruction – A conversation* (pp.1-16). Nova Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Echeverría, M., & Pozo, J. (1998). Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In J. Pozo, *A solução de problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender* (pp. 13-42). Porto Alegre: Artmed.

Ferreira, S. (2013). *O trabalho de projeto em ambientes 3D e as aprendizagens de sistemas multimédia: Uma prática de ensino com alunos do 12º ano* (Relatório da Prática de Ensino Supervisionada do Mestrado em Ensino de Informática apresentada ao Instituto de Educação da Universidade de Lisboa). Lisboa: Instituto da Educação da Universidade de Lisboa. Acedido em 8 de Janeiro de 2015 através de <http://hdl.handle.net/10451/9980>

- First Lego League (s.d.). *2014 FLL world class challenge*. Acedido em 25 de Março de 2015 através de <http://www.firstlegoleague.org/challenge/2014fllworldclass>
- Forbellone, A., & Eberspacher, H. (2005). *Lógica de programação*. São Paulo: Makron Books.
- Forbes, (2012). *Why Estonia has started teaching its first-graders to code*. Acedido a 2 de Outubro de 2015 através de <http://www.forbes.com/sites/parmyolson/2012/09/06/why-estonia-has-started-teaching-its-first-graders-to-code/>
- Gaitas, S. (2013). *O ensino da leitura e da escrita no 1º ano de escolaridade: Os resultados dos alunos em leitura* (Tese de Doutoramento em Psicologia, área de Psicologia Educacional apresentada ao Instituto Superior de Psicologia Aplicada). Lisboa: ISPA. Acedido em 10 de Janeiro de 2015 através de <http://hdl.handle.net/10400.12/2734>
- Gardner, H. (1995). *Inteligências múltiplas: a teoria na prática*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Gaspar, L. (2007). *Os robots nas aulas de Informática – Plataformas e problemas*. (Tese de Mestrado em Educação apresentada à Universidade da Madeira). Funchal: Universidade da Madeira. Acedido em 20 de Agosto de 2015 através de <http://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/113/1/MestradoLuísGaspar.pdf>
- Ghiglione, R. & Matalon, B. (2003). *O Inquérito: Teoria e prática*. Oeiras: Celta Editora.
- Globo (2014). *RoboCup 2014 é aberta oficialmente em João Pessoa ao som de sanfonas*. Acedido em 30 de Março de 2015 através de

<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2014/07/robocup-2014-e-aberta-oficialmente-em-joao-pessoa-ao-som-de-sanfonas.html>

Gomes, G. (2012). *A robótica educativa no ensino da programação*. (Relatório da Prática de Ensino Supervisionada do Mestrado em Ensino de Informática apresentada ao Instituto de Educação da Universidade de Lisboa). Lisboa: Universidade de Lisboa. Acedido em 22 de Agosto de 2015 através de http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7019/1/ulfpie042801_tm.pdf

Gomes, M. (2007). Reciclagem cibernética e inclusão digital: uma experiência em Informática na educação. In C. Lago (Org.). *Reescrevendo a educação* (pp. 202). Chapecó: Sinproeste.

Graue, M., & Walsh, D. (2003). *Investigação etnográfica com crianças: Teorias, métodos e ética*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Gura, M., & King, K. P. (Eds). (2007). *Classroom robotics. Case stories of 21st century instruction for millennial students*. Charlotte, NC: Information Age.

Hannafin, M., & Hooper, S. (1993). Learning principles. In M. Fleming & W. Levie (eds), *Instructional message design – principles from behavioral and cognitive sciences* (pp.263-286). Englewood Cliffs, Nova Jersey: Educational Technology publications. Acedido em 11 de Janeiro de 2015 através de http://130.64.87.22/roboLABatceeo/Resources/documentation/book_teaser_2.pdf

Holland, B. (s.d.). *The grey walter online archive – Background information*. Acedido em 14 de Janeiro de 2015 através de <http://www.ias.uwe.ac.uk/Robots/gwonline/gwonline.html>

Jonassen, D. H. (2004). *Learning to solve problems - An instructional design guide*.

São Francisco: Pfeiffer.

Jorgensen, D. (1989). *Participant observation: a methodology for human studies*.

Londres: Sage Publications.

Kanakadoss, S. (2005). *Simbuilder: an investigation and usability study of novice programming techniques*. Alabama: Auburn University.

Kumar, D., & Meeden, L. (1998). A robot laboratory for teaching artificial intelligence. In *Proceedings of the 29th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 341-344). Nova Iorque: ACM Press.

Lego, (2006). *Mindstorms Education NXT User Guide*.

Lego, (2013). *EV3 User Guide*. Acedido em 8 de Janeiro de 2015 através de

http://cache.lego.com/r/education/-/media/lego-education/home/downloads/user_guides/global/ev3/ev3-user-guide-en.pdf?l.r=-1623019953

Lei nº 67/1998 de 26 de Outubro. *Diário da República, nº 247, 1ª série*, Assembleia da República Lisboa. Acedido a 10 de Janeiro de 2015 através de

http://www.cnpd.pt/bin/legis/nacional/lei_6798.htm

Leite, L., & Esteves, E. (2005). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. In B. Silva & L. Almeida, *Atas do Congresso Galaico-Português de Psico-Pedagogia* (pp. 1751-1768). Braga: Universidade do Minho.

Lieberman, L. M. (1992). Preserving special education...for those who need it. In W. Stainback, & S. Stainback (Eds.), *Controversial issues confronting special education: Divergent perspectives* (pp. 13-25). Boston: Allyn and Bacon.

- Liguori, L. (1997). As novas tecnologias da informação e da comunicação no campo dos velhos problemas e desafios educacionais. In E. Litwin (Org.), *Tecnologia educacional – política, histórias e propostas* (pp. 78-97). Porto Alegre: Artes Médicas.
- Ministério da Educação e Ciência (1990/2004) (4.^a ed.). *Organização curricular e programas. Ensino Básico – 1.º ciclo*. Lisboa: Departamento da Educação Básica.
- Ministério da Educação e Ciência – Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas (2015). *Concurso nacional «Clubes de Programação e Robótica»*. Acedido em 16 de Agosto de 2015 através de http://erte.dge.mec.pt/index.php?action=view&id=1536&date_id=1612&module=calendarmodule&src=@random45f6c604df5ef§ion=9
- Nunes, D. (2011). *Ciência da Computação na Educação Básica*. Rio Grande do Sul: Jornal da Ciência.
- Oliveira, D. (2013). *A robótica educativa no ensino e aprendizagem de conceitos de programação e algoritmos*. (Relatório da Prática de Ensino Supervisionada do Mestrado em Ensino de Informática apresentada ao Instituto de Educação da Universidade de Lisboa). Lisboa: Universidade de Lisboa. Acedido em 8 de Fevereiro de 2015 através de <http://hdl.handle.net/10451/9892>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Basis Books, Nova Iorque, USA.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: rethinking school in the age of the computer*. Nova Iorque: Harvester/Wheatsheaf.

- Papert, S. (1994). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Papert, S. (1996). *Computers in the classroom: agents of change*. The Washington Post Education Review. Acedido em 20 de Junho de 2015 através de <http://www.papert.org/articles/ComputersInClassroom.html>
- Páztor, A., Pap-Szigetu, R., & Torok, E. L. (2010). Effects of using model robots in the education of programming. *Informatics in Education* , 9 (1), 133-140.
- Perrenoud, P. (2001). *Porquê construir competências a partir da escola? Desenvolvimento da autonomia e luta contra as desigualdades*. Porto: ASA Editores.
- Pires, B. (2009). *Plataforma robótica multifuncional*. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrónica apresentada à Universidade de Aveiro). Aveiro: Universidade de Aveiro. Acedido em 25 de Fevereiro de 2015 através de <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/2019/1/2009000926.pdf>
- Pólya, G. (2003). *Como resolver problemas*. Lisboa: Gradiva.
- Ponte, J. P. (1998). Da formação ao desenvolvimento profissional. *Actas do ProfMat* 98 (pp. 27–44). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- Quevedo, R., Bouchan, M., & Martínez, P. (2008). *Un ambiente de aprendizaje con la robotica pedagógica para embalaje*. Acedido em 5 de Setembro de 2015 através de <http://148.204.73.101:8008/jspui/handle/123456789/388>

- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (2008). *Manual de investigação em Ciências Sociais* (5ª Ed.). Lisboa: Gradiva.
- Ramos, J. L., & Espadeiro, R. G. (2015). *Pensamento computacional na escola e práticas de avaliação das aprendizagens. Uma revisão sistemática da literatura*. Acedido a 4 de Outubro de 2015 através de <http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/14227/1/challenges%202015br.pdf>
- Resnick, M., Bruckman, A., & Martin, F. (1996). Pianos not stereos: creating computational construction kits. *Interactions*, 3 (6), 41-50. Acedido em 20 de Janeiro de 2015 através de <https://llk.media.mit.edu/papers/pianos.html>
- Revolução Digital, (2013). *Finlândia quer incluir disciplina de programação no ensino obrigatório*. Acedido a 2 de Outubro de 2015 através de <http://www.revolucaodigital.net/2013/11/20/finlandia-programacao-ensino-obrigatorio/>
- Ribeiro, C. (2006). *RobôCarochinha : um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no 1º ciclo do ensino básico* (Dissertação de Mestrado em Educação, área de Tecnologia Educativa apresentada ao Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho. Braga: Universidade do Minho.. Acedido em 6 de Janeiro de 2015 através de <http://hdl.handle.net/1822/6352>
- Ribeiro, L. (1989). *Planificação e avaliação do ensino-aprendizagem*. Universidade Aberta.
- Ribeiro, M. (2004). *Uma viagem ao mundo dos robots*. Ciclo de colóquios “Despertar para a Ciência”. Instituto de Sistemas e Robótica do Instituto Superior Técnico. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa. Acedido em 28 de

Fevereiro de 2015 através de

<http://users.isr.ist.utl.pt/~mir/pub/ViagemRobots-IsabelRibeiro05.pdf>

Ribeiro, C., Coutinho, C., & Costa, M. (2011). *A robótica educativa como ferramenta pedagógica na resolução de problemas de matemática no ensino básico*. In *Actas do CISTI'2011 - 6ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*. Braga: Universidade do Minho, Centro de Investigação em Educação. Acedido em 2 de Março de 2015 através de

http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12920/1/Celia_Ribeiro.pdf

Robot@Escola, (s.d.). Acedido em 21 de Janeiro de 2015 através de

<http://escoladerobotica.ipcb.pt/>

RoboParty, (2014). *O que é?* Acedido em 20 de Julho de 2015 através de

<http://www.roboparty.org/w/abstract.php>

Robotic Industries Association, (2009). *National Robot Safety Conference XXI. Robot Terms and Definitions*. Acedido em 2 de Março de 2015 através de

<http://www.robotics.org/events-detail.cfm?id=60>

Roldão, M.C. (2003). *Gestão do currículo e avaliação de competências: as questões dos professores*. Lisboa: Editorial Presença.

Rosário, P., & Almeida, L. (2005). Leituras construtivistas da aprendizagem. In L. Miranda & S. Bahia (Org.), *Psicologia da educação: Temas de desenvolvimento, aprendizagem e ensino* (pp. 141-165). Lisboa: Relógio D'Água.

Royal Academy of Engineering, (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. Londres: UK Royal Society.

- Santos, C. F., & Menezes, C. S. (2005). *A aprendizagem da física no ensino fundamental em um ambiente de robótica educacional*. In XI Workshop de Informática na Escola do XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (pp. 2746-2753). Acedido em 25 de Janeiro de 2015 através de <http://ceie-sbc.educacao.ws/pub/index.php/wie/article/download/856/842>
- Sartzemi, M., Dagdilelis, V., & Kagani, K. (2008). Teaching introductory programming concepts with Lego Mindstorms in greek high schools: a two-year experience. In Y. Takahashi (Ed.), *Service Robot Applications* (pp. 343-368). Thessaloniki: InTech.
- Saviani, D. (2000). *Educação: do senso comum à consciência filosófica* (13^a. ed.). Campinas: Autores Associados.
- Schofield, J. (1993). Increasing the generalizability of qualitative research. In M. Hammersley (Ed.) *Educational Research: Current Issues* (pp. 91-114). London: The Open University Press.
- Seixas, J. (2005). *Introdução à programação em Ciência e Engenharia, explorando a natureza com a linguagem C*. Lisboa: Escolar Editora.
- Serafini, G. (2011). Teaching programming at primary schools: visions, experiences, and long-term research prospects. In *Proceedings of the 5th international conference on Informatics in Schools: situation, Evolution and Perspectives* (pp. 143-154). Verlag, Berlin: Springer.
- Serrazina, L., Canavarro, A., Guerreiro, A., Rocha, I., Portela, J., & Gouveia, M. J. (2006). *Programa de formação contínua em Matemática para professores do 1.º ciclo*. Lisboa: Ministério da Educação (documento não publicado).

- Silva, J. (2008). *Robótica no ensino da física*. (Dissertação de Mestrado em Ensino da Física apresentado à Escola de Ciências da Universidade do Minho). Braga: Universidade do Minho.
- Smith, F. (1971). *Understanding reading: A psycholinguistic analysis of reading and learning to read*. Nova Iorque: Holt, Rinehart & Winston.
- Valente, J. (1999). Informática na educação: uma questão técnica ou pedagógica? *Pátio – Revista Pedagógica*, 3(9), 20-23.
- Weng, Y., Chen, C., & Sun C. (2009). Toward the human–robot co-existence society: on safety intelligence for next generation robots. *International Journal of Social Robotics*, 1, 267–282. Acedido em 2 de Janeiro de 2015 através de http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=weng_yueh_hsuan
- Wing, J. (2006). Computacional Thinking. *Communications of the ACM - Self managed systems*, 49,3, 33-35. Acedido em 20 de Março de 2015 através de <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
- Wing, J. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 366, 3717–3725. Acedido em 3 de Outubro de 2015 através de <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/papers/Wing08a.pdf>
- Wing, J. (2014). *Computational thinking benefits society. Social issues in computing*. Nova Iorque: Academic Press.
- Wu, C.-C., Tseng, I.-C., & Huang, S.-L. (2008). Visualisation of program behaviors: physical robots versus robot simulators. In R. T. Mittermeir & M. M. Syslo (Edits.), *Informatics Education – Supporting Computational Thinking*.

Proceedings of the Third Conference on Informatics in Secondary Schools – Evolution and Perspectives (pp. 53-62). Torun, Polónia: Springer.

Zapata, N., Novales, M., & Guzmán, J. (s.d.). *La robótica educativa como herramienta de apoyo pedagógico*. Acedido em 20 de Fevereiro de 2015 através de http://www2.cted.udec.cl/ftp2/post_tic2012/robotica/unidad0_ robo/doc/PaperCoPRobotica.pdf

Zilli, S. (2004). *A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e práticas* (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Acedido a 18 de Agosto de 2015 através de <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

8. APÊNDICES

8.1. Apêndice A – Pedido de autorização de intervenção à Direção



Carlos Manuel dos Santos Almeida

Exmo. Senhor Diretor do

Agrupamento de Escolas D.Dinis

No âmbito do meu trabalho de Mestrado em Educação, área de especialidade em Educação e Tecnologias Digitais no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, proponho-me efetuar um projeto de intervenção na área das novas tecnologias, subordinado ao tema “A importância da aprendizagem da robótica no desenvolvimento do pensamento computacional: um estudo com alunos do 4º ano”, sob a orientação da Professora Doutora Neuza Pedro.

Este tema surge contextualizado com o papel que a robótica assume na atualidade como um importante meio associado ao ensino das linguagens de programação, no qual os jovens se sentem atraídos e que pode resultar num melhor ambiente de aprendizagem quando aplicado a conteúdos educativos.

Assim, para a realização deste estudo, irei efetuar junto das turmas de 4º ano do ensino básico, da Escola Básica João dos Santos e da Escola Básica Agostinho da Silva, uma intervenção com a duração semanal de uma hora por turma, que decorrerá ao longo do ano letivo 2014/2015, aplicando esta metodologia com o objetivo de avaliar a usabilidade e as funcionalidades dos robots no ensino das linguagens de programação.

Venho deste modo solicitar a V.Exa., se digne autorizar a participação dos referidos alunos de forma a poder ser desenvolvido este estudo. As sessões serão realizadas dentro das atividades letivas, em regime de coadjuvância com as professoras titulares das turmas, e com o acordo dos Encarregados de Educação. Os dados recolhidos, através da recolha de imagens, resposta a questionários e, eventualmente outras formas de recolha que a investigação exija, bem como a sua utilização futura, não revelarão a identidade dos alunos e serão totalmente confidenciais.

À superior consideração de V.Exa.

Lisboa, 30 de Dezembro de 2014

8.2. Apêndice B – Pedido de autorização de intervenção aos

EE



No âmbito do projeto de Mestrado em Educação, área de especialidade em Educação e Tecnologias Digitais no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, o aluno Carlos Manuel dos Santos Almeida, sob orientação técnico-científica da Professora Doutora Neuza Sofia Pedro, pretende efetuar um conjunto de tarefas com um grupo de alunos do Agrupamento de Escolas D.Dinis.

As tarefas previstas decorrerão durante o 2º período do ano letivo 2014-2015, com os alunos da turma 4JS. Estas tarefas têm um carácter pedagógico e não implicam a alteração da planificação das atividades estabelecidas ao seu plano de estudos.

Com o recurso ao material informático disponibilizado na sala TIC da Escola Básica João dos Santos, os alunos irão realizar atividades pedagógicas desenvolvidas no âmbito da Robótica Educativa. Durante e no final das atividades, os alunos serão observados e questionados sobre a funcionalidade dessas novas tecnologias.

Assim, solicito a sua autorização para permitir que o seu educando possa participar neste projeto, comprometendo-me desde já, a garantir o anonimato e assegurar que os dados recolhidos, fotografias e gravações de áudio e vídeo, serão usados unicamente no âmbito do mesmo e destruídas posteriormente.

Agradeço a colaboração de V. Ex.^a, e solicito que assine a seguinte declaração, devendo depois destacá-la e devolvê-la.

Com os meus cordiais cumprimentos,

Lisboa, 05 de Janeiro de 2015

(Carlos Almeida)

Declaro que autorizo o(a) meu(minha) educando(a), _____,
a participar na atividade conduzida pelo professor Carlos Almeida.

Data: ____ / ____ / 2015

Assinatura: _____

8.3. Apêndice C – Questionário de caracterização da turma / Teste

diagnóstico



1. Quantos anos tens? _____
2. Sexo: Masculino _____ Feminino _____
3. Já alguma vez utilizaste Legos: Sim ____ Não _____
4. Já alguma vez utilizaste Legos Mindstorms: Sim ____ Não _____
5. Já alguma vez utilizaste robôs? Sim ____ Não _____
6. Já utilizaste alguma das seguintes tecnologias?

<u>Indica só uma opção</u>	Sim	Talvez	Não	Não sei
Telemóvel				
Computador				
Tablet				
Consola de jogos				

7. Indica para cada uma das perguntas a resposta de acordo com a tua opinião:

<u>Indica só uma opção</u>	Sim	Talvez	Não	Não sei
Gostavas de aprender a trabalhar com robôs?				
Achas interessante saber trabalhar com robôs?				
Achas que utilizando os robôs, poderás aprender melhor?				
Alguma vez trabalhaste com alguma linguagem de programação (Scratch, Kodu, etc)?				

8. O que é para ti um robô?

9. Que tarefas um robô pode fazer?

8.4. Apêndice D – Grelha de observação das atividades

Sessão _____

Data ____/____/____

Cor Equipa	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3	Desafio
Vermelha				
Verde				
Amarela				
Cinzenta				
Branca				
Preta				
Laranja				

Legenda: + Atingiu os objetivos - Não atingiu os objetivos

Observações:
