

UNIVERSIDADE DE LISBOA

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE LISBOA



DISSERTAÇÃO

O Robot NXT Mindstorms e a Área de Projecto

Mónica Cristina Marques Batista

**CICLO DE ESTUDOS CONDUCENTE AO GRAU DE MESTRE
EM EDUCAÇÃO**

Área de especialização em Tecnologias de Informação e Comunicação e
Educação

2010

UNIVERSIDADE DE LISBOA

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE LISBOA



DISSERTAÇÃO

O Robot NXT Mindstorms e a Área de Projecto

Mónica Cristina Marques Batista

Professor Orientador: Doutor João Filipe Lacerda Matos

**CICLO DE ESTUDOS CONDUCENTE AO GRAU DE MESTRE
EM EDUCAÇÃO**

Área de especialização em Tecnologias de Informação e Comunicação e
Educação

2010

Agradecimentos

A elaboração desta dissertação de mestrado foi um longo e atribulado caminho que, sem a ajuda de diversas pessoas, não teria sido possível concretizar.

À minha família, por todo o apoio prestado desde o início e durante o desenvolvimento deste projecto pessoal.

Aos meus amigos e colegas que sempre me motivaram e incentivaram e que me fizeram compreender a necessidade de concluir esta dissertação.

Ao meu orientador, Professor Doutor João Filipe Matos, por todos os conselhos e orientações.

Resumo

Nos últimos anos, o ensino em geral e o secundário em particular, têm sofrido diversas revisões curriculares. Estas alterações criaram novas áreas curriculares e não curriculares que proporcionaram o desenvolvimento de novas metodologias de trabalho e, aos alunos, relacionarem-se de uma forma diferente, com o mundo que os rodeia, um mundo marcado pela tecnologia. A área curricular não disciplinar de Área de Projecto enquadra-se nesta categoria e tem por base a metodologia de trabalho de projecto.

A Robótica tem, por outro lado, vindo a afirmar-se como uma ferramenta educativa com potencial, mas que ainda se encontra pouco explorada. Esta investigação mostra as possibilidades de utilização do kit Lego Mindstorms em projectos a desenvolver na Área de Projecto. Os objectivos são:

- Analisar as formas como os alunos desenvolvem actividades relacionadas com os seus interesses através da robótica;
- Mostrar como a metodologia de trabalho de projecto e a realização de projectos em trabalho colaborativo podem ser estimulados com recurso à robótica.

Para a concretização do estudo, a opção foi pelo paradigma interpretativo e a forma de organização da investigação foi o estudo de caso. Os instrumentos de recolha de dados foram a observação directa e participante, a entrevista semi-estruturada, em grupo, e os relatórios produzidos pelos alunos.

Verificou-se que os alunos escolheram a opção de Área de Projecto “À Descoberta dos Robots e dos Agentes Inteligentes”, por considerarem que esta lhes proporcionaria aprendizagens úteis para o futuro.

No que diz respeito à utilização da robótica como recurso educativo para criar projectos em trabalho colaborativo recorrendo à metodologia de trabalho de projecto, pretendeu demonstrar-se que esta ferramenta educativa estimula e desenvolve os projectos em

trabalho colaborativo, assim como é um excelente veículo para aplicar a metodologia de trabalho de projecto.

Sendo este trabalho um estudo de caso, acredita-se efectivamente que esta tecnologia pouco tradicional estimula e motiva os alunos por esta área, assim como lhes possibilita um leque diversificado de conhecimentos. Recomenda-se a implementação de um estudo semelhante, mas com uma amostra de maiores dimensões e envolvendo alunos de diferentes escolas.

Palavras-chave: Área de Projecto; metodologia de trabalho de projecto; trabalho colaborativo; robótica educativa; robot NXT Mindstorms.

Abstract

In the last few years, teaching has suffered several curriculum reviews, particularly at the secondary school level. These changes created new disciplinary and non-disciplinary curricular areas, which provided to students the development of new working methodologies as well as a different ways of facing the world – the world of technology. Project Area, as a non-disciplinary curricular subject, fits this category and it is based on project work methodology.

Robotics on the other hand has been recognized as a potential educational tool, although it lacks much examination. This investigation aims to show the possibilities of using the Lego Mindstorms kit in Project Area assignments. The main goals are:

- To analyze the way students develop robotic activities that are related to their interests;
- To show how project work methodology and project work development in a group-based method can be encouraged by robotics;

This study was based on the interpretative paradigm where the organization process was the case-study research. Data was obtained through a direct and participant observation method, semi-structured group interviews and the students' reports.

It can be stated that students chose the Project Area option “Discovering Robots and Smart Agents”, due to its future apprentice helpfulness.

Concerning the use of robotics, as an educational resource to create projects through a group-based project work development method, one can reach the conclusion that this is an educational tool that motivates and develops collaborative work and is an excellent vehicle to apply project work methodology, too.

Being this assignment a case-study, it is likely that this barely traditional technology encourages and motivates students towards this area, as well as, confers them

diversified knowledge. Implementing a similar study, with a larger sample and with students from different schools, is recommended.

Keywords: Project Area; Project work methodology; collaborative work; educational robotics; robot NXT Mindstorms.

Índice

Introdução	1
Enquadramento teórico	5
1. Robótica: alguns conceitos e contextualização	5
1.1 O que é um robot?	5
1.2 O que é a Robótica?	7
2. A Robótica, uma perspectiva educacional	10
3. Fundamentação Pedagógica da Robótica Educativa	16
3.1. Robot, Lego Mindstorms NXT G.....	23
3.1.1 Lego Mindstorms NXT Education	23
3.1.2 Componentes do Lego NXT.....	24
4. O Trabalho de Projecto	30
5. A Área de Projecto e a Revisão Curricular do Ensino Secundário	36
6. A Robótica Educativa e a Área de Projecto	39
7. Aprendizagem e Área de Projecto.....	41
Metodologia	44
Resultados	50
Descrição das fases do estudo	52
Fase 0 – Quem, Qual?	52
Fase 1 - Organização dos grupos de trabalho	53
Fase 2 - Primeiros contactos com o Kit NXT Mindstorms: construção e programação	54
Fase 3 – Escolha dos projectos a desenvolver e organização das tarefas na equipa	58
Fase 4 – Desenvolvimento dos projectos	61

Fase 5 – Apresentação dos projectos à comunidade escolar	88
Fase 6 – As entrevistas aos alunos	88
Conclusões	95
Referências bibliográficas	97
Anexos.....	102
Anexo A – Propostas de programação no brick	103
Anexo B – Propostas de Projecto	109
Anexo C – Guião da Entrevista.....	114
Anexo D – Resultados das entrevistas	116

Índice de Figuras

Figura 1 – Theoretical Framework (adaptado de System Blocks: A Physical Interface for System Dynamics Learning)	21
Figura 2 - Bloco central do NXT “Smart Brick”	24
Figura 3 - Sensor de Ultra-Som.....	25
Figura 4 - Funcionamento do Sensor de Ultra-Som.....	25
Figura 5 - Sensor de Som	26
Figura 6 - Sensor de Toque	26
Figura 7 - Funcionamento do Sensor de Toque	26
Figura 8 - Sensor de Luz	27
Figura 9 - Comparação entre o olhar humano e o do robot utilizando o sensor de luz	27
Figura 11 - Estrutura interna do Servo-motor (adaptado de NXT User Guide)	28
Figura 10 - Servo-motor (adaptado de NXT User Guide).....	28
Figura 12 - Exemplo de programação por blocos, neste caso: Aceleração	29
Figura 13 - Tabuleiros de peças da caixa do kit NXT Mindstorms.....	54
Figura 14 - Tipos de peças do Kit Lego Mindstorms (adaptado do manual do NXT Lego Mindstorms)	55
Figura 15 - Caixa de peças extra do kit Lego Education.....	55
Figura 16 - Manual do NXT Lego Mindstorms	56
Figura 17 - Robot Educator.....	57
Figura 18 - Manual de construção.....	57
Figura 19 - Manual de programação	58
Figura 20 - Progressão no terreno	62
Figura 21 - Detecção do obstáculo.....	63
Figura 22 - Viragem à direita	64
Figura 23 - Switch + Sensor de ultra-som.....	64
Figura 24 - Detecção da parede à direita.....	64

Figura 25 - Seguir em frente	65
Figura 26 - Programação após detecção de paredes e viragem	65
Figura 27 - Execução de comandos de forma ilimitada	65
Figura 28 - Programação principal	66
Figura 29 – Versão intermédia do <i>Theseus</i>	66
Figura 30 - Localização do sensor de cor	67
Figura 31 - Distinção das cores	67
Figura 32 - Detecção da cor azul	67
Figura 33 - Acção relacionada com cor diferente de azul	68
Figura 34 - Comandos executados ilimitadamente	68
Figura 35 - Programação final para detecção e captura da bola	69
Figura 36-Detectar a cor azul	78
Figura 38 - Andar para trás	79
Figura 39 - Acção de parar	79
Figura 37 - Detecção da cor branca	79
Figura 40 - Activação do procedimento garra	80
Figura 41 - Andar para a frente	80
Figura 42 - Fecha a garra	81
Figura 43 - Parado com a garra fechada	81
Figura 44 - O "Fura-Balões": vista lateral	83
Figura 45 - O "Fura-Balões": vista frontal	84
Figura 46 - O random block	85
Figura 47 - Switch de acções	85
Figura 48 - Detecção da cor vermelha	86
Figura 49 - Detecção de objectos	86
Figura 50 - Programação final do "Fura-Balões"	87
Figura 51 - Experiência com motores (adaptado de NXT User Guide)	104

Figura 52 - Acoplagem do sensor de som (adaptado de NXT User Guide).....	104
Figura 53 - Experiência com o sensor de som (adaptado de NXT User Guide)	105
Figura 54 - Acoplagem do sensor de ultra-som (adaptado de NXT User Guide)	105
Figura 55 - Experiência com o sensor de ultra-som (adaptado de NXT User Guide).....	106
Figura 56 - Acoplagem do sensor de luz (adaptado de NXT User Guide).....	106
Figura 57 - Experiência com o sensor de luz (adaptado de NXT User Guide)	107
Figura 58 - Acoplagem do sensor de infravermelhos (adaptado de NXT User Guide)	107
Figura 59 - Experiência com o sensor de infravermelhos (adaptado de NXT User Guide).....	108
Figura 60 - Acoplagem do sensor de toque (adaptado de NXT User Guide).....	108
Figura 61 - Experiência com o sensor de toque (adaptado de NXT User Guide)	108

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Trabalho de projecto: etapas, questões e competências	34
Tabela 2 - Instrumentos de recolha e análise de dados vs categorias de análise	49
Tabela 3 - Estrutura das actividades desenvolvidas	51

Introdução

O Documento Orientador da Revisão Curricular do Ensino Secundário veio introduzir uma série de alterações no elenco disciplinar deste nível de ensino. Neste documento, são apontados dezassete *princípios orientadores* da revisão curricular, destacando-se a criação, no 12º ano, de uma área curricular não disciplinar, de frequência obrigatória: - Área de Projecto dos cursos Científico-Humanísticos, e Projecto Tecnológico dos cursos Tecnológicos:

“Consideração da Área Projecto e Projecto Tecnológico como espaço de confluência e integração de saberes e competências adquiridas ao longo do curso, em torno do desenvolvimento de metodologias de estudo, investigação e trabalho em grupo. O seu carácter terminal tende a valorizar a preparação para o prosseguimento de estudos a nível superior, a preparação para o ingresso no mercado de trabalho e a avaliar a maturidade intelectual dos alunos. (Ministério da Educação, 2003, p. 16).

O Robot Lego Mindstorms NXT surge na escola através de uma parceria com o departamento de informática da Faculdade de Ciências de Lisboa e do Projecto “Ciência Viva”. Como resultado desta associação, consideramos que seria interessante e benéfico a integração da robótica numa área curricular, uma vez que permitiria aos alunos lidar com uma tecnologia pouco divulgada em Portugal.

Desta forma, nasce a área de projecto denominada “À Descoberta dos Robots e dos Agentes Inteligentes”.

A escola tem várias particularidades face a outras com as mesmas características que a tornam muito interessante para a implementação deste projecto.

- a) Organizou a disciplina da Área de Projecto por áreas de interesse (dos professores) e não por turmas. Os professores foram, em devido tempo, convidados a elaborar projectos que depois se submeteram à aprovação do conselho pedagógico. Uma vez aprovados, foram apresentados aos alunos e estes, numa pré-inscrição, escolheram três; a razão para este último procedimento foi o de viabilizar a elaboração de horários já que a dispersão por um grande número de projectos complicaria sobremaneira a tarefa. Eliminados os menos “votados”, constaram os restantes dos processos de matrícula. Aqui, os alunos voltaram a escolher três por ordem hierárquica.
- b) As instalações físicas são constituídas por duas salas TIC, todas com projector de vídeo e amplo espaço de trabalho que permitem a leccionação da disciplina;
- c) Uma apetência latente na população discente para a tecnologia.

A integração desta área não disciplinar permite aos alunos relacionarem-se de uma forma diferente com o mundo que os rodeia, um mundo marcado pela tecnologia.

Pensamos que esta integração pode constituir um excelente veículo na prossecução de alguns dos objectivos do Ensino Secundário e, muito particularmente, dos desígnios essenciais delineados para a Área de Projecto.

Neste âmbito, entendemos que o kit de robótica Lego Mindstorms reunia condições particularmente vantajosas, e por isso o que se propõe com este trabalho é, fundamentalmente, o estudo de possibilidades de utilização do kit Lego Mindstorms em projectos a desenvolver na Área de Projecto.

Com base na contextualização apresentada, pretende-se fazer uma investigação que responda ao seguinte problema:

De que forma as actividades em robótica (com utilização do robot NXT Mindstorms da Lego) permitem e proporcionam o desenvolvimento dos propósitos essenciais e competências delineados para a Área de Projecto?

Tendo por base o problema apresentado, torna-se necessária a sua segmentação em diferentes questões de investigação.

- Através da robótica os alunos conseguem conceber e desenvolver experiências concretas, relacionadas com as suas áreas de interesse pessoal e/ou vocacional? Como se envolvem nessas experiências? O que as caracteriza?
- Como é que as actividades em robótica permitem e estimulam o desenvolvimento da metodologia do trabalho de projecto? O que há de específico nos projectos em robótica educativa que estimula o desenvolvimento do “espírito” de projecto, da criatividade e da sua concretização em algo tangível?
- Como é que a robótica permite e proporciona o desenvolvimento de projectos em trabalho colaborativo?

Com base nestes pressupostos, propomos como objectivos para esta dissertação:

- Analisar as formas como os alunos desenvolvem actividades relacionadas com os seus interesses através da robótica;
- Mostrar como a metodologia de trabalho de projecto e a realização de projectos em trabalho colaborativo podem ser estimulados com recurso à robótica;

O trabalho realizado será estruturado da seguinte forma:

O Enquadramento Teórico:

- Na primeira secção são apresentados os conceitos de robot e robótica;
- Na segunda secção é efectuada uma abordagem à robótica, numa perspectiva de educação;
- Na terceira secção são apresentados os fundamentos pedagógicos da robótica educativa e efectuada uma caracterização do Robot Lego Mindstorms NXT;
- Na quarta, quinta, sexta e sétima secções, abordam-se respectivamente:
 - A metodologia do trabalho de projecto;
 - A relação entre a Área de Projecto e a Revisão Curricular do Ensino Secundário;
 - A integração da Robótica Educativa na Área de Projecto;
 - As aprendizagens realizadas na Área de Projecto;

Na Metodologia, apresentam-se, caracterizam-se e justificam-se as opções metodológicas assim como os instrumentos utilizados;

Nos Resultados, descrevem-se as actividades desenvolvidas pelos alunos, tendo em consideração os instrumentos de recolha de dados e apresentam-se os resultados do estudo;

Finalmente, apresentam-se as Conclusões do trabalho e sugerem-se questões para futuras investigações.

Enquadramento teórico

1. Robótica: alguns conceitos e contextualização

Antes de falar de robótica, devemos esclarecer o conceito de robot, uma vez que robótica e robots estão intimamente relacionados. De seguida abordaremos a robótica numa perspectiva educacional e terminamos esta secção com os fundamentos pedagógicos da robótica educativa.

1.1 O que é um robot?

O conceito de robot data dos inícios da história, quando os mitos faziam referência a mecanismos que ganhavam vida.

Com início na civilização grega, os primeiros modelos de robot que se encontram eram figuras com aparência humana e/ou animal, que usavam sistemas de pesos e bombas pneumáticas.

Cientistas árabes acrescentaram um importante e novo conceito à ideia tradicional de robots, concentrando as suas pesquisas no objectivo de atribuir funções aos robots que fossem ao encontro das necessidades humanas. A fusão da ideia de robots e a sua possível utilização prática marcou o início de uma nova era.

Leonardo DaVinci abriu caminho a uma maior aproximação ao complexo mundo dos robots. DaVinci desenvolveu uma extensiva investigação no domínio da anatomia humana que permitiu o alargamento de conhecimentos para a criação de articulações mecânicas. Como resultado deste estudo desenvolvido, surgiram diversos exemplares de bonecos que moviam as mãos, os olhos e as pernas, e que conseguiam realizar acções simples como escrever ou tocar alguns instrumentos.

Nikola Tesla (1856-1943), cientista na área da robótica, emigrou da Croácia para a América em 1890 e, a propósito do grande desenvolvimento dos robots e das grandes expectativas criadas em redor destes, afirmou:

"I treated the whole field broadly, not limiting myself to mechanics controlled from a distance, but to machines possessed of their own intelligence. Since that time had advanced greatly in the evolution of the invention and think that the time is not distant when I shall show an automation which left to itself, will act as though possessed of reason and without any willful control from the outside."

(http://asarobotica.com.br/hist_robotica/ancoras_2.htm)

Um robot é composto por sensores e actuadores. Sensores são os dispositivos que permitem ao robot analisar as condições ambientais em que está inserido. Existem diversos tipos de sensores: de toque, de luz, de ultra-som, de som, magnético, etc. Os actuadores são os dispositivos que permitem ao robot actuar sobre o ambiente e que lhe permitem realizar determinadas tarefas. Os actuadores mais comuns são os motores, que permitem ao robot accionar diversos tipos de mecanismos, como por exemplo rodas, roldanas, braços mecânicos, etc. No entanto é de referir que, tão importantes como os actuadores e os sensores, são os programas. A execução de programas é o que permite ao robot realizar determinada (s) tarefa (s) e todos são reprogramáveis.

Existem diversas definições de robot:

“Máquina ou autómato, por vezes de configuração que imita a humana, capaz de se mover e de realizar certas tarefas (substituindo o homem), bem como de aprender a interagir com o seu meio”. (Dicionário Universal da Língua Portuguesa, 2000, p. 1250).

“Reprogrammable, multifunctional manipulator designed to move material, parts, tools, or specialized devices through various programmed motions for the performance of a variety of tasks”. (Robot Institute of America, 1979 http://www.robotics.utexas.edu/rrg/learn_more/history/).

“A robot is a device that is build to independently perform actions and interact with its surroundings”. (Kelly, 2007, p.1).

Qualquer que seja a definição, quando o dispositivo analisa o ambiente que o rodeia, interage com o mesmo e desempenha actividades sem ajuda dos humanos, podemos afirmar que estamos perante um robot.

No entanto, com a evolução morfológica dos dispositivos, cada vez será mais difícil definir o que é um robot, tal como afirma Bill Gates:

"Although a few of the robots of tomorrow may resemble the anthropomorphic devices seen in Star Wars, most will look nothing like the humanoid C-3PO. In fact, as mobile peripheral devices become more and more common, it may be increasingly difficult to say exactly what a robot is. Because the new machines will be so specialized and ubiquitous - and look so like the two-legged automatons of science ficPon - we probably will not even call them robots. But as these devices become affordable to consumers, they could have just as profound an impact on the way we work, communicate, learn and entertain ourselves as the PC has had over the past 30 years.“ (Gates, 2007, p.65).

1.2 O que é a Robótica?

O termo robótica refere-se ao estudo e à utilização de robots, e foi pela primeira vez enunciado pelo cientista e escritor Isaac Asimov, em 1942, numa pequena história

intitulada *Runaround*. Asimov também publicou uma compilação de pequenas histórias, em 1950, intitulada *I Robot*. Este autor propôs a existência de três leis aplicáveis à robótica, às quais acrescentou, mais tarde, a lei zero.

- **Lei zero:** Um robot não pode prejudicar a humanidade ou, através da ausência de acção, permitir que ela seja prejudicada.
- **Lei Um:** Um robot não pode magoar um ser humano ou deixar que algum ser humano se magoe.
- **Lei Dois:** Um robot tem que obedecer a ordens dadas por um ser humano, excepto quando essas ordens entram em conflito com a Primeira Lei.
- **Lei Três:** Um robot tem que proteger a sua própria existência desde que não entre em conflito com a Primeira ou Segunda Leis.

Cada uma destas leis tem precedência sobre as outras que lhes seguem, por isso, a um robot não pode ser ordenado que mate um ser humano mesmo que isso resulte no seu próprio extermínio.

Segundo Chen (2009) à medida que os robots se tornam mais sofisticados e integrados na vida humana, as leis de Asimov tornam-se demasiado simples. Um artigo deste autor gerou alguma discussão entre os especialistas em robots, que afirmam ser o momento de discutir estes dilemas éticos.

Estas questões surgem porque se têm verificado alguns problemas com robots, nomeadamente, no ano de 2007, um robot militar usado no exército da África do Sul matou nove soldados devido ao seu mau funcionamento; no início de 2009, uma fábrica sueca foi multada depois de um robot quase matar um dos seus trabalhadores (embora parte da culpa tenha sido humana).

Chen (2009) afirma ainda que uma sociedade onde humanos e robots co-existem poderá emergir por volta de 2030.

Neste contexto, à medida que a complexidade das máquinas cresce, torna-se urgente uma reformulação das leis de Asimov, de modo a permitir desenvolver um conjunto de regras de orientação que possibilitem apurar responsabilidades quando algo não corre bem.

2. A Robótica, uma perspectiva educacional

O Festival Nacional de Robótica teve a sua primeira edição em 2001, na cidade de Guimarães e o seu grande objectivo é a divulgação da Ciência e da Tecnologia junto dos estudantes de todos os níveis de ensino, até ao público em geral, através de competições de robots. No entanto, a história dos concursos de robótica inicia-se em 1995, na Universidade de Aveiro, com o concurso do Micro-Rato. Nesse ano, concorreram seis equipas, compostas por alunos do Mestrado em Electrónica e Telecomunicações que tinham frequentado a disciplina de Robótica Móvel, leccionada pelo Prof. Keith Doty. A ideia pegou e, nos anos seguintes, o número de participantes cresceu: 11 em 1997, 23 em 1998, 28 em 1999 e 28 em 2000. O universo dos concorrentes alargou-se também, com a participação de diversas Universidades, Institutos Politécnicos e mesmo Escolas Secundárias.

As regras da competição mantiveram-se estáveis durante as 5 primeiras edições do Concurso. Na edição de 2001, a organização procedeu a alterações significativas nas regras do Concurso. Com estas alterações redefiniu-se o objectivo principal da competição, promovendo-se a capacidade de aprendizagem dos robots.

Este festival nacional decorre todos os anos numa cidade distinta, este ano, a 10ª edição decorreu em Leiria e, actualmente, é uma iniciativa da Sociedade Portuguesa de Robótica. Além da competição, é incluído um Encontro Científico, onde, investigadores nacionais e estrangeiros da área de Robótica se encontram para partilhar e divulgar os resultados mais recentes da sua investigação. Este certame tem tido grande adesão e crescido de ano para ano, quer em número de participantes, quer de equipas. A 10ª edição do Festival Nacional de Robótica, realizada de 24 a 28 de Março de 2010, foi organizada pelo Instituto Politécnico de Leiria através da Escola Superior de Tecnologia

e Gestão. Incluiu várias ligas de competições e as provas seguem as regras oficiais do RoboCup.

A RoboCup é um projecto internacional que visa promover a Inteligência Artificial, a robótica e áreas afins. A RoboCup escolheu o jogo de futebol como o tópico central de desenvolvimento de investigação. O último grande objectivo/projecto da RoboCup, é que, aproximadamente até ao ano 2050, se consiga desenvolver uma equipa de robots humanóides autónomos que consigam vencer a equipa humana campeã do mundo, num jogo de futebol. A RoboCup é também designada RoboCupSenior.

Em 1998, integrada na RoboCup, surge a RoboCupJunior, “Project-oriented educational robotics for students up through age 19, with a focus on providing a hands-on, scaffolded environment where learners can grow--by expanding their knowledge of, sparking their curiosity about and increasing their comfort with technology. Three challenges: soccer, rescue, dance each emphasizing cooperative problem-solving; each designed to reach creative young minds with a range of interests, and skills” (<http://rcj.robocup.org/>).

O foco da RoboCupJunior é a educação.

A RoboCupJunior envolve três desafios: futebol, dança e salvamento. Na procura da solução destes desafios, é dada ênfase ao trabalho cooperativo para resolução de problemas.

A First Lego League é um programa internacional, que combina a robótica prática e interactiva, numa competição de ambiente informal, e destina-se a crianças dos nove aos dezasseis anos. O seu nascimento dá-se nos Estados Unidos, fruto de uma parceria entre as empresas First e Lego. A primeira edição remonta a 1992 e o número de participantes

e de equipas tem vindo a aumentar ao longo dos anos. As equipas são constituídas por cinco a dez jogadores, no máximo, privilegiando o trabalho de equipa com o objectivo de solucionar problemas reais, com recurso à matemática, à ciência e à tecnologia. Em cada ano, é proposto um tema, o de 2010 é “Transformar os Transportes” e nele participaram mais de 140.000 jovens, de 56 países, incluindo Portugal. Tendo como base a tecnologia do Lego Mindstorms NXT, durante semanas, as equipas criam estratégias, programam, desenharam e testam um robot totalmente autónomo, com capacidade de completar as várias missões definidas pela First Lego League Internacional.

A robótica educativa, no entanto, não deve resumir-se a competições, uma vez que a competição, apesar de ser motivante para muitos alunos, também afasta outros. A alternativa de apresentação de trabalhos desenvolvidos pelos jovens, são as exposições. (Resnick et al, 2005)

Diversos projectos têm vindo a ser desenvolvidos com o objectivo de estimular a utilização da robótica no processo de ensino e/ou aprendizagem.

Destaca-se a criação da Fábrica – Centro de Ciência Viva em Aveiro, onde se proporciona a oportunidade de observar e programar o comportamento do robot Lego Mindstorms NXT.

Também no âmbito do Programa Ciência Viva, contam-se diversas escolas integradas no projecto “Robótica”, por exemplo:

- Na Escola Secundária Emídio Navarro, em Almada, foi criado o Clube de Informática e Robótica – O “MicroBot” -, que assenta em dois grandes objectivos. O primeiro, tornar a informática um instrumento de ensino e/ou aprendizagem e o

segundo, a criar condições para a implementação de uma área de projecto no ensino secundário.

- Na Escola Secundária Braamcamp Freire, na Pontinha, o projecto “Robótica na Escola” tem como objectivos promover a aprendizagem de novas tecnologias e a sua implementação na prática, assim como programar, controlar e utilizar robots e autómatos.
- O projecto denominado “À Descoberta dos Robots e dos Agentes Inteligentes”, que surge de uma parceria do departamento de informática da Faculdade de Ciências de Lisboa e do Projecto “Ciência Viva” que envolve algumas escolas básicas e secundárias da região de Lisboa.
- O projecto DROIDE e, nomeadamente, o subprojecto DROIDE VIRTUAL, iniciado em Outubro de 2006 na Universidade da Madeira, cujo objectivo é a utilização de robots como elementos mediadores entre os alunos e a Informática.
- Na escola básica Eb1 de S. José, o projecto "Miúdos, Graúdos e Robots - uma aventura nos meandros da robótica educativa" uma parceria com os alunos da área de Projecto “À Descoberta dos Robots e dos Agentes Inteligentes” da Escola Secundária de Camões.

A nível internacional, na Jamestown School, há mais de dez anos que existe o programa de robótica. Esta escolha foi baseada nos pressupostos de que esta tecnologia estimula o trabalho de equipa, o pensamento crítico, a resolução de problemas, a aquisição de noções científicas e de soluções matemáticas. Afirmam que este programa prepara os alunos para o mercado de trabalho do século XXI.

Relativamente ao Concurso Nacional de Robótica da Guarda, realizado no dia 17 de Julho de 2010, referenciou a agência Lusa que participaram jovens de várias partes do país, e que, segundo Carlos Carreto, responsável pela organização, “o concurso anual visou promover a ciência e a tecnologia junto dos jovens dos ensinos básico, secundário e superior, através de competições de robôs móveis e autónomos.” Referiu ainda que o evento começou em 2003 com “oito ou nove equipas” e cresceu de tal forma que este ano juntou 33, destacando-se a inscrição de vinte escolas do ensino secundário e profissional, o que revela o interesse e entusiasmo dos alunos pela temática da robótica. Este docente da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG), pertencente à Unidade Técnico Científica de Engenharia e Tecnologia considera que os “robôs são divertidos e cativantes, ideais para estimular o interesse dos estudantes pela ciência e tecnologia” (<http://pplware.sapo.pt/informacao/7%C2%BA-edicao-do-concurso-robo-bombeiro-ipguarda/>).

Ribeiro (2006) refere que, após a apresentação do projecto “RobôCarochinha” na conferência “Hands on Science”, a satisfação dos alunos era visível, todos afirmavam que gostaram muito de trabalhar com robots e que os sentimentos de motivação, entusiasmo e espírito de colaboração demonstrados comprovam o interesse dos alunos pela robótica educativa.

Silva (2008) afirma que a utilização do Mindstorms NXT teve um impacto muito positivo nos alunos que constituíram a amostra do seu estudo. Os próprios afirmaram, no teste de satisfação, que o Mindstorms NXT contribuiu, de forma determinante, para despertar o entusiasmo e interesse, para além de lhe atribuírem um papel importante no esclarecimento dos conceitos físicos abordados.

Estas iniciativas e projectos desenvolvidos nos vários níveis de ensino, destacam que a robótica educativa pode ser usada como ferramenta pedagógica e que esta tecnologia com características muito específicas permite aos alunos desenvolver competências, tais como a capacidade de resolução de problemas, o trabalho de equipa, a criatividade e imaginação, o raciocínio lógico e pensamento abstracto.

3. Fundamentação Pedagógica da Robótica Educativa

A fundamentação pedagógica da robótica educativa baseia-se no trabalho de Seymour Papert e na sua teoria denominada *construcionismo*. O *construcionismo* teve origem nas teorias construcionistas, o que não surpreende, uma vez que Seymour Papert trabalhou com Jean Piaget durante cinco anos, na Universidade de Geneve. No início dos anos sessenta, Papert juntou-se ao MIT e em conjunto com Marvin Minsky, fundou o laboratório de inteligência artificial, onde desenvolveu a tão divulgada linguagem Logo. Esta linguagem de programação foi o meio para atingir um fim, isto é, possibilitar aos alunos melhores condições de aprendizagem, principalmente da matemática.

Papert (1980) defende a abordagem construcionista e considera que os alunos aprendem melhor quando criam objectos ou artefactos externos que possam servir de apoio à construção interna do conhecimento. Esta teoria é uma inovação em relação ao construtivismo, uma vez que dá importância às construções físicas, como apoio às construções intelectuais. A linguagem Logo foi criada nesta perspectiva. Os computadores e especialmente a robótica, são ferramentas muito poderosas que suportam novas formas de pensar e de aprender, porque envolvem os alunos no desenvolvimento de projectos (Resnick et al, 1996).

Bears et al (2002) apresentam os quatro elementos essenciais da aprendizagem numa perspectiva construcionista:

1. Aprender construindo projectos e partilhando-os com a comunidade

É pedido aos professores que desenvolvam um ambiente de aprendizagem que permita às crianças fazer explorações, que estimulem a aprendizagem, que disponibilizem materiais interessantes para manipular, com o objectivo de

realizarem projectos concretos, que serão apresentados à comunidade (Bers e Urrea, 2000). Estas ideias são a base do construcionismo.

Os torneios e/ou exposições são uma forma de apresentar à comunidade os projectos desenvolvidos.

2. Objectos para pensar

A utilização de objectos que ajudam a pensar e a aprender, tem já uma longa tradição na educação de crianças.

A robótica é uma ferramenta que permite às crianças envolverem-se no mundo da tecnologia. Utilizando materiais do mundo da engenharia, tais como: rodas, eixos, roldanas, motores, sensores ou alavancas, as crianças podem desenhar e construir artefactos interactivos. São ainda encorajados a integrar objectos de uso diário e materiais artísticos nos seus desenhos e/ou construções.

3. Ideias poderosas

O termo “ideias poderosas” tem sido utilizado ao longo dos anos por uma crescente comunidade de investigadores e reporta para um conjunto de ferramentas intelectuais que incluem os processos mentais e domínio de conteúdos (Papert, 1980). Quando correctamente utilizadas, as “ideias poderosas” são muito fortes, porque potenciam novas formas de pensar, não só sobre um domínio específico, mas também sobre o conhecimento em si.

4. Auto-Reflexão

O registo e a documentação, são formas de alunos e professores avaliarem o processo de ensino e/ou aprendizagem de uma forma crítica, o que leva à auto-reflexão. É um processo de partilha de experiências que pode ser feita através de relatórios, de artigos, etc.

De acordo com a sua experiência de mais de duas décadas, Resnick e Silverman (2005) consideram dez linhas orientadoras que aplicam especificamente para desenhar e construir kits para crianças. No entanto, estes investigadores acreditam que estes princípios podem ser úteis para qualquer indivíduo que desenvolva novas tecnologias para crianças. De seguida apresentam-se as mais relevantes:

1. *“Design for designers* - inspirados pelo seu mentor intelectual que foi Seymour Papert e pela sua abordagem construcionista à educação e aprendizagem, aqueles investigadores acreditam, tal como Papert, que as melhores experiências de aprendizagem são aquelas em que as crianças estão envolvidas de uma forma activa no desenho e criação de objectos que têm significado para si próprios ou para os que os rodeiam. Com a tecnologia Lego e recorrendo à programação por blocos, é possibilitado o desenvolvimento de criações dinâmicas e interactivas.
2. *Low floor and Wide walls* - quando se utilizam os *bricks* programáveis da Lego, consegue-se construir desde uma simples criatura robótica até algo muito mais complexo, como por exemplo, um robot que faça a reciclagem de objectos. O objectivo é que a tecnologia permita às crianças desenvolverem projectos que cresçam de acordo com os próprios interesses e paixões.
3. *Make powerful ideas salient – Not forced* - o termo “powerful ideas “ surge na obra de referência *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* de Papert e, ao contrário de alguns educadores que consideraram esta expressão como um slogan, esta foi, sim, o ponto central desta obra e do seu trabalho. Mas afinal o que são ideias poderosas? Papert define-as como “can be used as tools to think with over a lifetime”, isto é, ferramentas para pensar e reflectir ao longo da vida.

4. *Support Many Paths, Many Styles* - para testarem uma nova versão da tecnologia Lego/Logo, os investigadores trabalharam com um conjunto de alunos que dividiram em dois grupos. O objectivo era a construção de um parque de diversões. Um dos grupos decidiu criar um carrossel. Cuidadosamente fizeram os planos, construíram mecanismos e um programa que sempre que alguém pressionava o sensor de toque, o carrossel andava à volta. Em poucas horas o carrossel estava a funcionar. O outro grupo de alunos decidiu construir uma roda gigante. Antes de porem a roda a funcionar, colocaram-na de parte e decidiram construir um stand de refrescos mesmo ao lado. Nestas circunstâncias, os investigadores demonstraram preocupação uma vez que o stand não possuía nenhum motor ou sensor ou programação. Receavam que os estudantes deixassem passar algumas ideias poderosas subjacentes a esta actividade Lego/Logo. Depois de construído o stand de refrescos, o grupo construiu uma parede à volta do parque, criou um estacionamento e acrescentou imensas pessoas de lego a andar pelo parque. Finalmente, regressaram à construção da roda gigante, que concluíram.

Estes dois grupos representam dois estilos muito diferentes de jogar, desenhar e pensar. Turkle et al (1990, citados por Resnick & Silverman, 2005) identificam dois estilos: “hard” (o primeiro grupo) e “soft” (o segundo grupo). Shotwell et al (1979, citados por Resnick & Silverman, 2005) classificam os dois estilos como “patterners” e “dramatists”. No desenho de novas tecnologias, Resnick e Silverman (2005) têm como grande prioridade apoiar utilizadores de todos os estilos - “hards” assim como “softs”, “patterners” assim como “dramatists”. Pretendem garantir que as suas tecnologias são apelativas e acessíveis para os “softs” (e “dramatists”), tal como consideram que as actividades de matemática

e ciências são vocacionadas para os “hards” (e “patterns”). O seu grande objectivo é trabalhar de modo a preencher o fosso existente entre os dois estilos.

5. *Make it as simple as possible – and maybe even simpler* - não existem dúvidas que, à medida que surgem novos produtos tecnológicos, estes aparecem mais complexos e com mais características específicas. Resnick e Silverman tentaram desenvolver sistemas que oferecessem formas simples de fazer coisas complexas e descobriram que, reduzindo o número de características dos produtos, a experiência melhora. O que, inicialmente, parecia um constrangimento ou limitação, veio a revelar-se como novas formas de criatividade.
6. *Choose black boxes carefully* - quando se desenvolvem robots recorrendo a dispositivos programáveis, as crianças aprendem a trabalhar com mecanismos e engrenagens e como os controlar. No entanto, geralmente, não aprendem sobre o funcionamento interno dos motores, isto porque o motor é uma “black box”.
7. *A little bit of programming goes a long way* - quando surgiram os primeiros computadores nas escolas, na década de oitenta, a programação era uma actividade básica. Nos últimos vinte anos, a programação deixou de ser considerada uma actividade básica para ser reconhecida como algo de difícil aprendizagem e mais utilizada a nível profissional. A programação do “brick” Lego recorre à programação por blocos, o que tornou esta actividade mais simples porque permite fazer muito com elementos básicos.
8. *Iterate, iterate – Then iterate again* - o que se pretende é que, ao desenvolver um projecto com o kit Lego, sejam testadas diferentes alternativas e/ou que se mude de direcção a meio do processo de modo a que se possam criar novas versões do projecto. Ao longo deste processo verifica-se uma aprendizagem contínua.”

Com base nestas linhas orientadoras, o MIT Media Lab em parceria com a Lego, desenvolveu o Robot Lego Mindstorms NXT e é fácil perceber que todo o seu desenvolvimento teve por base a abordagem construcionista de Papert.

O Robot Lego Mindstorms NXT G é programado através de uma linguagem visual baseada em blocos. O *system blocks* consiste num interface físico que facilita, às crianças a exploração e modelação de *system dynamics*. *System dynamics* e *system thinking* são métodos que permitem estudar o mundo que nos rodeia. Forrester (1968, citado por Resnick & Silverman, 2005) e Senge (1990, citado por Resnick & Silverman, 2005) lidaram com a compreensão de como os sistemas complexos mudam com o tempo e como as estruturas influenciam o comportamento. Aprender a compreender os *dynamics system* é um passo essencial para compreender o mundo que nos rodeia.

Piaget (1972) referiu que as crianças desenvolvem a sua forma de pensar baseado na sua interacção com o mundo que os rodeia. Para além disso, os construcionistas demonstraram que as pessoas aprendem melhor quando estão envolvidas em projectos com os quais se identificam (Papert & Resnick).

O quadro teórico que suporta o *system blocks* tem origem nos educadores / epistemologistas e nas áreas de investigação dos *system dynamics*.

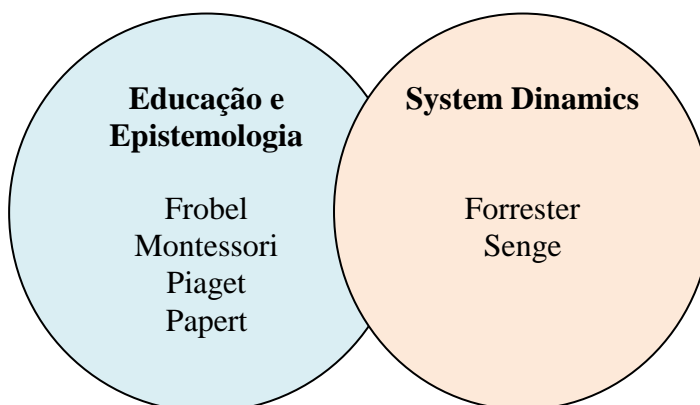


Figura 1 – Theoretical Framework (adaptado de System Blocks: A Physical Interface for System Dynamics Learning)

A ideia de que os objectos tangíveis podem desempenhar um importante papel nos processos de aprendizagem é relativamente recente. Até ao século dezanove, a educação formal era baseada quase exclusivamente em leituras. O suíço Johann Pestalozzi (1746-1827) foi um dos primeiros defensores da teoria “hands-on learning”. Pestalozzi defendia que os estudantes precisam de aprender através dos sentidos e da actividade física, argumentava que “things before words, concrete before abstract” (Pestalozzi, 1803, citado por Resnick & Silverman, 2005).

Friedrich Froebel, que criou, na Alemanha, em 1837, o primeiro jardim-de-infância, foi muito influenciado pelas ideias de Pestalozzi. O seu jardim-de-infância estava cheio de objectos para as crianças brincarem. Desenvolveu um conjunto de vinte objectos constituído por bolas, blocos e paus para as crianças brincarem. Froebel desenhou cuidadosamente cada um destes objectos para ajudar as crianças a reconhecê-los e apreciá-los na natureza. Os objectos de Froebel foram disseminados pelo mundo, influenciando o desenvolvimento de gerações de crianças pequenas.

Maria Montessori desenvolveu as ideias de Froebel, criando materiais para crianças mais velhas inspirando uma rede de escolas em que os materiais manipuláveis desempenhavam um papel central. O enfoque era criar uma “education of the senses” (Montessori, 1912, citada por Resnick & Silverman, 2005), desenvolvendo novos materiais e actividades para ajudar as crianças a aumentarem as suas capacidades sensoriais. Montessori esperava que os seus materiais proporcionassem às crianças controlar os processos de aprendizagem, possibilitando-lhes aprender através da exploração e da investigação pessoal.

Jean Piaget proporcionou uma fundação epistemológica para estas ideias educacionais. Piaget (1972) teorizou que as crianças devem, em primeiro lugar, construir o conhecimento através de “concrete operations” antes de passarem para as “formal operations”. Nos anos noventa, uma nova vaga de investigação sugeriu que Piaget minimizou a importância das operações concretas. Sherry Turkle e Seymour Papert, por exemplo, argumentaram uma “reevaluation of the concrete”, sugerindo que a “abstract reasoning” não poderia ser vista de forma superior às manipulações concretas.

Com base neste quadro teórico, foi desenvolvido o Kit Lego Mindstorms, cuja ferramenta de programação é a programação por blocos.

3.1. Robot, Lego Mindstorms NXT G

De seguida apresentamos o Kit Lego Mindstorms, as suas principais características e componentes, assim como o software e a linguagem de programação associados a esta tecnologia.

3.1.1 Lego Mindstorms NXT Education. A robótica é uma forma comum e efectiva, de os professores integrarem áreas como a matemática, as ciências, a engenharia ou a tecnologia no currículo. O Lego Mindstorms Education foi feito à medida para a sala de aula e para utilização extra-curricular, por exemplo em “clubes”. Inclui um conjunto de construções, programação e ainda ferramentas e pacotes de actividades.

Com o Lego Mindstorms Education, os alunos conseguem dominar técnicas que são utilizadas no mundo real das ciências, da engenharia e do design. Aprendem a comportar-se como jovens cientistas, desenvolvendo simples investigações,

calculando e medindo comportamentos assim como registando e apresentando os resultados.

O primeiro kit Lego Mindstorms surgiu em 1998, de uma colaboração entre a Lego e o MIT Media Lab e baseava-se no controlador RCX. No final de 2006, foi lançado o novo kit Lego Mindstorms, baseado num novo bloco central, o NXT. Este novo bloco central é conhecido como “ Smart Brick”.



Figura 2 - Bloco central do NXT “Smart Brick”

3.1.2 Componentes do Lego NXT. Apresentam-se seguidamente os componentes de hardware e de software do NXT.

Componentes de hardware:

- NXT é a denominação para o novo processador ARM7 utilizado nas centrais RCX (Robotic Commander Explorer). As novas centrais RCX possuem upgrades que se adaptam a algumas das tecnologias actuais, como conexões Bluetooth, e têm as seguintes características.
 - Microprocessador 32-bit ARM7, com 256 kb de memória;
 - Bluetooth Wireless;
 - Porta USB 2.0;
 - 4 Portas input;
 - 3 Portas output;
 - Um monitor LCD e um alto-falante;
 - Bateria recarregável e seis Pilhas;
 - Conjunto de peças para construção;

- Sensores

- **Ultra-som** tem como objectivo “ver” o que o rodeia. O sensor funciona enviando um sinal e aguardando o seu retorno. A melhor recepção do sinal ocorre quando o objecto detectado se encontrar em frente do sensor medindo também a sua distância, perdendo eficácia quando o objecto se encontra num perímetro lateral.



Figura 3 - Sensor de Ultra-Som

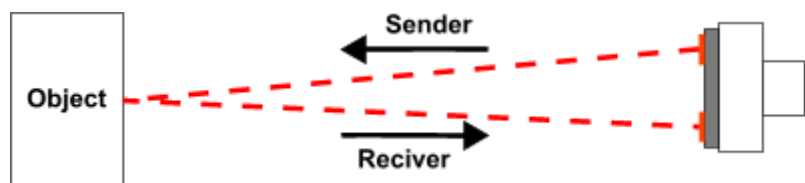


Figura 4 - Funcionamento do Sensor de Ultra-Som

- **Som** é um sensor sofisticado, que permite que a utilização de novos estímulos para direccionar as acções do robot. O sensor mede dB e dBA, o que significa que reconhece se um comando é dado numa voz normal “interna” ou é dado numa voz alta e “externa”. Pode também ser programado para desempenhar uma determinada tarefa, se apenas uma pessoa der um comando, e ter um comportamento diferente se várias pessoas derem o mesmo comando em simultâneo. Este sensor também faz o reconhecimento de padrões de som.



Figura 5 - Sensor de Som

- **Toque** é um sensor muito básico, que apenas pode ser ligado (permitindo que o fluxo eléctrico se desloque) ou desligado (interrompendo o fluxo eléctrico). O robot pode iniciar uma acção ou uma reacção, quando sente alteração no fluxo eléctrico, ligado ou desligado. Este sensor tem uma cavidade para um eixo no botão o que dá aos utilizadores mais opções de incorporar este sensor de toque nas suas construções.



Figura 6 - Sensor de Toque

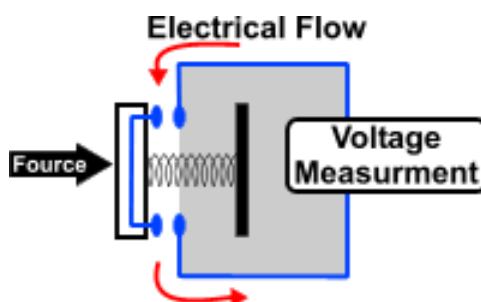


Figura 7 - Funcionamento do Sensor de Toque

- **Luz** é um sensor muito sensível, permite uma precisão de medida numa escala de 0 (sem luz) até 100 (muito luminoso). Também é

possível desligar a luz de infravermelhos localizada por baixo do sensor, para que este apenas localize a luz ambiente que o envolve.



Figura 8 - Sensor de Luz

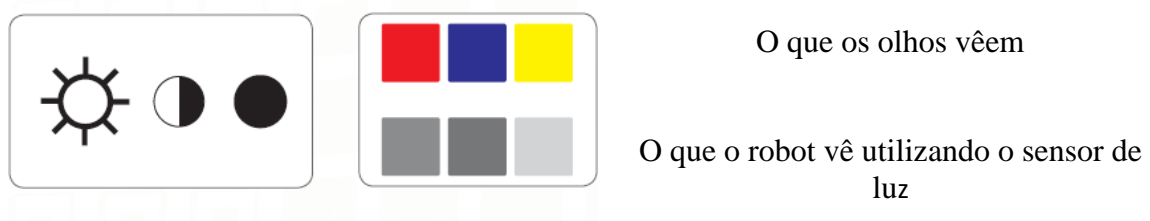


Figura 9 - Comparação entre o olhar humano e o do robot utilizando o sensor de luz

Estes sensores vêm incluídos no kit Lego Mindstorms Education. No entanto, existem outros disponíveis no mercado como o sensor de cor, magnético ou de aceleração. Estes sensores poderem ser utilizados no NXT G, mas é necessário instalar o respectivo *firmware*.

- Motores

Este kit dispõe de três servomotores interactivos e eléctricos. A velocidade e posição são controladas por um circuito de *loop* que identifica a posição no momento.



Figura 10 - Servo-motor (adaptado de NXT User Guide)

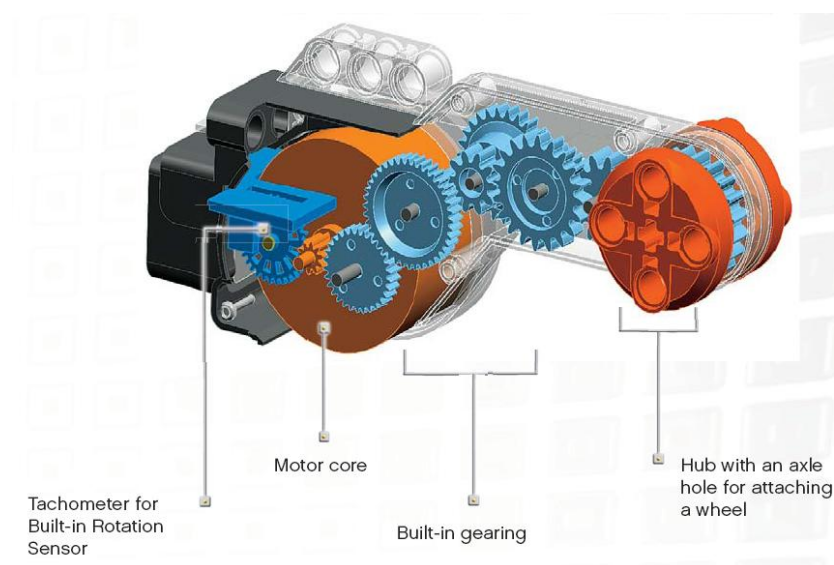


Figura 11 - Estrutura interna do Servo-motor (adaptado de NXT User Guide)

O software

- O software e as linguagens de programação

Com possibilidade de usar diversas linguagens, como o Java ou o C, o “brick” é, tal como foi anteriormente referido, programado através de uma linguagem visual baseada em blocos, que simplifica ao máximo a forma de criar programas.

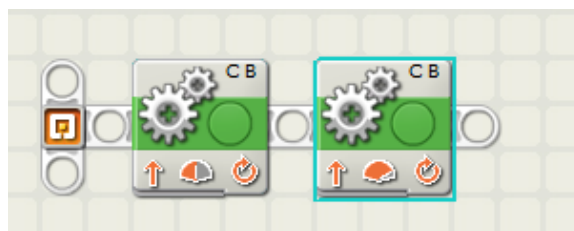


Figura 12 - Exemplo de programação por blocos, neste caso: Aceleração

Entretanto, durante o ano de 2009, surgiu a nova geração do NXT, que se designa LEGO MINDSTORMS NXT 2.0, que se caracteriza por uma programação mais personalizável, por novos modelos de robots e por toda uma nova tecnologia que já inclui um sensor de cor.

As principais inovações do NXT 2.0 são: um novo sensor de cor que tem uma tripla funcionalidade, isto é, distingue cores e configurações de luz e ainda funciona como lâmpada; um novo software de programação, que funciona em PC's e Macintosh, baseado em ícones de arrastar e soltar (o referido software é constituído por dezasseis desafios de construção e programação, que permitem construir quatro novas morfologias de robots); personalização do robot com som e editores de ícones e, finalmente, permite partilhar os ficheiros dos projectos com o novo pacote Pack-N-Go Project.

Concluída a caracterização do NXT, verifica-se que não se trata apenas de um brinquedo, mas sim de uma tecnologia poderosa com inúmeras valências, onde se destaca o seu potencial ao nível da educação, nos seus diferentes níveis de ensino.

4. O Trabalho de Projecto

“... Um projecto é criado para resolver um problema, para estudar um tema ou para realizar um sonho...” (Pires, 2009, p.39).

A base teórica e os primeiros estudos realizados sobre trabalho de projecto foram efectuados pelo filósofo, psicólogo e pedagogo John Dewey (1859-1952) e pelo movimento da Escola Nova de que foi impulsionador. Este filósofo norte-americano é o nome mais conhecido da corrente filosófica conhecida como pragmatismo, no entanto, o pensador preferia o nome – instrumentalismo – uma vez que, para esta escola de pensamento, as ideias só têm importância quando são um instrumento para a resolução de problemas reais.

Na área da pedagogia, a teoria de Dewey assenta na chamada educação progressiva. Considera que se deve educar uma criança como um todo. O que importa é crescimento físico, emocional e intelectual. Além disso, tem como princípio que as crianças aprendem melhor quando realizam tarefas associadas aos conteúdos ensinados. Neste contexto, as actividades manuais e criativas ganharam destaque no currículo e as crianças passaram a ser estimuladas a experimentar e pensar por si mesmas.

Influenciado pelo empirismo, Dewey criou uma espécie de escola-laboratório para testar métodos pedagógicos. Pensava que era vital estreitar a relação entre a teoria e a prática, pois considerava que as hipóteses teóricas só tinham sentido quando aplicadas no dia-a-dia.

Outro ponto da sua teoria é a convicção de que o conhecimento é construído de consensos que resultam de discussões colectivas. O pensador escreveu “ a aprendizagem surge quando partilhamos experiências, e isso só é possível num ambiente democrático, onde não existam barreiras ao intercâmbio de ideias” (Dewey, 1916, p.6). Sendo assim,

a escola deve proporcionar situações de cooperação e de práticas conjuntas, em vez de lidar com as crianças de forma isolada, uma vez que lhes deve permitir: serem activos para aprenderem e produzirem algo; aprenderem a pensar, ou seja, aprenderem a resolver problemas; aprenderem a viver em sociedade, isto é, aprenderem a colaborar com os outros.

"Não há na educação tradicional, defeito mais grave que tornar o aluno incapaz de cooperar activamente na construção dos projectos intelectuais que os seus estudos implicam" (Dewey, 1916, p.26).

Estas ideias, apesar de serem do século passado, mantêm-se actuais e o desenvolvimento dos media electrónicos proporcionou de tal forma o alargamento das potencialidades do trabalho de projecto, que muitos consideram que esta forma de aprender parece nova. As redes abrem novos canais de comunicação, a Internet disponibiliza, de forma quase imediata, todo o tipo de informação, os blogues e as redes sociais permitem partilha de ideias e conhecimento, o e-mail permite o contacto com as mais variadas entidades/instituições/pessoas.

Resumindo, hoje, é possível trabalhar à distância em projectos, o que nos leva a abordar de outro modo a aprendizagem através de trabalho de projecto.

O trabalho de projecto alicerça-se em duas linhas orientadoras. A primeira é que as aprendizagens signifiquem algo para os alunos, que os motivem e envolvam. As aprendizagens serão tanto mais significantes quanto mais forem essenciais para resolver problemas reais. A segunda é que as aprendizagens desenvolvam competências, tais como, recolha e tratamento de informação, o trabalho colaborativo, a tomada de decisões, a criatividade e a autonomia. Uma terceira orientação é transversal às duas

anteriores, isto é, o trabalho de grupo em que, através da apresentação de diferentes opiniões, mais facilmente se identificam os problemas, se encontram diferentes soluções para o mesmo problema, se desenvolve a colaboração e até a auto-estima.

Estas características do trabalho de projecto permitem desenvolver aprendizagens de diferentes dimensões: cognitiva, social e metacognitiva. A primeira tenta responder a questões como: o que se aprende, como se aprende, como se relacionam as novas aprendizagens com as anteriores, a integração de saberes e se os objectivos previstos são atingidos. A segunda refere-se essencialmente à forma de relacionamento com os outros e aos valores. Finalmente a metacognitiva, tem a ver com a consciencialização da envolvimento no projecto, ou seja, se executam as tarefas de forma automática ou se procuram outras respostas, se utilizam estratégias diversificadas, se trabalham de forma organizada e se analisam as formas como pensam e como actuam.

Na metodologia de projecto, o professor assume o papel de um orientador de aprendizagens e não o de um transmissor de conhecimentos, ou seja, é privilegiada a aprendizagem por descoberta pessoal em detrimento de um conhecimento adquirido apenas por via do professor.

Neste contexto, o professor deve conseguir que os alunos corram riscos, mas não fracassem; observar e destacar os saberes e capacidades adquiridos; dar ênfase aos aspectos positivos da aprendizagem; gerir possíveis conflitos e saber estimular o trabalho de equipa.

“Trabalho de projecto é uma metodologia assumida em grupo que pressupõe uma grande implicação de todos os participantes. Envolve trabalho de pesquisa no terreno, tempos de planificação e intervenção com a finalidade de responder a problemas encontrados, problemas considerados de interesse pelo grupo e com enfoque social. O

trabalho de projecto é centrado no estudo de problemas, mas nem todos os problemas devem ser abordados através desta metodologia. Caberá ao grupo fazer a selecção. Sugere-se que as questões escolhidas se enquadrem no mesmo campo de problemas.”

(Leite, Malpique, & Santos, 1989,

http://www.netprof.pt/netprof/servlet/getDocumento?TemaID=NPL070103&id_versao=11894)

No quadro seguinte apresentam-se as principais etapas do trabalho de projecto, fazendo a correspondência a algumas questões e as principais competências com o trabalho que se desenvolve em cada uma delas.

PRINCIPAIS ETAPAS DO TRABALHO DE PROJECTO AS QUESTÕES A COLOCAR E COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

Tabela 1 - Trabalho de projecto: etapas, questões e competências

Etapas do trabalho de projecto	Questões a colocar	Competências a desenvolver
Identificação e formulação do problema	Em dado contexto, que problemas há para resolver? A qual se atribui prioridade? Quais as manifestações desse problema? O que está na origem dessas manifestações? Como resolver o problema? Quais os objectivos a atingir? O que se deseja como resultado do projecto?	Pensamento crítico Identificação e análise de problemas Fazer escolhas e negociá-las Recolha, selecção e tratamento de informação Tomada de decisão
Planificação	Que actividades desenvolver e como? Quais as etapas do projecto? De quanto tempo se dispõe para desenvolver o projecto? Qual o tempo destinada a cada uma das etapas? Como se distribuem as actividades? De que recursos se precisa? Como obter esses recursos? Como reformular o plano se não se obtiverem os recursos?	Projectção Organização Avaliação
Desenvolvimento	O projecto está a ser desenvolvido de acordo com a planificação? Quais os desvios detectados? Porquê? Como reorientar o trabalho se necessário?	Autonomia Cooperação e Trabalho em equipa Divisão do trabalho em tarefas Resolução de conflitos interpessoais Gestão do tempo Recolha, selecção e tratamento de informação Avaliação Flexibilidade
Apresentação do projecto	O que se pretende divulgar? Qual o público-alvo? Como apresentar o projecto? Em que suporte?	Criatividade Síntese Planeamento e organização Comunicação
Avaliação	Conseguiu-se resolver o problema? Que resultados se obtiveram? Que critérios de avaliação? Que instrumentos utilizar? ... Que competências foram realmente desenvolvidas? Que nova orientação tomar? Que novo (s) projecto (s) desenvolver?	... Auto e hetero crítica Análise Síntese Avaliação Projectção

“Com a introdução do projecto na escola (...) não se configura a solução para todos os problemas da escola actual, mas talvez se possibilite o questionamento da rotina, da uniformização, da fronteira disciplinar, da imobilidade e se perspetive uma outra postura perante o ensinar e o aprender.” (Leite & Santos, 2004, p.23)

Badalo e César (2005) realizaram um estudo de caso, numa turma de 11º ano, na disciplina de Introdução à Filosofia, onde foi implementado o trabalho colaborativo associado ao trabalho de projecto. Os investigadores referem que, relativamente aos resultados obtidos, “salienta-se o desenvolvimento do espírito crítico, da autonomia e da co-responsabilização na construção dos saberes, contribuindo para a diminuição da indisciplina e para o desenvolvimento de competências filosóficas transversais, como o raciocínio abstracto, o raciocínio lógico e o rigor de análise de textos filosóficos” (Badalo & César, 2005, p.909). Referem ainda que, com o trabalho de projecto, “o aluno torna-se um participante indispensável em todo o processo de apropriação de conhecimentos” (Badalo & César, 2005, p.909). Os resultados obtidos por estes estudos empíricos, comprovam as teorias associadas ao trabalho de projecto e evidenciam as suas características.

5. A Área de Projecto e a Revisão Curricular do Ensino Secundário

A Reforma Curricular do ensino secundário, enquadrada pelo Decreto-Lei nº 74/2004, de 26 de Março - Princípios orientadores da organização e da gestão curricular bem como da avaliação das aprendizagens, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 24/2006, de 6 de Fevereiro, integra, no desenho curricular dos cursos Científico-Humanísticos, a Área de Projecto.

Esta área curricular não disciplinar, de frequência obrigatória no 12º ano, pretende mobilizar e integrar competências e saberes adquiridos nas diferentes disciplinas. A integração desta área no ensino secundário surgiu para colmatar constrangimentos e pontos críticos. Um prende-se “com a natureza excessivamente formal, livresca e enciclopédica do ensino e da aprendizagem secundárias” e outro com “o carácter fragmentado e estanque dos diversos saberes que compunham o currículo”.

É neste contexto que surge a Área de Projecto, que pretende ser de “natureza interdisciplinar e transdisciplinar, visando a realização de projectos concretos por parte dos alunos, com o fim de desenvolver nestes uma visão integradora do saber, promovendo a sua orientação escolar e profissional e facilitando a sua aproximação ao mundo do trabalho”.

A integração da Área de Projecto no ensino secundário pressupõe a autonomia da escola, o reforço da identidade dos projectos de formação e uma perspectiva integrada de currículo. Como se pretende um currículo flexível, a ideia de projecto tem por base uma forma de trabalho cooperativo e interdisciplinar e que seja simultaneamente um vector de integração curricular que permita articular o projecto educativo da escola com as aprendizagens essenciais previstas no plano de estudos de cada curso.

Esta área curricular não disciplinar não tem um programa de leccionação, usual nas outras disciplinas. Existem, sim, aprendizagens essenciais que se pretende que todos os alunos adquiram no ensino secundário. Estas aprendizagens são enquadradas em duas componentes de formação, que são finalidades a atingir e competências a desenvolver para este nível de ensino. A Área de Projecto é pois, um local privilegiado para que se alcancem finalidades, tais como: promoção de uma cultura de liberdade, participação, reflexão, qualidade e avaliação que destaque a responsabilidade de cada aluno nos processos de mudança social e pessoal; desenvolvimento de atitudes de responsabilização social e pessoal dos alunos de modo a promover uma cidadania participada e uma construção dos seus projectos de vida e para uma aprendizagem ao longo da vida e desenvolvimento de um espírito empreendedor; impulsionar a orientação escolar e profissional dos alunos, relacionando os projectos desenvolvidos com os contextos de trabalho e saídas profissionais (Ministério da Educação, Orientações Relativas à Área de Projecto e Projecto Tecnológico, p.8).

É, pois, fundamental promover uma educação que confronte os alunos com múltiplas realidades dinâmicas e complexas, logo, de difícil captação e entendimento. Tal educação deverá colocar os alunos em situações concretas de problemas reais que têm que resolver, de modo a permitir-lhes ganhar confiança perante a mudança, a inovação ou a incerteza.

Por outro lado, a área de projecto permitirá desenvolver competências próprias de cidadãos capazes de assumir as suas responsabilidades numa sociedade democrática e prepará-los para o exercício de uma profissão. Estas competências estão organizadas em redor de duas grandes questões, que são a gestão da informação e o trabalho de equipa: elaborar e desenvolver experiências concretas, de qualidade, no âmbito do seu interesse

peçoal e/ou vocacional; utilizar a metodologia de trabalho de projecto, relacionando de modo inter e transdisciplinar os saberes teóricos e práticos; desenvolver projectos em grupo, de forma colaborativa respeitando o próximo e responsabilizando-se individualmente pelas tarefas atribuídas (Ministério da Educação, Orientações Relativas à Área de Projecto e Projecto Tecnológico, p.9).

6. A Robótica Educativa e a Área de Projecto

A robótica educativa, como já foi referido, tem por base o trabalho desenvolvido por Papert e as suas ideias sobre o *construcionismo*. O investigador considera que os alunos aprendem melhor quando criam estruturas físicas que complementam as construções mentais. A robótica educativa é um instrumento muito forte, porque permite desenvolver novas formas de pensar e aprender, uma vez que este instrumento permite aos alunos trabalharem de forma colaborativa no desenvolvimento de projectos. Ora, o desenvolvimento de projectos alicerça-se na metodologia de trabalho de projecto.

A área de projecto baseia-se no trabalho de projecto e é uma metodologia de trabalho de grupo colaborativo que pressupõe grande intervenção de cada participante e baseia-se no estudo e resolução de problemas. Envolve trabalho de pesquisa e planificação das fases de trabalho com o objectivo de encontrar respostas/soluções para um problema. Envolve ainda uma grande interacção entre a teoria e a prática e leva sempre a uma procura de novos saberes e saber-fazer.

Com base nesta contextualização, torna-se evidente que a robótica educativa é uma ferramenta que pode ser integrada na área de projecto, porque proporciona um ambiente que desenvolve a aprendizagem, uma vez que permite aos alunos contactar com a tecnologia e com novas formas de experimentação quer de modo individual, quer de forma colaborativa e possibilita a manipulação de diferentes materiais de uso diário, com o objectivo de realizar projectos concretos e de interesse real, que serão apresentados à comunidade.

O facto de esta tecnologia ser naturalmente incluída na designação “objectos para pensar” torna-a uma ferramenta deveras poderosa e com inúmeras valências que podem

ser abordadas, estimuladas e desenvolvidas na área de projecto e, para além disto, a robótica educativa caracteriza-se, ainda, por proporcionar novas formas de pensar sobre a vida.

7. Aprendizagem e Área de Projecto

O desenvolvimento das competências definidas no ponto anterior, prevê a realização de aprendizagens essenciais por parte dos alunos, ao longo desta componente de formação. Estas aprendizagens surgirão através do trabalho que o aluno vai desenvolvendo, nomeadamente:

- a) Elaboração de um projecto exequível, cujo tema seja adequado ao curso e do seu interesse. Devendo ser definido o produto pretendido, assim como os objectivos a atingir; fazer um enquadramento do projecto em relação aos seus projectos de futuro; realizar um levantamento de necessidades/recursos necessários; adequar o projecto aos recursos disponíveis; identificar os seus conhecimentos e reconhecer as suas limitações de modo a colmatá-las; identificar e formular claramente os objectivos intermédios a atingir; planificar detalhadamente todo o trabalho, desde as suas fases até às tarefas a realizar em cada uma delas; os recursos necessários; a distribuição das tarefas pelos elementos do grupo; fundamentar as decisões tomadas e finalmente analisar, individualmente e em grupo, os objectivos, as metodologias de trabalho propostas, assim como a viabilidade do projecto e proceder a ajustes sempre que seja necessário.

Um aspecto muito importante que possibilita o normal desenvolvimento dos projectos é a gestão dos recursos materiais, ou seja, a dinâmica da gestão dos recursos efectuada pela Direcção. As escolas deverão dispor e disponibilizar aos alunos recursos facilitadores e motivadores do trabalho de pesquisa, como por exemplo o acesso à Internet e, sempre que possível, espaços físicos próprios para determinadas áreas e com equipamentos específicos. A correcta identificação dos recursos necessários para o desenvolvimento do projecto,

especificamente os recursos materiais, revela-se uma tarefa imprescindível no trabalho de projecto.

- b) Apresentação do projecto e promoção de debate das decisões tomadas;
- c) Reformulação do projecto, se necessário, após o debate;
- d) Realização do produto de acordo com o projecto elaborado: não haver desvios relativamente à estratégia e objectivos definidos; adquirir ou aprofundar os conhecimentos/saberes inicialmente identificados; desenvolver de forma autónoma as tarefas que lhe foram atribuídas, articulando-se sempre com o grupo de trabalho; propor soluções para os problemas não antecipados; realizar pontos de situação relativamente ao trabalho desenvolvido, à dinâmica do grupo e eventual necessidade de alterações na metodologia utilizada;
- e) Avaliação do produto de acordo com os objectivos inicialmente estabelecidos. Esta avaliação deve ser o mais abrangente possível e deve ter em conta os objectivos iniciais e os que foram efectivamente atingidos, o processo de realização do produto e o produto obtido (tendo em consideração as estratégias previstas e realizadas) e finalmente a capacidade de envolvimento e de trabalho de individual e colaborativo do aluno.
- f) Elaboração do relatório do produto realizado e do processo seguido;
- g) Apresentação pública (no quadro escolar ou na comunidade) do produto e do relatório do processo. Pretende-se que seja estabelecido o modelo de apresentação, isto é, qual ou quais as modalidades escolhidas (exposição em espaço público, apresentação num só dia ou em vários dias, workshop, ...) e qual o envolvimento dos alunos.

Estas aprendizagens são aquelas que a tutela considera como essenciais para um aluno que frequente a área de projecto, no entanto, através da robótica educativa estas serão atingidas, consolidadas e até ultrapassadas.

Nesta área curricular não disciplinar, pretende-se que os alunos desenvolvam aprendizagens específicas, no entanto, é de referir que estão intimamente relacionadas com as competências. Pode-se então concluir que as aprendizagens são interdisciplinares e abrangem âmbitos como o domínio escrito, a capacidade de avaliar regularmente o trabalho e de se autoavaliar, aprender a trabalhar de forma colaborativa, aprender a diferenciar trabalho de grupo e trabalho de equipa, compreender o que é a responsabilização pessoal perante o grupo. A necessidade de informação obriga os alunos a mobilizar recursos fora do meio escolar e familiar – recorrendo a outros organismos/ instituições, logo como estabelecer contactos formais. Finalmente, saber reconhecer a necessidade de reformular projectos considera-se um ponto importante destas aprendizagens. As aprendizagens atrás referidas, proporcionadas pela Área de Projecto, permitem ao aluno desenvolver um conjunto de saberes que nenhuma outra disciplina proporciona.

Metodologia

O que se propõe neste trabalho é, fundamentalmente, o estudo das possibilidades de utilização do kit Lego Mindstorms em projectos a desenvolver na Área de Projecto. Os objectivos pretendidos são:

- Analisar as formas como os alunos desenvolvem actividades relacionadas com os seus interesses através da robótica;
- Mostrar como a metodologia de trabalho de projecto e a realização de projectos em trabalho colaborativo podem ser estimulados com recurso à robótica;

Neste contexto, seguidamente, apresenta-se, caracteriza-se e justifica-se as opções metodológicas.

Neste estudo, e atendendo à natureza dos objectivos e das questões de investigação, a opção foi o paradigma interpretativo (a preocupação principal é compreender a forma como os participantes percebem a situação) e a forma de organização da investigação foi o estudo de caso.

Merriam (1998) considera que a natureza das questões de investigação, o grau de controlo e o produto final desejado são questões a serem consideradas na decisão sobre se um estudo de caso é a modalidade mais adequada para a investigação de um determinado problema. Smith (1978, citado por Merriam, 2008) considera um quarto factor, provavelmente decisivo, se pode ser identificado um sistema limitado como foco da investigação, isto é, se o centro da investigação é uma pessoa, um grupo, um aluno, um professor, uma turma.

Enquanto a quantidade de características e a terminologia poderá diferir de fonte para fonte, uma análise de literatura sugere as seguintes quatro características como propriedades essenciais de um estudo de caso qualitativo: é particularista, é descritivo, é heurístico e é indutivo. *Particular* significa que o estudo de caso se foca numa situação, acontecimento, programa ou fenómeno particular. *Descritivo* significa que o produto final de um estudo de caso é uma descrição “grossa”, rica do fenómeno em estudo. *Heurístico* significa que os estudos de caso esclarecem a compreensão do fenómeno em estudo, e que podem proporcionar a descoberta de um novo significado, alargar a experiência do leitor ou confirmar aquilo que ele já conhecia. *Indutivo* significa que os estudos de caso, na sua maioria, se baseiam no raciocínio indutivo. As generalizações, conceitos ou hipóteses emergem de uma análise de dados, dados estes enraizados no próprio contexto.

No estudo que foi realizado, as características acima indicadas foram encontradas, isto é, o foco foi uma situação vivenciada pelos alunos na sala de aula; o produto final foi um conjunto de densas descrições dos acontecimentos presenciados pelo investigador; pretendeu-se compreender as potencialidades da robótica educativa ao nível do trabalho colaborativo, do trabalho de projecto e finalmente no desenvolvimento de actividades de interesse pessoal e/ou vocacional e finalmente após a análise dos dados obtidos, pretendeu-se generalizar, verificando-se que os objectivos iniciais foram atingidos.

Nesta investigação, quer o campo empírico, quer os participantes, tiveram um importante papel. A sua importância revelou-se no facto de o campo empírico ser o local onde foram recolhidos os dados, mais concretamente na escola onde leccionava o investigador, na sala de aula (ambiente natural, não controlado), onde decorreram as

actividades da Área de Projecto. No caso dos participantes, estes não foram anónimos, nem escolhidos de forma aleatória, foram sim os alunos matriculados na disciplina de Área de Projecto – À Descoberta dos Robots e dos Agentes Inteligentes. Estes assumiram um papel central e foram considerados parceiros no estudo. Quer o campo empírico, quer os participantes foram fundamentais para o estudo, uma vez que foi através do seu desempenho que foram produzidos os dados.

No campo empírico, a forma como os dados foram recolhidos foi diversificada. Os instrumentos de recolha de dados foram a observação directa e participante, a entrevista semi-estruturada em grupo e os relatórios produzidos pelos alunos. A observação foi directa e participante, uma vez que o investigador foi um docente que leccionou Área de Projecto à referida turma. Observou-se a forma como os alunos se organizavam em grupo, como escolheram o projecto a realizar (interesse pessoal e/ou vocacional) e a forma como o desenvolveram, como distribuíram as tarefas e como resolveram os problemas. O registo das observações baseou-se em notas de campo detalhadas, precisas e extensivas. Estas notas de campo foram descritivas e reflexivas. Sendo que as actividades propostas nesta área curricular foram em forma de desafio, a observação decorreu durante as aulas de 90 minutos e teve a duração de um período lectivo.

A entrevista semi-estruturada, em grupo, foi utilizada para recolher dados descritivos na linguagem dos sujeitos, no estudo os alunos, tendo por objectivo permitir ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a forma como os alunos interpretavam os factos vivenciados (Bogdan & Briklen, 1994). Com a entrevista, existe a possibilidade do indivíduo assimilar as noções e as perspectivas relacionadas com uma realidade específica possibilitando o conhecimento do que está para além de determinados comportamentos. A função da entrevista é a de tentar compreender o que

não é visível, o que não é entendido e ainda conseguir ir mais além das palavras que se ouvem. Na entrevista semi-estruturada, o entrevistador tem um guião de temas, o qual serve de orientação mas que mantém um grau de flexibilidade na exploração das questões. O entrevistador pode, deste modo, mudar a ordem das questões preparadas ou introduzir novas questões no decorrer da entrevista e solicitar esclarecimentos ou informação adicional. As perguntas são abertas o que permite ao entrevistado expandir-se para outros temas não previstos pelo entrevistador. As entrevistas semi-estruturadas passaram a ser amplamente usadas por os “pontos de vistas dos sujeitos serem mais facilmente expressos numa situação de entrevista relativamente aberta do que numa entrevista estruturada ou num questionário” (Flick, 2005, p.77). A linguagem utilizada tem de ser adequada à população em estudo para que as temáticas sejam abordadas com alguma facilidade. A opção por uma entrevista semi-estruturada prendeu-se com a necessidade de se orientar o entrevistado para o objecto em estudo permitindo-lho simultaneamente a livre expressão. O facto da entrevista ser em grupo, deveu-se ao facto de permitir ao entrevistador recolher dados de vários participantes através da observação conjunta das interacções e dinâmica de grupo.

Vala (2005) declara que a análise de conteúdo, é na actualidade, uma das técnicas mais utilizadas na investigação empírica pelas várias Ciências Sociais e Humanas. O mesmo autor menciona que a exactidão não é exclusivo da quantificação nem garantia de fiabilidade. Finalmente, os documentos (relatórios e programação) produzidos pelos alunos, permitiram revelar a visão que estes obtiveram das suas experiências e obter provas pormenorizadas de como as situações foram encaradas pelos seus actores e quais os significados que os vários factores tiveram para os participantes (Angel, citado em Bogdan & Briklen, 1994).

A filmagem de vídeo não se concretizou, devido ao facto de os alunos se encontrarem dispersos em grupos de trabalho, em sala de aula, a desenvolver diferentes projectos o que não possibilitou a utilização deste instrumento de recolha de dados.

Tabela 2 - Instrumentos de recolha e análise de dados vs categorias de análise

Instrumentos de recolha de dados	Categorias de análise
Observação directa	<p>Ambiente geral do grupo de alunos que constituía a turma;</p> <p>Motivação, empenho e autonomia dos alunos;</p> <p>Organização do grupo: como formaram a equipa de trabalho;</p> <p>Organização no grupo: como distribuíram as tarefas, como resolveram os problemas, como desenvolveram a autonomia e como trabalharam em grupo</p>
Documentos produzidos pelos alunos (relatórios e programação)	<p>Capacidade de programação dos robots, face a novas situações;</p> <p>Compreender a forma como ultrapassaram as dificuldades.</p>
Entrevistas semi-estruturadas em grupo	<p>Percepções dos alunos em relação à metodologia de trabalho de projecto;</p> <p>Percepções dos alunos relativamente à integração da robótica educativa na área de projecto;</p> <p>Percepções dos alunos face às aprendizagens e ao ambiente vivido em sala de aula.</p>

Resultados

Recorrendo aos instrumentos de recolha de dados supra identificados, desenvolveu-se um estudo que foi organizado em seis fases:

- Fase 1 - Organização dos grupos de trabalho;
- Fase 2 - Ambientação ao robot NXT e ao software de programação;
- Fase 3 - Escolha dos projectos a desenvolver e divisão das tarefas em equipa;
- Fase 4 - Desenvolvimento das actividades;
- Fase 5 - Apresentação dos trabalhos à comunidade educativa;
- Fase 6 - Percepções dos alunos sobre a Área de Projecto e relativamente ao potencial da robótica educativa no desenvolvimento de projectos em trabalho colaborativo.

De seguida, na Tabela 3, apresenta-se uma organização mais detalhada do estudo realizado.

Tabela 3 - Estrutura das actividades desenvolvidas

FASE	ACTIVIDADE	AULAS/DURAÇÃO
Fase 0 – <u>Quem, Qual?</u>	Entrevista informal efectuada pelo investigador a) Quem são os alunos que escolheram esta opção? b) Qual o motivo que levou à escolha desta opção?	Aula 1 – 90 minutos
Fase 1 – <u>Organização dos grupos de trabalho</u>	a) Organização dos alunos em grupos de trabalho;	
Fase 2 - <u>Preliminar</u> : primeiro contacto com o robot NXT, com a programação no monitor do “brick” e com a plataforma de programação Lego Mindstorms Education	a) Primeiro contacto com as caixas de material: caixa com o robot NXT desmontado e caixa de peças extra: organização dos materiais;	Aula 2 – 90 minutos Aula 3 – 90 minutos
	b) Construção do modelo base do robot NXT e testes de programação no monitor do “brick” para experimentar os sensores e motores;	Aula 4 – 90 minutos Aula 5 – 90 minutos Aula 6 – 45 minutos
	c) Instalação da plataforma Lego Mindstorms Education;	Aula 7 – 45 minutos
	d) Testes de programação do robot recorrendo à plataforma Lego e aos exemplos que a mesma disponibiliza.	Aula 8 – 90 minutos
Fase 3 – <u>Escolha dos projectos a desenvolver e organização das tarefas na equipa</u>	a) Os alunos fazem pesquisa na Internet, conversam entre si e esclarecem dúvidas com a professora de forma a chegar a um projecto consensual; b) Escolhido o projecto, definem os objectivos, as fases do projecto, distribuem tarefas e fazem a calendarização.	Aula 9 – 90 minutos Aula 10 – 90 minutos
Fase 4 – <u>Desenvolvimento / reestruturação / desenvolvimento dos projectos</u>	a) Início da construção e definição de uma possível morfologia; b) Início da programação; c) Reestruturação, se necessário da morfologia e da programação; d)	Aulas de 11 a 22
Fase 5 – <u>Apresentação dos projectos à comunidade</u>	a) Os alunos apresentam numa aula aberta à comunidade educativa os trabalhos desenvolvidos.	Aula 23 – 90 minutos
Fase 6 – <u>Entrevista aos alunos sobre o trabalho desenvolvido</u>	Entrevista em grupo semi-estruturada, efectuada pelo investigador a) Entendimento dos alunos em relação à metodologia de trabalho de projecto; b) Percepções dos alunos relativamente à integração da robótica educativa na área de projecto; c) Percepções dos alunos face às aprendizagens e ao ambiente vivido em sala de aula.	Aula 24 – 90 minutos

Descrição das fases do estudo

De seguida, descreve-se pormenorizadamente cada uma das fases da investigação desenvolvida, de modo a responder às questões de investigação e obter os resultados esperados.

Fase 0 – Quem, Qual?

Os alunos que frequentaram a Área de Projecto “À Descoberta dos Robots e dos Agentes Inteligentes” eram originários de três turmas do 12ºano, do Curso de Ciências e Tecnologias (pré-requisito obrigatório). Este grupo era constituído somente por rapazes cuja idade variava entre os dezassete e os dezanove anos.

Tal como foi referido na Introdução, a escolha por esta opção de Área de Projecto foi dos alunos e os motivos que levaram a esta preferência são diversificados:

- Vinte cinco por cento dos alunos escolheram esta opção por interesse pessoal, tal como se verifica nas seguintes afirmações:
 - “...quero ir para medicina e neste caso a robótica não interessa muito, no entanto nos tempos livres gostaria de trabalhar nesta área...”;
 - “...desejo aprofundar conhecimentos nesta área e possivelmente não terei essa oportunidade num futuro próximo, porque quero ir para medicina...”.
- Cinquenta e oito por cento afirma que a escolha foi por interesse vocacional, porque deseja seguir um curso superior na área da tecnologia. As suas palavras assim o indicam:
 - “...esta disciplina interessa-me bastante e essa foi uma das razões que me levaram a escolher robótica para poder ter umas bases para a faculdade.”;

- “...interessa-me esta área da robótica e da programação porque quero seguir para a área das engenharias e para isso a programação vai ser muito importante...”;
- “...tenho como objectivo o ramo das engenharias (Força Área) e por isso considero que a robótica está mais relacionado com esta decisão...”.
- Finalmente, dezassete por cento dos alunos escolheu esta opção por outras razões, como por exemplo:
 - “Vim para robótica porque o meu irmão mais velho frequentou com bastante êxito esta disciplina.”;
 - “Vim para esta Área de Projecto porque fui obrigado!”.

Concluiu-se então que a maioria dos alunos, escolheu esta opção de Área de Projecto porque desejava frequentar um curso superior na área de informática e porque consideraram que esta área curricular não disciplinar, lhes proporcionaria algum tipo de conhecimento que lhes será útil no futuro.

Fase 1 - Organização dos grupos de trabalho

Nesta fase de organização de grupos de trabalho, a professora informou os alunos que se deveriam organizar em pequenos grupos, três a cinco elementos (Monteiro, 2007, p.15) e que os alunos é que escolhiam os colegas com quem desejavam trabalhar. Neste contexto, surgiram os grupos de trabalho criados de uma forma espontânea e natural. Os alunos organizaram-se por turma, devido ao facto de se conhecerem desde o décimo ano de escolaridade e também por terem interesses comuns. Deste modo, a turma ficou dividida em três grupos de trabalho, um com três elementos, outro com quatro e finalmente um constituído por cinco elementos.

Fase 2 - Primeiros contactos com o Kit NXT Mindstorms: construção e programação

Esta fase envolve diversas etapas que foram sequenciais e que permitiram aos alunos adquirir conhecimentos e competências básicas para o trabalho com o robot NXT.

Na primeira etapa, os alunos contactaram pela primeira vez com o Kit NXT Mindstorms, isto é, tomaram consciência do conteúdo das caixas, formadas por dezenas de peças de diversos tamanhos e diferentes formatos, sensores, motores, cabos e outros além do “brick” e da necessidade de organizar estes elementos com o objectivo de facilitar a sua futura identificação.

As caixas foram colocadas em cima das mesas, as peças foram espalhadas nas mesas e a pouco e pouco foram sendo organizadas. Este trabalho teve a duração de duas aulas de noventa minutos. Aqui, os alunos perceberam a variedade e quantidade de peças que existiam em cada caixa.



Figura 13 - Tabuleiros de peças da caixa do kit NXT Mindstorms

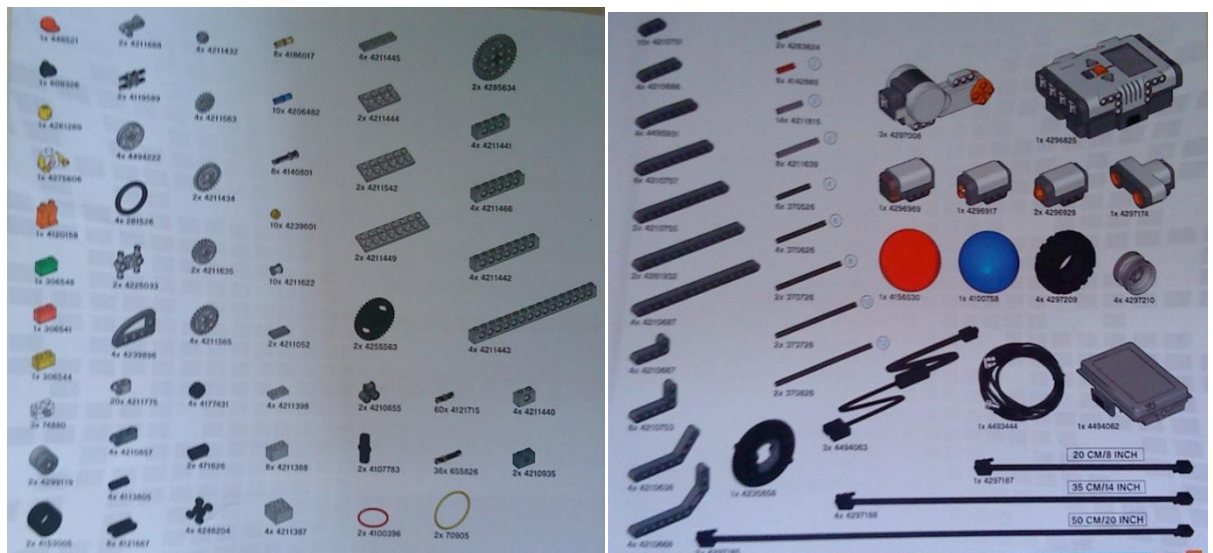


Figura 14 - Tipos de peças do Kit Lego Mindstorms (adaptado do manual do NXT Lego Mindstorms)



Figura 15 - Caixa de peças extra do kit Lego Education

Na segunda etapa, seguindo o manual de instruções, os alunos iniciaram a construção do robot modelo. A construção que, à primeira vista, parecia relativamente simples, complicou-se devido à dificuldade em encontrar as peças correctas.



Figura 16 - Manual do NXT Lego Mindstorms

Ao longo da construção do robot, surgiram sugestões que permitiram aos alunos experimentar a programação no “brick”. Esta programação, sem recurso a computador, proporcionou-lhes a oportunidade de ensaiar o modo como se comportavam os motores e os sensores.

Ao longo desta fase de experimentação, que durou um pouco mais de duas aulas de noventa minutos, os alunos vivenciaram, pela primeira, vez as diversas possibilidades de comportamento do robot. Ocorreram situações curiosas, como por exemplo, na experiência do sensor de som depois de baterem palmas, um dos grupos cantou. Isto para verificar se o comportamento do robot se alterava.

Na terceira etapa da fase 2, os alunos procederam à instalação da plataforma *Legó Mindstorms Education*. Este software permitiu aos alunos desenvolver a programação por blocos. Este software é constituído por uma ferramenta designada Robot Educator. Esta ferramenta é constituída por dois separadores denominados: básico e completo

(Figura 17). Estes separadores foram o primeiro contacto dos alunos com a programação por blocos. Aqui puderam escolher os desafios a realizar e escolher se pretendiam visualizar o guia de construção ou de programação. O guia de construção mostrava como construir o modelo escolhido (no exemplo: Reverse) e o guia de programação ensinava, passo a passo, como desenvolver o programa.



Figura 17 - Robot Educator



Figura 18 - Manual de construção

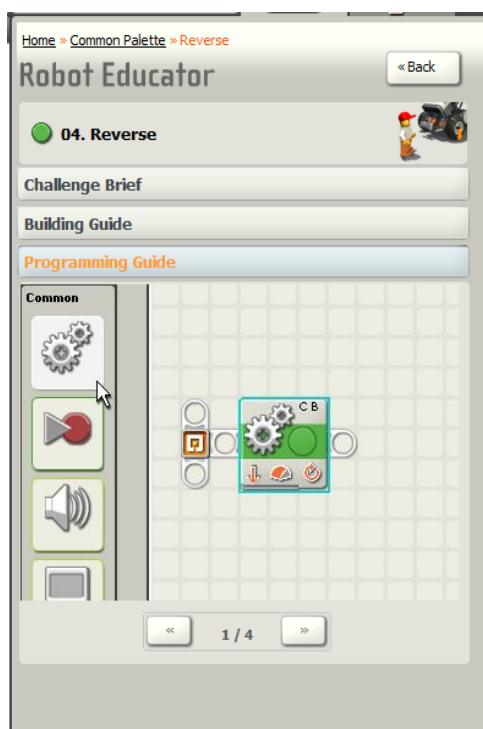


Figura 19 - Manual de programação

As características deste software permitem uma interacção entre o utilizador e o robot, uma vez que após a programação, pode ser feito o download e execução do programa. Os alunos analisaram o comportamento do robot em comparação com a programação efectuada. Este modo de trabalhar - “hands-on” - permitiu-lhes um contacto directo e muito próximo com esta tecnologia.

Fase 3 – Escolha dos projectos a desenvolver e organização das tarefas na equipa

Na terceira fase, e após a experimentação da programação no “brick” e no software, os alunos iniciaram o processo de pensar num projecto que os aliciasse, para isso pesquisaram diferentes sítios na Internet, alguns fornecidos pela professora e outros que cada grupo descobriu sozinho. Esta etapa foi agradável porque os alunos começaram a sua pesquisa, e ao fim de algum tempo, a professora perguntou:

-“Então, rapazes, encontraram alguma coisa de interessante?” e aos poucos, começaram a surgir os comentários:

-”Olha, venham ver, este descarrega o autoclismo!”;

-“Este estaciona sozinho, espectacular!”;

-“O meu, baralha cartas!”;

-“Encontrei um que parece uma balança, equilibra-se sozinho”.

O objectivo foi atingido, uma vez que os alunos estavam agora mais motivados e entusiasmados com esta tecnologia. Logo preparados para começar a idealizar o projecto que iriam desenvolver.

Seguiram-se “brainstorming” em cada grupo e à professora foram colocadas questões do tipo:

-“Stora, podemos fazer o projecto que quisermos?”;

-“Professora, posso trazer o meu portátil para trabalhar nas aulas?”;

-“Stora, se precisarmos de materiais, por exemplo, para criar percursos, a escola arranja?”.

Às questões colocadas a professora foi respondendo:

-“Apresentam o projecto, analisamos em conjunto e verificamos se é exequível”;

-“Claro que podem trazer o portátil e ligamos à rede da escola para terem Internet”;

-“A escola disponibiliza materiais – depois de entregarmos uma lista - no entanto, vocês também podem trazer coisas de casa.”

Desta forma, os alunos foram amadurecendo ideias, fazendo testes com os robots e colocando as ideias no papel. Cada grupo pensou num projecto a desenvolver e apresentou-o à professora.

O Grupo 1 apresentou como projecto: “A recriação do mito do Minotauro e de *Theseus*”. A professora conversou com os alunos, que explicaram quais os objectivos do trabalho, a divisão das tarefas, a sua forma de trabalhar e qual o formato de apresentação do trabalho. Esclarecidas estas questões, o projecto foi aprovado, uma vez que demonstrou exequibilidade.

No que diz respeito ao Grupo 2, os alunos pensaram desenvolver um carro que, conforme a cor detectada pelo sensor de cor, iria seguir um percurso com duas cores, verde e vermelho. Conforme a cor identificada, o carro aceleraria ou abrandaria, sendo que o verde correspondia a acelerar e o vermelho ao oposto. Este projecto foi aprovado.

Finalmente, o Grupo 3, em que os alunos afirmaram que gostariam de desenvolver algo que diferenciasse cores e comportamentos. A professora sugeriu que trabalhassem com balões. Então os alunos decidiram desenvolver “O Fura Balões” – robot que apenas furava balões vermelhos.

Neste contexto, a professora forneceu algumas orientações, relativamente aos sensores disponíveis e à obrigatoriedade da partilha de recursos. Os alunos concordaram e iniciaram os seus desafios.

Fase 4 – Desenvolvimento dos projectos

De seguida, abordam-se pormenorizadamente os projectos desenvolvidos por cada grupo de trabalho, pretendendo-se mostrar as formas como os alunos encaravam os problemas, como procuraram soluções, como trabalharam de forma colaborativa e como desenvolveram a sua autonomia.

Grupo 1

O Grupo 1 caracterizou o seu projecto da seguinte forma: “O robot, baptizado com o nome do herói mitológico *Theseus* deverá conseguir sair de um labirinto. Aliado com o objectivo principal, vem um segundo objectivo: durante a fuga do labirinto, *Theseus* deverá apanhar uma bola vermelha, ignorando a bola azul, e transportando-a para fora do labirinto”.

1. O *Theseus* – primeira versão

Em primeiro lugar, os alunos começaram por construir um robot de três rodas, sendo duas delas, rodas motrizes. Esse seria um robot de testes. Este grupo que decidira dividir tarefas na apresentação do projecto, na prática, todos os elementos do grupo participaram nesta construção.

De seguida começaram a pensar na primeira versão do *Theseus*. Primeiro, construíram um robot com quatro rodas, estilo automóvel. Após vários testes, perceberam que esse modelo não conseguia executar os movimentos desejados. Este foi o primeiro problema com que o grupo se deparou. Decidiram então que este deveria ter duas rodas motrizes e uma roda “solta”, que lhe permitisse realizar as curvas. Nesta fase, os alunos utilizaram apenas dois motores: um para

a roda esquerda e outro para a roda direita. Após alguns testes, tomaram consciência de que era um modelo viável que servia os seus intuitos.

2. A programação

a. Modo de progressão

O grupo decidiu que o robot avançaria de forma ilimitada. Nesta fase, preocuparam-se principalmente com a sua progressão no terreno utilizando apenas dois motores: um para a roda esquerda e outro para a roda direita.



Figura 20 - Progressão no terreno

b. Detecção das paredes

Em seguida, queriam que o robot detectasse as paredes e se virasse. Aqui, o grupo deparou-se com outro problema: qual o sensor a utilizar – de toque ou ultra-som? Um dos alunos responsáveis pela programação afirmou:

- “Experimentamos em primeiro lugar o sensor de toque!”.

Um colega da montagem retorquiu:

- “Acho que era melhor o ultra sónico, porque com o de toque, o robot vai bater nas paredes e pode ficar preso!”.

Depois desta troca de opiniões, os alunos optaram pelo sensor de ultra-som a fim de o robot detectar obstáculos no seu meio envolvente. Desta forma, conseguiriam que o robot se desviasse dos mesmos e prosseguisse noutra

direcção. Decidiram então, após algumas experiências, colocar o sensor de ultrasom no topo do robot, para que nenhuma peça ou parte do robot interferisse com o seu campo de visão, e o mais à frente possível. Deste modo, a distância do robot ao obstáculo seria aproximadamente a mesma do que ao sensor. Utilizaram também um bloco de espera associado ao mesmo. Assim, o robot pararia se visse um obstáculo a menos de 20 cm.



Figura 21 - Detecção do obstáculo

c. Mudança de direcção

A primeira ideia do grupo foi fazer com que o robot analisasse o meio envolvente e ponderasse qual seria a melhor direcção a seguir, analisando as distâncias das paredes mais próximas em cada direcção. Consequentemente, o robot viraria para direcções onde tivesse mais espaço para progredir no terreno. Esta ideia acabou por ser abandonada, devido ao aparecimento de uma outra que lhes pareceu mais simples de executar. Decidiram que o robot deveria virar para uma direcção onde pudesse continuar a deslocar-se, sem a existência de obstáculos. Surgiu-lhes então a ideia de fazer com que o robot virasse sempre para um dos lados. Escolheram aleatoriamente a direita.



Figura 22 - Viragem à direita

Todavia verificaram que também poderia existir uma parede à sua direita. Usaram um “Switch” associado ao sensor de ultra-som, no qual definiram dois valores lógicos para a detecção de um obstáculo a 25 cm.



Figura 23 - Switch + Sensor de ultra-som

Se à sua direita também existisse uma parede, ele viraria 180° e seguiria em frente na nova direcção.

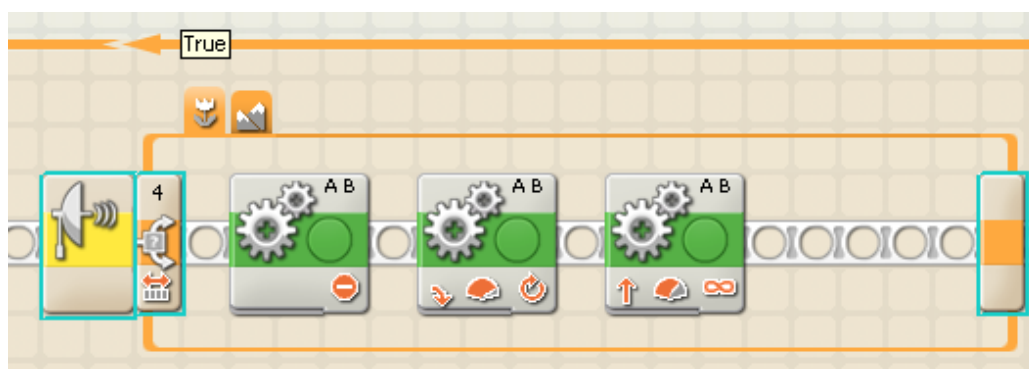


Figura 24 - Detecção da parede à direita

Se não tivesse nenhum obstáculo à sua direita, seguiria em frente nesse sentido.

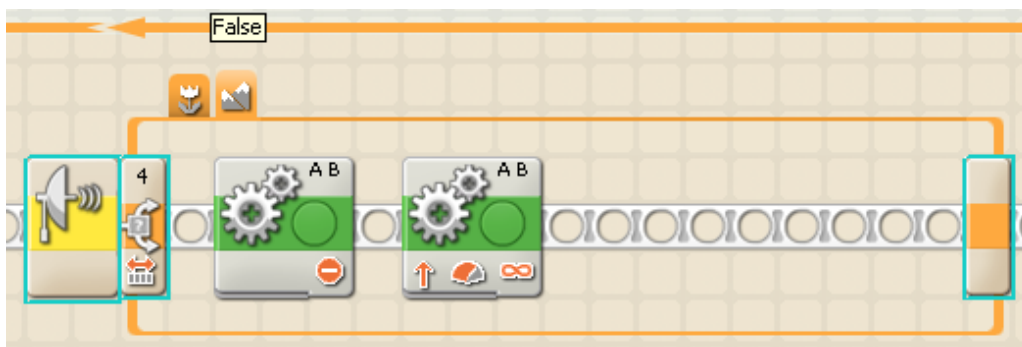


Figura 25 - Seguir em frente

Nesse momento, a programação em blocos era a seguinte:

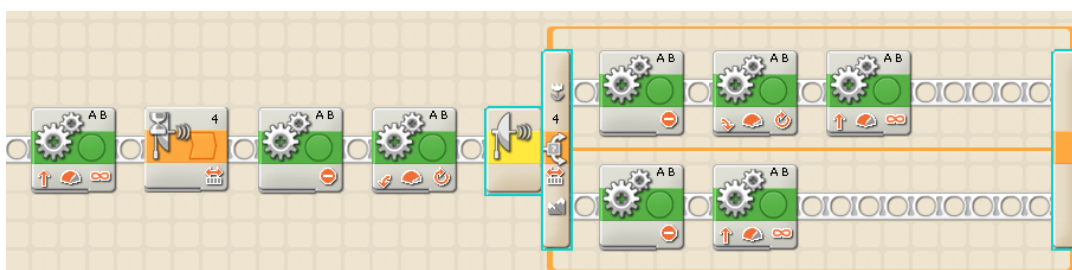


Figura 26 - Programação após detecção de paredes e viragem

Deste modo, logo que executasse estes comandos, o robot imobilizar-se-ia. Como os alunos pretendiam que ele executasse estes comandos várias vezes, sempre que detectasse obstáculos, definiram um “Loop”, para que este fizesse isto de forma ilimitada.

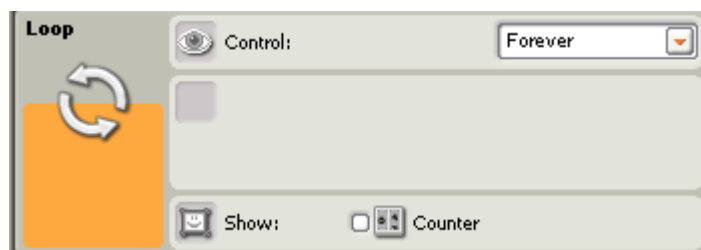


Figura 27 - Execução de comandos de forma ilimitada

Os alunos concluíram então a sequência de blocos com a programação principal.

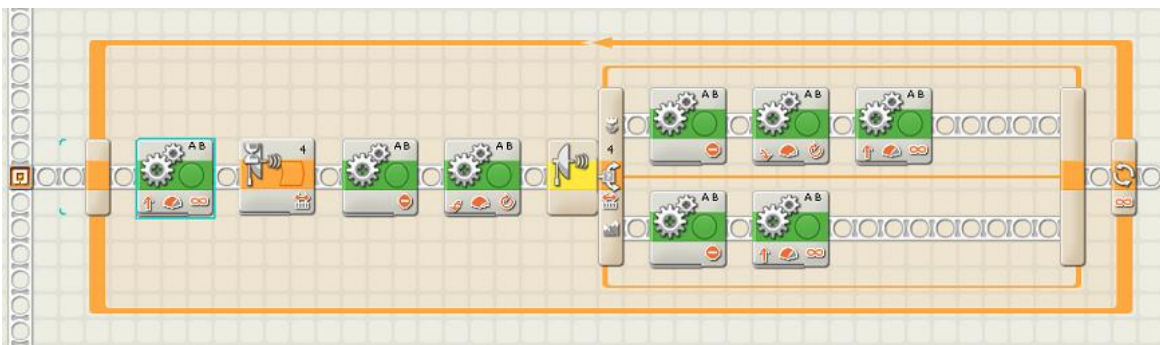


Figura 28 - Programação principal

d. Detecção e captura de uma bola (garra mecânica)

A garra mecânica é o mecanismo responsável pela captura da bola. Para a utilizar, os alunos deste grupo adicionaram um terceiro motor, que a accionava. Inicialmente, o motor encontrava-se na posição normal, com a saliência virada para baixo. Contudo, devido à necessidade de acoplar o sensor de cor, e como era fundamental arranjar espaço na parte dianteira do robot para o adicionar, estes decidiram virá-lo ao contrário, com a saliência para cima.

A garra mecânica, após algumas experiências, estava dividida em duas partes, uma fixa, e uma móvel, associada ao motor. Este motor imprimia, à parte móvel, uma rotação de cerca de 90°, (um quarto de rotação), imobilizando a bola entre as duas partes, a fixa e a móvel.



Figura 29 – Versão intermédia do *Theseus*

Realizados vários testes, perceberam que a melhor localização para o sensor de cor seria à frente, entre os dois motores das rodas e entre as pinças da parte inferior da garra mecânica (figura 30). O robot teria agora de detectar e capturar uma bola, presente no labirinto. Em primeiro lugar, este deveria distinguir as cores e para essa tarefa decidiram os alunos utilizar o sensor de cor. Usaram um “Switch” associado ao sensor de cor (figura31).



Figura 30 - Localização do sensor de cor



Figura 31 - Distinção das cores

Se a cor da bola fosse azul, ou seja, se o valor lógico fosse verdadeiro, a garra mecânica iria fechar em torno da mesma, capturando-a. Em seguida, reproduziria um som, “Good Job”, indicando que esta tarefa estava concluída.

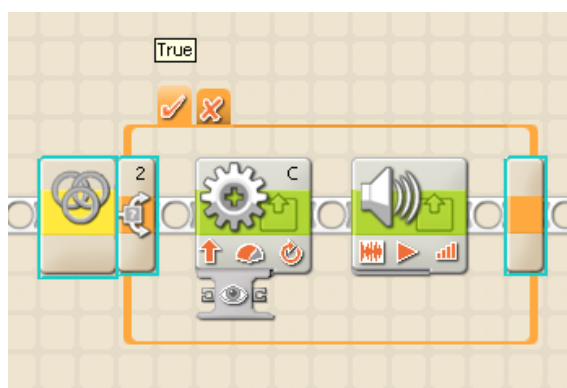


Figura 32 - Detecção da cor azul

O aspecto final da programação para a detecção e captura da bola era o seguinte:

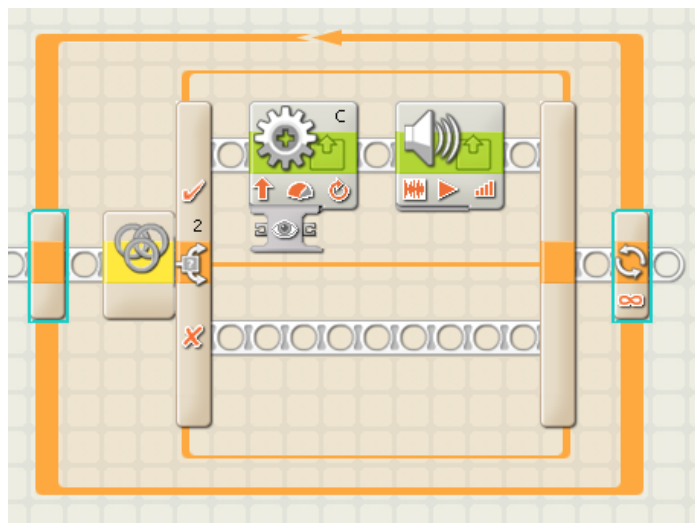


Figura 35 - Programação final para detecção e captura da bola

No entanto, estas tentativas de utilização do sensor de cor para distinguir as cores das bolas fracassaram.

Logo, os alunos, desviaram-se da ideia inicial, pois não conseguiram que as cores das bolas fossem distinguidas. O seu plano consistiria somente na captura da bola sem preocupações relativamente à cor. Perante esta nova modificação do projecto, decidiram incluir o sensor de toque na parte dianteira do robot, de modo a que este fosse sensível ao toque da bola, excluindo assim o sensor de cor.

Para a supra mencionada captura, os alunos utilizaram a garra mecânica de quatro pinças, duas em cima e duas em baixo. Assim que o sensor de toque a detectasse, a parte superior da garra fecharia, realizando uma curva de cerca de 90° e encurralaria a bola entre as duas partes da garra, visto a parte inferior estar fixa. Devido a problemas de captura que foram sendo descobertos nos testes

efectuados no labirinto, esta garra foi sofrendo algumas alterações relativamente ao seu mecanismo e aparência.

Para aumentar o “raio de acção” sobre a bola, os discentes pensaram incorporar um sistema do tipo “limpa-neve”, que foram desenvolvendo à medida que iam avançando na construção do robot. Pouco tempo depois, o protótipo do robot foi concluído

Apesar de ter sido construído de base, este novo robot demonstrava alguns problemas aquando da execução do programa.

A partir deste momento, a divisão em subgrupos foi eliminada. Nesta parte do desenvolvimento da componente mecânica do robot e da solução dos problemas detectados, os cinco elementos do grupo passaram a trabalhar em conjunto.

Com o intercâmbio de ideias de ambos os ex-subgrupos surgiram novas ideias e, mesmo os elementos mais dedicados à programação, debruçaram-se sobre as alterações mecânicas do robot. Modificaram e montaram o robot de novo, e, finalmente, o *Theseus*, começou a obedecer aos comandos.

As tentativas de detecção da bola com o sensor de toque também não foram bem sucedidas, pelo que, os elementos do grupo decidiram-se pela utilização da totalidade dos sensores, para verificar qual seria o mais adequado para a detecção da mesma.

Editando a programação de modo a que o robot detectasse a bola com outros sensores, os alunos tentaram novamente com o sensor de cor, depois com o de toque e em seguida com o de infravermelhos.

Como os sensores não possibilitaram uma boa detecção da bola, foi decidida uma tentativa de calibrar os mesmos. O sensor de cor não foi calibrado pois o programa não tinha essa opção, contudo, calibraram o sensor de infravermelhos.

Por ser o sensor que tinha tido mais sucesso nos testes, o sensor de infravermelhos passou a ser o mais utilizado, devido a detectar a bola pela sua luz. A programação do robot foi então alterada, introduzindo-se mais um bloco para o sensor de infravermelhos, de forma a permitir efectuar um intervalo de luminosidade.

Este sensor tinha, no entanto, um problema: se o labirinto estivesse mais iluminado ou mais escuro do que o normal, o robot não detectaria a bola, pois esta reflectiria mais ou menos a luz. Consoante a situação e a sua luminosidade, a bola não se encontraria enquadrada no intervalo definido.

Como o robot não ficava sempre “frente a frente” com a bola enquanto escapava do labirinto, os alunos decidiram-se pela introdução do sistema “limpa-neve”: é semelhante a um limpa-neve, mas com declive ao contrário. Resolveram então colocá-lo na parte dianteira do robot: assim, mesmo que a bola não estivesse na direcção exacta do robot, chocaria com o seu sistema “limpa-neve”. Neste sistema, as paredes constituem uma espécie de baliza. A bola seria desta forma conduzida para o centro do mesmo, onde se encontrava o sensor, que a detectaria e accionaria a garra. A percentagem de êxito do robot seria mais elevada pois a bola seria detectada com mais frequência.

Após uma indicação da professora, os discentes tiveram a percepção de que deveriam retirar da Internet um software específico relacionado com o sensor de cor, para que ele funcionasse. Assim sendo, instalaram-no no computador e actualizaram o programa do NXT da Lego. Com isto, a programação do robot foi alterada e foi definido um intervalo para a distinção da cor da bola, utilizando o sensor de cor, sensor esse que voltaram a acoplar ao robot.

Experimentando novamente o sensor de cor, observaram que ele possuía um reduzido alcance, pelo que a bola da cor correcta só era detectada se fosse “colocada” mesmo à frente do sensor. Tentaram solucionar este problema, visto que em situação de fuga do labirinto, a bola não conseguia ficar naquela posição, relativamente ao sensor.

Como a bola não estava a ser correctamente detectada pelo sensor, porque a estrutura do robot não o permitia e devido à impossibilidade de colocar o sensor de cor noutro local útil, procedeu-se à desmontagem total do robot.

Na prática, todo o grupo se dedicou à construção de uma nova estrutura para o robot, realizada de raiz. Esta construção demorou duas aulas até ser concluída.

No final, a nova versão do robot *Theseus* apresentava-se mais pequena, compacta e robusta. Uma nova versão do sistema “limpa-neve” também foi produzida. A programação também foi alterada, não só a nível dos valores das distâncias, mas ainda da direcção de rotação do motor associado à garra mecânica. Esta teve que ficar ao contrário, para que se adquirisse mais espaço na parte dianteira do robot para a colocação do sensor.

Contudo, continuaram a existir problemas com a detecção da bola. O grupo tentou modificar a programação, introduzindo uns blocos de lógica, mas tal não representou um avanço significativo na detecção da mesma.

Por vezes, quando os sensores demonstravam estar a trabalhar bem e o projecto parecia começar a avançar a um bom ritmo, os sensores pareciam que encravavam: o sensor ultra-sónico detectava obstáculos onde eles não existiam, o que levava a que o robot comesse a dar voltas sobre si próprio, e o sensor de cor deixava de ver as cores, sem que nada tivesse sido alterado a nível mecânico ou de programação, que o justificasse.

Ao longo destes testes, a professora foi acompanhando estes problemas e os alunos já afirmavam:

- “Não vamos conseguir terminar o projecto!”
- “Stora, isto não é possível, está tudo bem!”

Em determinado momento a professora afirmou:

- ”Este sensor de cor deve estar com algum problema, já deveria estar a funcionar”.

Os alunos perguntaram:

- “ E agora?”

A professora retorquiu:

- “Podemos contactar o suporte técnico da Lego ou a Hitechnic, empresa responsável pela produção dos sensores!”.

Neste contexto, o grupo iniciou as diligências necessárias, com o objectivo de solucionar de vez os problemas relacionados com o sensor de cor. Enviaram um e-mail ao suporte da Hitechnic, empresa responsável pela produção dos sensores. Em resposta ao e-mail, o suporte da Hitechnic enviou um programa para calibrar o sensor, porque o mesmo podia estar descalibrado ou desregulado. Entretanto, o grupo também enviou um e-mail para a Lego, no sentido de obter outras opiniões sobre as soluções possíveis para o referido problema.

Todavia, o programa de calibração não corrigiu os problemas no sensor, sugerindo o suporte da Hitechnic a substituição do mesmo. Para tal, enviaram um e-mail à ARABOT – Portugal-Didáctico, que é o representante português da Lego. Simultaneamente, a professora contactou por telefone a supracitada empresa. Estes contactos permitiram a troca do sensor, que chegou pelo correio, uma semana depois. Este foi acoplado ao robot, mas não funcionava totalmente

bem. Os alunos executaram então o programa de calibração que o suporte da Hitechnic tinha enviado e o sensor ficou a operar correctamente. Os alunos felizes disseram:

- “Como é possível, estava mesmo avariado!”,

- “Conseguimos finalmente!” e

- “Possa, valeu a pena o esforço”.

O grupo não ficou totalmente satisfeito e, por isso, para uma melhor colocação do sensor de cor, decidiram-se pela sua desmontagem e total reconstrução. Assim, com o robot *Theseus* na sua versão final e com o sensor de cor a trabalhar de forma correcta, o grupo realizou mais uma série de testes no labirinto, procedendo a uma nova actualização da programação, ajustando de novo os valores das distâncias, dos graus de rotação dos motores e das velocidades dos mesmos.

Para facilitar a captação da bola, decidiram os alunos do grupo envolvê-la em película adesiva, de modo a aumentar o atrito entre a mesma e a superfície de contacto. A bola iria rolar mais devagar o robot teria que percorrer uma menor distância para a capturar, aumentando assim as probabilidades de êxito.

Quando, finalmente, testaram a última versão do robot *Theseus*, os alunos chamaram a professora e os colegas – e o robot teve o comportamento esperado. Neste momento, os alunos mostraram a sua satisfação congratulando-se pelo resultado obtido. Um membro do grupo afirmou:

- “Stora viu, funcionou bem, por isso se não funcionar tão bem no dia da apresentação não temos culpa.”

E toda a sala riu.

Grupo 2

Este grupo considerou desenvolver um carro que, de acordo com a cor detectada pelo sensor de cor, seguiria um percurso com duas cores, verde e vermelho. Consoante a cor, o carro teria dois comportamentos distintos, isto é, no caso da cor detectada ser verde aceleraria, por outro lado, se fosse vermelho, abrandaria.

1. O projecto inicial

Este grupo, constituído por três elementos, numa primeira fase começou por definir que dois alunos eram responsáveis pela montagem do robot e um pela programação. Iniciaram o projecto e enquanto dois alunos desenvolveram uma possível morfologia do robot, o outro dedicou-se a fazer as mais variadas experiências com o robot de testes. O aluno responsável pela programação realizou alguns testes, como por exemplo, um em que o robot só andava se visse a cor preta e outro em que, ao som das palmas, o robot acendia uma luz já instalada.

Entretanto, o grupo da construção já tinha desenvolvido um carro que possuía uma base capaz de suportar o seu peso.

Os alunos deste grupo colocaram quatro rodas bastantes fortes e grandes e uma rodinha pequena que possibilitasse os movimentos laterais do carro. Entretanto, consideraram que esta estrutura não era muito robusta e alteraram-na. Nesta fase, o aluno programador, a pedido dos colegas, passou a integrar a equipa de montagem. Devido a algumas complicações relacionadas com o peso do carro e com a direcção das rodas, optaram por mudar a posição deste. De um carro pequeno, simples e frágil passou-se a uma espécie de caravana/jipe grande e forte. Continuaram a construção e a caravana inicial, transformou-se num grande robot com cabeça e braços, completamente diferente da ideia original e que parecia estar de pé. Aqui,

começaram a surgir dúvidas relativamente ao projecto que estavam a desenvolver., Nenhum dos elementos tinha vontade de continuar com o projecto inicial. Conversaram, trocaram ideias e chamaram a professora para colocar algumas questões, tais como:

- “Stora, podemos mudar de projecto?”,

A professora respondeu com uma pergunta:

- “Há algum problema com o vosso projecto?”,

Um dos alunos respondeu:

- “Não está a dar certo o projecto do carro, queríamos fazer outra coisa!”.

A professora questionou:

- “Então qual é a vossa ideia?”,

O grupo disse:

- “Queremos construir um robot que desarme bombas, é mais interessante!”

E a professora respondeu:

- “Não há problema, mas já sabem que têm que aproveitar bem o tempo daqui para a frente!”.

2. O novo projecto

O novo projecto foi designado por “Bomber Man” e consistia num robot que se visse a cor branca parava, se fosse a vermelha retrocedia e se fosse a cor azul accionava uma garra que rebentaria a bomba. Este novo projecto aproveitou a morfologia já criada à qual foram adicionados sensores e criada a garra. O grupo, relativamente à divisão de tarefas, regressou à estrutura inicial.

a. A morfologia

À morfologia existente, do projecto inicial, foi adicionada uma garra mecânica accionada por um motor assim como um sensor que detectaria as cores. Os alunos deste grupo decidiram, por unanimidade, utilizar o sensor de cor por o considerarem o mais adequado para a função que pretendiam.

b. A programação

A programação foi dividida em duas fases: uma relativa ao comportamento que o robot efectuava ao ver determinada cor através do sensor de cor e outra relacionada com a acção da garra.

I. Comportamento ao ver as cores

Em primeiro lugar, foi definido que o robot iria andar para a frente algumas rotações.

Em seguida, os discentes acoplaram o sensor de cor. Contudo, verificaram que o mesmo não estava a funcionar muito bem, isto é, o robot não tinha o comportamento esperado. Pediram ajuda ao grupo 1 e os colegas ajudaram na calibragem do sensor de cor. Apesar deste procedimento, continuavam a existir problemas relacionados com a distância a que o sensor deveria estar do chão. Um dos colegas do grupo 1 aconselhou a sua substituição por um sensor de luz, afirmando que, com este, esse problema não aconteceria. Decidiram seguir o conselho do colega e os problemas de distância resolveram-se.

Posteriormente, utilizaram um Switch, o qual possuía outros dois Switch dentro dele onde se encontravam definidas as três cores utilizadas na

programação do robot. No primeiro desses dois Switch estava definido que o robot, ao ver a cor azul, iria executar o procedimento “garra”.

Para que fosse detectada a cor azul, foi colocado o sensor de luz em cima do objecto azul para que fosse possível a verificação do valor reconhecido pelo sensor. Após observar o valor, apenas foi necessário colocar no programa o valor obtido (neste caso o valor era de 28 e no programa colocaram <de 30, de modo a garantir o reconhecimento com alguma facilidade da cor azul). Ao tentar realizar este procedimento, o aluno responsável pela programação teve algumas dúvidas, no entanto, após algumas trocas de ideias com os colegas da montagem, concretizou-o.



Figura 36-Detectar a cor azul

Depois deste primeiro passo, passaram à segunda fase que foi onde foram definidas as duas cores: a vermelha e a branca.

Para isso, utilizaram outro Switch dentro do segundo daqueles dois Switch. Neste, o procedimento foi praticamente igual ao primeiro mas com cores diferentes. Pegaram então no sensor de cor e colocaram-no em cima da cor branca utilizada no projecto e foi obtido outro valor. Com o valor obtido inserido no programa (3) ficou definido que se o sensor detectasse uma cor com valores menores de quarenta e sete e maiores de

trinta, ele reconheceria a cor branca. Se o valor obtido fosse menor do que quarenta e sete, ele poderia reconhecer também a cor azul. Se, no entanto, ele reconhecesse outra cor que não estivesse definida naquele intervalo, o robot andaria para trás e não executaria mais nenhum movimento.

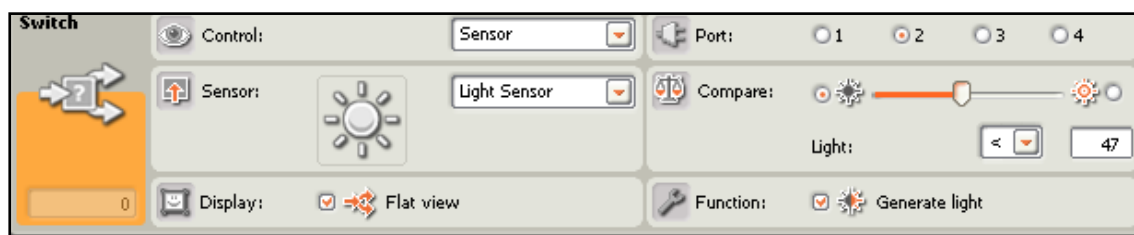


Figura 37 - Detecção da cor branca

A cor vermelha foi seleccionada por ser uma cor desconhecida e o robot ao reconhecê-la, andaria para trás.



Figura 38 - Andar para trás

No caso de este identificar a cor branca, ficaria parado até lhe serem dadas novas ordens.



Figura 39 - Acção de parar

Nesta fase, o programa funcionava mas apenas era executado uma vez. Para resolver este problema, colocaram-se os processos anteriores dentro de um loop de modo a poder executar o programa as vezes desejadas.

II. A garra

O procedimento “garra” era activado se o robot reconhecesse a cor azul através do sensor de luz. De seguida, o robot abria a garra e parava.

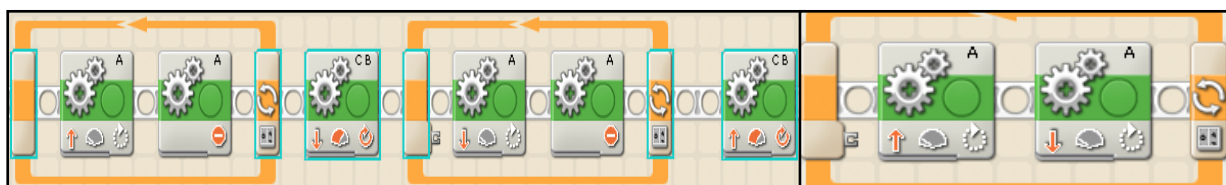


Figura 40 - Activação do procedimento garra

Com a garra aberta o robot andava para a frente;

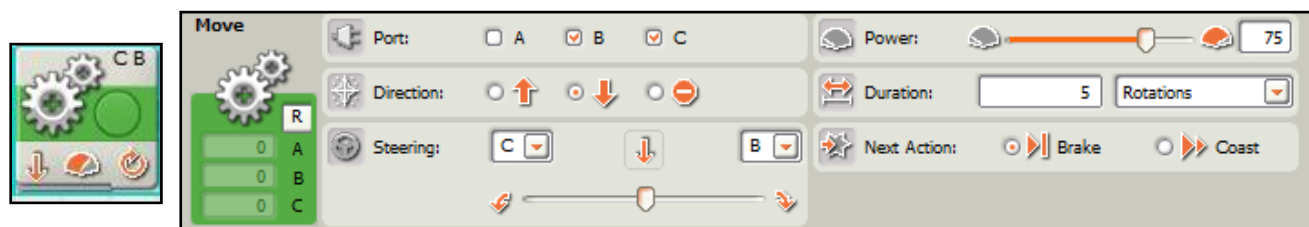


Figura 41 - Andar para a frente

A ideia original do grupo de desarmar minas, verificou-se difícil de concretizar. Então, o grupo considerou a possibilidade de existir um fio que seria agarrado e puxado para trás para simular o desarmar minas. Este procedimento seria designado por “cortar o fio da mina”.

Quando o robot andava para a frente e detectava a mina, a garra fechava-se, “cortava” o fio da “mina” e permanecia com a garra fechada. Para realizar este procedimento, o grupo teve algumas dificuldades, devido ao

posicionamento da garra e do sensor. Foram efectuadas algumas alterações na morfologia do robot mas quando foi testada a nova estrutura, os objectivos foram atingidos.

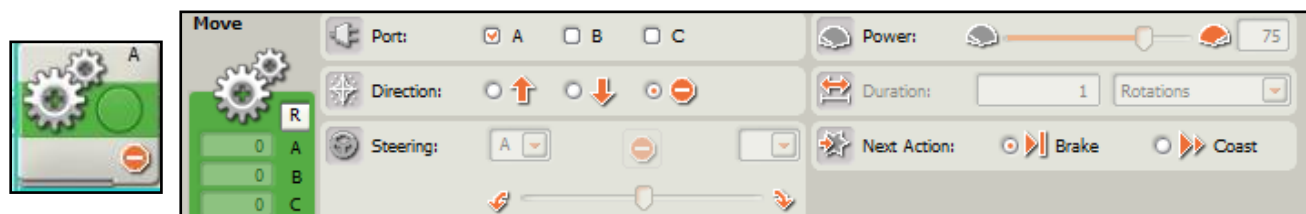


Figura 42 - Fecha a garra

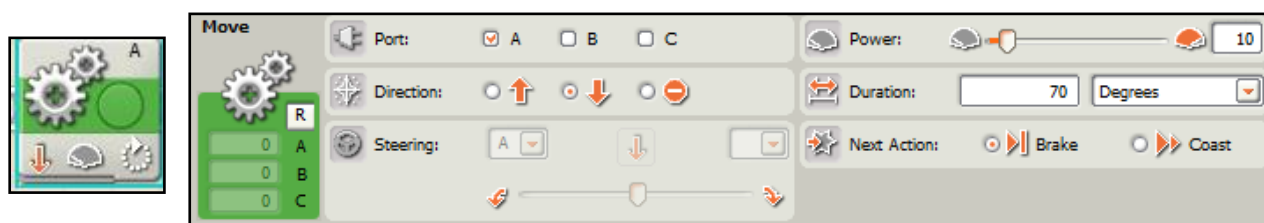


Figura 43 - Parado com a garra fechada

Depois de cortar o fio, o robot andava para trás e deslocava-se para a posição inicial, mas sempre com a garra fechada.

Quando se encontrava na posição inicial, o robot abria a garra para soltar o fio e voltava a fechar a garra, preparado para um novo desarmamento.

Este grupo concluiu o seu projecto sem grandes percalços e nos últimos testes o “Bomber Man” teve o comportamento esperado. Os alunos ficaram satisfeitos e um deles referiu que “apesar de ser um projecto rudimentar, atingimos o nosso objectivo”

Grupo 3

Este grupo decidiu-se pela construção de um robot que conseguisse rebentar o maior número de balões vermelhos possível ignorando ou rebentando um mínimo de balões azuis. Foi denominado “Fura-Balões”. Constituído por quatro elementos, esta equipa resolveu fazer divisão de tarefas, isto é, dois alunos trabalhavam na construção e os restantes na programação.

1. A construção

O grupo, após alguns testes, optou por construir uma base bastante simples para o robot mas um pouco fora do normal. Utilizaram duas rodas traseiras para o robot (não se importando com o tipo de rodas), e dois apoios dianteiros para dar estabilidade. Esses apoios consistiram em peças de lego em forma de garra, com curvatura. Como o robot se iria movimentar sobre papel de cenário, os apoios, ao roçarem no chão, deslizavam, não interferindo com a mobilidade do robot, pois o chão era completamente plano.

Outra vantagem de utilizar estes apoios em vez de rodas frontais foi o facto de facilitar o objectivo em questão.

Pretendia-se, em primeira instância, que o robot, ao ver um balão na sua frente, o rebentasse. Com os apoios, esse objectivo foi facilitado, pois a sua curvatura ajudou o balão a posicionar-se na parte dianteira do robot, optimizando o seu rebentamento.

No meio dos apoios, inicialmente, colocou-se um sensor de cor, contudo, isso viria a modificar-se após algumas experiências, tendo sido colocado no meio dos apoios, um sensor ultra sónico, responsável pela detecção dos balões. Era necessário que a sua

localização fosse num sítio perto do solo, na parte dianteira do robot, de modo a que os balões ou a parede pudessem ser detectados.

A estrutura da base consistia, então, em 2 motores traseiros dispostos na mesma direcção, contendo as rodas nas extremidades o que garantia a direcionalidade do robot e dois apoios na parte dianteira, que garantiam a estabilidade do mesmo.

Por cima dos dois motores, foi colocado um terceiro motor, disposto em sentido contrário (de forma a conseguir um melhor encaixe), sendo este último capaz de mover a garra que iria furar os balões. Essa garra encontrava-se com altura suficiente para caber um balão entre ela e o solo, e dispunha de um sensor de luz, capaz de detectar a cor do balão. Estava também guarnecida de vários objectos perfurantes como agulhas e pins colados a ela com fita-cola.

O brick disposto na diagonal foi colocado em cima dos motores e ligado aos mesmos. A disposição dos cabos que se conectavam aos sensores e aos motores foi um grave problema, pois eram bastantes e, muitas vezes interpunham-se por cima das rodas. Mas com um sistema simples para prender os cabos (com elásticos) na parte superior do brick, o problema foi ultrapassado.

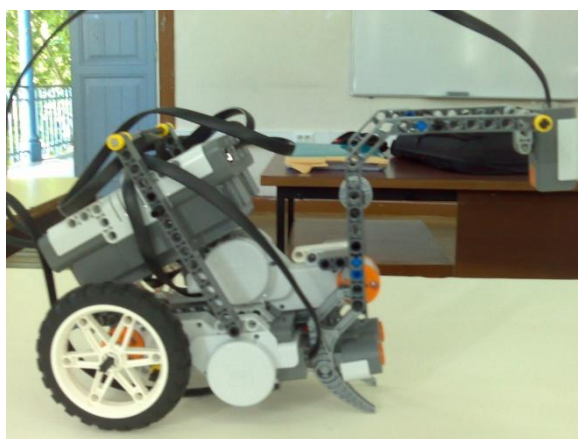


Figura 44 - O "Fura-Balões": vista lateral

A parte frontal do robot ficou assim com um certo espaço de aprisionamento para os balões. Os apoios frontais e a garra colocada directamente acima, certificavam-se que os balões, quando entrassem, não saíssem mais, a menos que fossem azuis.



Figura 45 - O "Fura-Balões": vista frontal

Até esta altura, os quatro alunos trabalharam em conjunto na construção do robot. Nas etapas seguintes, começou a verificar-se uma divisão informal de tarefas. Os alunos ora ajustavam a morfologia, ora trabalhavam na programação. Este facto fez com que todos os elementos do grupo dominassem as duas vertentes.

2. A programação

Numa fase inicial, os alunos do grupo criaram o movimento do robot. Este deveria andar para qualquer lado do campo de forma aleatória, visto a disposição dos balões também ser aleatória. Depois de pensarem e testarem diversas possibilidades, o grupo optou por usar um *random block*. Esta opção revelou-se correcta, porque o *random block* é responsável por escolher, de entre números definidos pelo utilizador, um número aleatório.

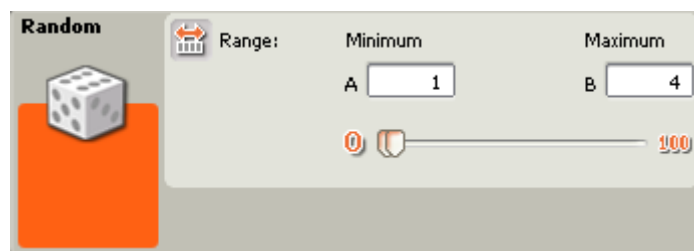


Figura 46 - O random block

Para definir algum tipo de movimento, os alunos ligaram o *random block* a uma *Switch* numérica, capaz de efectuar uma determinada acção consoante o número inserido. O objectivo era que o *random block* enviasse um número aleatório entre um e quatro e, dependendo do número que calhasse, a *Switch* numérica efectuava uma de quatro acções.

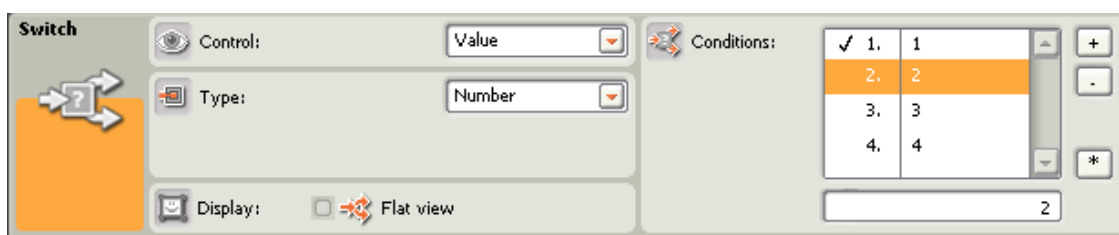


Figura 47 - Switch de acções

Se o valor fosse um, o robot andava para a frente uma rotação. Se o valor fosse dois, o robot andava cerca de 90° para a esquerda. No caso de o valor ser três, o robot andava cerca de 90° para a direita e se fosse quatro, o robot andava para trás meia rotação. Assim, o robot a cada movimento que fazia (frente, trás, esquerda e direita) gerava um novo movimento aleatório, sendo o seu percurso sempre diferente.

Concluída com sucesso a criação de movimentos aleatórios, os alunos focaram-se nos sensores, com o propósito de detectar os balões. O objectivo era rebentar os balões

vermelhos e não rebentar os azuis. Deste modo, foi colocado um sensor configurado para somente detectar a cor vermelha. Das duas opções disponíveis, sensor de luz ou sensor de cor, os alunos optaram pelo primeiro conjugado com um sensor de ultra-som que, na maioria dos testes realizados, foi o que obteve melhor detecção.

Após detectar os valores da luz reflectida pelos balões vermelhos, foram definidos e inseridos na programação os valores do sensor.

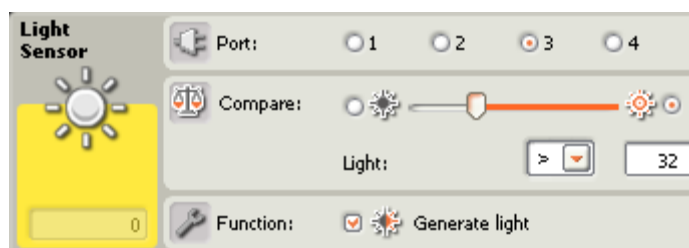


Figura 48 - Detecção da cor vermelha

Para ajudar o sensor de luz na tarefa de detecção dos balões, recorreu-se a um sensor ultra sónico, que foi programado para detectar qualquer objecto a menos de 15 cm de distância.



Figura 49 - Detecção de objectos

Se o robot encontrasse à sua frente um objecto, um balão ou uma parede furava-o ou desviava-se respectivamente. Através de uma *Switch*, o sensor ultra sónico enviava ao sensor de luz a informação de que se encontrava um objecto em frente do robot que se activara e analisava a cor do balão. Caso fosse vermelho furava-o, recomeçando todo o

sistema outra vez e se fosse um balão azul ou uma parede, estes eram ignorados e o robot efectuava uma volta de 180° para ficar com o caminho livre.

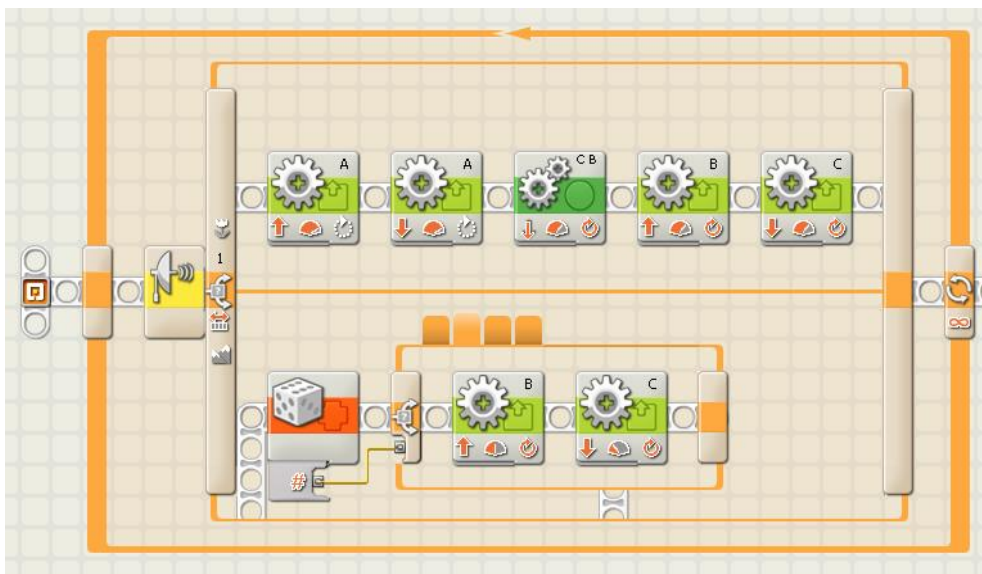


Figura 50 - Programação final do "Fura-Balões"

Nas diversas sessões de testes, apesar de terem sido furados muitos balões, o desempenho do "Fura-Balões" foi melhorando, tendo sido obtido um desempenho satisfatório.

Ao concluir esta fase, constatou-se que os alunos seguiram a metodologia de trabalho de projecto, mas de uma forma informal, porque cada etapa não se encontra devidamente identificada. A sua autonomia desenvolveu-se uma vez que tentaram sempre encontrar respostas para os seus problemas, de forma autónoma. Ressalta o trabalho colaborativo e o espírito de equipa demonstrados e reforçados, por cada grupo em particular e pela turma em geral, ao longo do desenvolvimento dos projectos.

Fase 5 – Apresentação dos projectos à comunidade escolar

A apresentação dos projectos à comunidade educativa teve lugar numa aula no final do primeiro período escolar. Apesar da apresentação formal se encontrar definida desde o início da actividade lectiva, ao longo das aulas, diversos alunos de outras Áreas de Projecto visitaram a sala doze (local onde decorreram as aulas) devido à enorme curiosidade que tinham sobre o tema. Os alunos que constituíram a turma de Área de Projecto eram oriundos de três turmas do décimo segundo ano e convidaram os seus colegas de turma para assistirem às apresentações. Este facto levou a que, no dia da apresentação dos projectos, a sala tivesse sido invadida por cerca de trinta alunos, extremamente curiosos. Foi confuso, porque eram muitas pessoas interessadas em ver todas as apresentações, num espaço exíguo. Apesar de toda a confusão e agitação, os alunos conseguiram apresentar os seus projectos, os colegas gostaram de assistir, conseguiram colocar algumas questões e verificaram que os alunos da Área de Projecto “À Descoberta dos Robots e dos Agentes Inteligentes” não andavam a só “a brincar com Legos”, mas que também aprendiam.

Fase 6 – As entrevistas aos alunos

Nesta fase, apresentam-se as respostas dos alunos à entrevista efectuada. Esta entrevista foi realizada em grupo, teve a duração de quinze a vinte minutos (guião em anexo). Para estudar os resultados das entrevistas, analisaram-se as respostas (em anexo) a cada questão por grupo de trabalho.

Relativamente à questão um, cujo objectivo era verificar se os alunos consideravam que a robótica permitia e estimulava a metodologia de trabalho de projecto e produzir algo

tangível, pode-se concluir que esta ferramenta tem estas características como se confere pelas afirmações dos alunos:

-“...no projecto, tivemos de definir um tema, fazer pesquisa, só depois começámos a pensar na morfologia e ainda cumprir prazos. E criámos o Theseus.”

-“Depois de escolher o tema, tivemos como objectivo delinear estratégias de resolução de problemas e fomos sempre fazendo pesquisa, analisando o tutorial e falando com colegas.”

-“... uma vez que a ideia inicial foi sempre reestruturada e reformulada e criámos o “Fura-Balões.”

-“ Verificámos que para fazer este tipo de trabalho, deve-se recorrer a esta metodologia, seja de forma flexível ou não. “

No que diz respeito à questão dois, se seguiram os passos da metodologia de trabalho de projecto, todos afirmaram que sim, no entanto, a principal característica reveste-se no facto de não seguirem formalmente ou de uma forma rígida a metodologia de trabalho de projecto, mas sim de uma forma mais flexível. As respostas dadas pelos alunos assim o evidenciam:

-“Sem dúvida nenhuma, mas de uma forma flexível e não estática. Não seguindo rigorosamente os passos da metodologia de trabalho de projecto, foi a forma lógica de organizar o trabalho e de definir a forma de trabalhar.”

-“Os quatro pontos são importantes para guiar o trabalho, porque, por vezes, salta-se um passo, e depois é necessário voltar atrás e reestruturar e aí já fazemos o que não tínhamos feito. “

- “Com certeza, porque escolhemos o tema, decidimos quem realizava que tarefa. Uns programavam e outros trabalhavam na morfologia, fizemos imensas alterações no robot e na programação e apresentamos os trabalhos aos nossos colegas. ”
- “Utilizamos sempre a metodologia de trabalho de projecto, por vezes não por esta ordem oficial, mas muito entrecruzadas.”
- “Concebemos o projecto, depois começamos a desenvolver/executar, por vezes temos que voltar à concepção porque há necessidade de reestruturações, logo existe um entrecruzar das fases.”
- “É a estrutura base de um bom projecto. É uma orientação fundamental flexível e não estanque.”

Na questão três, onde se interrogaram os alunos sobre a potencialidade da robótica educativa para o desenvolvimento de projectos em trabalho colaborativo, as respostas dos alunos foram categóricas:

- “Sem dúvida!” (unísono)
- “ Porque é mais simples e objectivo;
- “Não se consegue trabalhar individualmente, porque existe sempre troca de ideias, por exemplo quando são alturas em que se reestrutura todo o robot e se volta à estaca zero, se fosse só uma pessoa a trabalhar iria desmotivar-se, enquanto em conjunto, tudo se torna mais fácil. “
- “No projecto, o trabalho foi sempre dividido, no entanto, todos os elementos deram ideias e participaram em todas as tarefas, verificou-se sempre um espírito de entreaajuda.”
- “Levou a que surgissem mais ideias, mais pessoas para trabalhar.”

-“Ninguém trabalhou individualmente, é impossível desenvolver este tipo de projectos, não haveria tempo nem, possivelmente, capacidade.”

-“ O trabalho corre melhor e temos muito mais ideias no trabalho colaborativo.”

-“Na robótica é bem visível, uma vez que nós nos separamos em equipas. Uns ficaram encarregues de programar e outros de construir o robot, no entanto o que acontece é que não conseguimos programar sem o robot estar construído e o robot não faz nada sem a programação, logo a divisão é fictícia porque trabalhamos todos para o mesmo objectivo.”

-“Todos dão ideias para tudo, quer para melhorar a programação, quer na construção do robot. “

-“É uma ferramenta excelente, e num bom grupo surgem mais ideais e consegue-se sempre melhorar e fazer algo diferente.”

Em relação à questão quatro, em que se solicitou aos discentes que caracterizassem as experiências que vivenciaram, as respostas surpreenderam o investigador, uma vez que a colaboração, a amizade e o espírito de entreajuda foram das mais referenciadas, como se verifica pelas afirmações dos alunos:

-“Não me vou esquecer destas aulas!”

-“Porque trabalhamos muito, mas o ambiente foi muito descontraído e brincámos muito também!”

-“Somos de três turmas e ficámos todos amigos”.

-“Ajudámo-nos todos uns aos outros, sem nos preocuparmos com as notas!”

-“Foi completamente diferente do resto das disciplinas, porque somos de três turmas e, ao princípio, cada turma trabalhava de uma forma mais individualista, a partir do meio do primeiro período, o ambiente melhorou imenso e damo-nos uns com os outros, todos ajudam todos e o espírito de equipa melhorou.”

-“Não existe mais nenhuma Área de Projecto, na escola, em que se verifique tanta cooperação e colaboração e, ao mesmo tempo, tanta liberdade e à vontade, porque ouvíamos música na aula, às vezes cantávamos mas também trabalhávamos muito.”

-“ O ambiente foi fantástico, nas outras Áreas de Projecto andam a discutir uns com os outros, sobre quem trabalhou mais, quem merece melhor nota e na nossa não. Se a professora dá um vinte, nós não nos importamos, porque reconhecemos o trabalho desse colega, o seu espírito de equipa e de ajuda, não só para com o seu grupo de trabalho, mas com todo o grupo turma.”

-“Este foi o meu primeiro ano na escola, conhecia poucos colegas da turma e por o grupo ser constituído por 3 turmas fez com que conhecesse outros colegas e também o facto de as aulas terem um ambiente muito descontraído ajudou bastante.”

-“Ao longo do projecto, tivemos problemas muito específicos que tivemos de resolver e isso fez com que tivéssemos de pensar em diferentes soluções.”

-“Em termos de trabalho futuro, esta experiência vai-nos permitir encarar os problemas de outra forma, uma vez que estas experiências permitiram verificar o que resulta ou não.”

-“Pois é, mas estes conceitos básicos são importantes porque nos permitem chegar aos mais complexos, porque a base é consistente.”

-“As experiências que fizemos para resolver um problema, permitiu-nos verificar a utilidade das mesmas para outras actividades. Por isso, chegámos à conclusão que, o mais simples e mais prático é normalmente o que resulta melhor.”

Finalmente na questão cinco, abordaram-se os discentes relativamente às aprendizagens conseguidas, isto é, se os alunos consideravam que tinham aprendido algo. As respostas divergiram, como se pode verificar:

- “Já sabia montar Legos, mas programação não!”
- “Foi uma experiência nova e nas novas experiências aprende-se sempre coisas novas.”
- “Definitivamente aprendemos a trabalhar em grupo, o que vai ser útil no futuro.”
- “Trabalhámos em grupo e em equipa, que não é a mesma coisa!”
- “Com certeza e uma delas foi a confiança que a professora depositou em nós quando nos permitiu fora de aulas trabalhar no projecto e colocar à nossa disposição todos os equipamentos.”
- “Esta responsabilidade fez com que o trabalho cooperativo e o espírito de trabalho em equipa melhorasse.”
- “Como não fomos pressionados com os objectivos a atingir, fez com que ganhássemos autonomia, responsabilidade e acima de tudo a cooperar uns com os outros.”
- “Um dos pontos mais importantes foi a forma como desenvolvemos o trabalho em grupo e em equipa e o facto de nos colocar a pensar nos problemas e nas possíveis formas de os resolver.”

Uma análise de conteúdo às entrevistas realizadas aos discentes, leva-nos a compreender que a robótica educativa é uma ferramenta com potencial para ser utilizada em projectos seguindo a metodologia do trabalho de projecto e que proporciona e estimula o trabalho colaborativo. Verificámos que, relativamente às experiências

vivenciadas, estas marcaram os alunos devido à amizade, ao espírito de entreajuda e à colaboração vividos em sala de aula. Relativamente às aprendizagens adquiridas, destacamos o aprender a trabalhar em grupo e em equipa, a autonomia e sentido de responsabilidade e o trabalho colaborativo.

Conclusões

Este trabalho pretendeu analisar as formas como os alunos desenvolveram actividades relacionadas com os seus interesses através da robótica e mostrar como a metodologia de trabalho de projecto e a realização de projectos em trabalho colaborativo podem ser estimulados com recurso à robótica. Constatou-se que a maioria (58%) dos alunos tinha escolhido a opção de Área de Projecto “À Descoberta dos Robots e dos Agentes Inteligentes” por considerarem que esta lhes proporcionaria algum tipo de aprendizagens úteis, num futuro próximo. De facto, estas aprendizagens proporcionaram-se, como se comprova no estudo realizado.

No que diz respeito à utilização da robótica como recurso educativo para desenvolver projectos em trabalho colaborativo e com a metodologia de trabalho de projecto, tentou demonstrar-se que esta ferramenta educativa, de grande potencial, estimula e desenvolve os projectos em trabalho colaborativo, assim como é um excelente veículo para desenvolver a metodologia de trabalho de projecto.

Concluída esta experiência, constata-se que têm fundamento os pressupostos associados às teorias construtivistas e às práticas construcionistas. Os alunos abordaram os problemas de diferentes formas. Com maior ou menor dificuldade concluíram o seu projecto e resolveram os problemas, com recurso à experimentação, logo as suas capacidades e destrezas aumentaram. Foram explícitos ao longo do estudo que emergiam os princípios do construcionismo. As actividades desenvolvidas tiveram um carácter eminentemente prático, onde os alunos pensaram, construíram, desenvolveram e apresentaram um projecto e simultaneamente foram aprendendo a construir e programar o seu robot. Estas actividades representaram, desde o início, um desafio, uma vez que a conclusão do projecto ocorreria com a apresentação à comunidade escolar. No

entanto, é de realçar que o que está em causa não é o produto, mas sim o processo que o originou. O processo revelou-se de extrema importância e possibilitou aos alunos o desenvolvimento de capacidades tais como trabalhar em grupo e de forma colaborativa e estimulação do espírito de entreajuda verificado em todos os grupos e entre os grupos.

Este trabalho pretende ser um contributo para a integração da robótica educativa na Área de Projecto, uma vez que são poucos os estudos realizados nesta área. Esta tecnologia pouco tradicional estimula e motiva os alunos por esta área, assim como lhes possibilita um leque diversificado de conhecimentos.

Ressalva-se no entanto que este trabalho, sendo um estudo de caso, sofre as limitações que lhe são inerentes: os resultados poderão não ser generalizáveis, não é facilmente aberto a processos de triangulação e é questionável no aspecto de enviesamentos do observador.

Uma possibilidade de trabalho futuro seria a implementação de um estudo semelhante, mas com uma amostra de maiores dimensões e envolvendo alunos de diferentes escolas.

Referências bibliográficas

- Badalo, C. & César, M. (2005). *O trabalho de projecto na aula de Introdução à Filosofia: “Assim também tenho voto na matéria”*. IN Actas do VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia. Braga: Universidade do Minho.
- Bears, U., Ponte, I., Juelich, K., Vieira, A., & Schenker, J. (2002). *Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education*. *Information Technology in Childhood Education*, 123-145. Recuperado de http://integratingengineering.org/stem/research/item1_earlychildhood_designcourse_BersITCE.pdf.
- Bers, M. & Urrea, C. (2000). Technological prayers: Parents and children working with robotics and values. In Druin, A., Hendler, J. (Ed.) *Robots for kids: Exploring new technologies for learning experiences*.
- Bogdan R. & Briklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em Educação*. Coleção Ciências da Educação. Porto Editora.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education*. New York: Macmillan. Recuperado de <http://www.ilt.columbia.edu/publications/dewey.html>.
- DGIDC, Ministério da Educação. *Orientações Relativas à Área de Projecto e Projecto Tecnológico*. Recuperado de http://www.dgidc.min-edu.pt/secundario/Documents/AP_PT_Homolog.pdf.

Dicionário Universal da Língua Portuguesa (2000). Nova Edição Revista e Actualizada. Lisboa: Texto Editora.

Flick, U. (2005). *Métodos qualitativos na investigação científica*. Lisboa: Monitor.

Gates, B. (2007). A Robot in every home. *Scientific American*. Recuperado de http://www.cs.virginia.edu/~robins/A_Robot_in_Every_Home.pdf.

Kelly, J. F. (2007). *Lego Mindstorms NXT-G Programming Guide*. C. 1, p.1. Technology in Action Press.

Leite E., Malpique, M., Santos, M., (1989). *Trabalho de Projecto 1. Aprender por Projectos Centrados em Problemas*. Edições Afrontamento. Recuperado de http://www.netprof.pt/netprof/servlet/getDocumento?TemaID=NPL070103&id_versao=11894.

Leite, E., & Santos, M.(2004). Nos Trilhos da Área de Projecto. DGIDC, Ministério da Educação. In *Revista Noesis*, n.º 76, 24-49. Recuperado de http://sitio.dgdc.min-edu.pt/revista_noesis/Documents/Revista%20Noesis/noesis_Revista76.pdf.

Merriam, S. (1988). *Case Study Research in Education: A Qualitative Approach*. San Francisco, Jossey-Bass.

Ministério da Educação (2004). *Princípios orientadores da organização e da gestão curricular, bem como da avaliação das aprendizagens, no nível secundário de educação* — Decreto-Lei nº 74/2004, de 26 de Março.

Ministério da Educação (2006). Decreto-Lei nº 24/2006, de 6 de Fevereiro de 2006.

Ministério da Educação (2003). *Documento Orientador da Revisão Curricular do Ensino Secundário*. Recuperado de

http://www.min-edu.pt/ftp/docs_stats/SECUNDARIO.pdf.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Nova Iorque, Basic Books.

Pezalla-Granlund, M., Rusk, N., Resnick, M., Berg, R. (2005). *Rethinking Robotics: Learning through Creative Engineering*. Recuperado de <http://llk.media.mit.edu/projects/pie/Rethinking-Robotics-Ideas.pdf>.

Página Web da Lego de suporte ao robot NXT Mindstorms.

<http://mindstorms.lego.com> - Consultado em 01 de Dezembro de 2009.

Página Web da Robotics Research Group da Universidade do Texas.

http://www.robotics.utexas.edu/rrg/learn_more/history - Consultado em 18 de Junho de 2010.

Página Web de apoio à Robocup Junior.

<http://rcj.robocup.org/> - Consultado em 12 de Setembro de 2009.

Página Web que apresenta a história da robótica.

http://asarobotica.com.br/hist_robotica/ancoras_2.htm - Consultado em 17 de Abril de 2010.

Piaget, J. (1972). *The Principles of Genetic Epistemology*. New York Basic Books.

- Resnick, M. & Silverman, B. (2005). *Some Reflections on Designing Construction Kits for Kids*. Proceedings of Interaction Design and Children conference, Boulder, CO.
- Resnick, M. (1998). Technologies for Lifelong Kindergarten. *Educational Technology Research and Development*, vol. 46, no. 4.
- Resnick, M., Martin, F., Sargent, R. & Silverman, B. (1996). Programmable Bricks: Toys to Think With. *IBM Systems Journal*, vol. 35, no. 3-4, 443-452.
- Revista Noesis (Jan/Mar 2009). Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular n.º 76, 24-49. Recuperado de http://sitio.dgidc.min-edu.pt/revista_noesis/Documents/Revista%20Noesis/noesis_Revista76.pdf.
- Ribeiro, C. (2006). *RobôCarochinha: Um Estudo Qualitativo sobre a Robótica Educativa no 1º ciclo do Ensino Básico*. Dissertação de Mestrado. Braga: Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- Rusk, N., Berg, R. & Resnick, M. (2005). *Rethinking Robotics: Engaging Girls in Creative Engineering*. A Proposal to National Science Foundation, Informal Science Education Program. Recuperado de <http://pplware.sapo.pt/informacao/7%C2%BA-edicao-do-concurso-robo-bombeiro-ipguarda/>.
- Silva, J. (2008). *Robótica no ensino da física*. Dissertação de Mestrado em Ensino da Física. Universidade do Minho. Escola de Ciências.
- Turkle, S., & Papert, S. (1990). *Epistemological Pluralism*. Signs, vol. 16, no. 1.
- Vala, J. (2005). A Análise de Conteúdo. In A. Silva & J. Pinto (Eds.), *Metodologia das Ciências Sociais* (13ª ed., 101-128). Porto, Edições Afrontamento.

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*, 267–282. Recuperado de

http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=weng_yue_h_hsuan.

Zuckerman, O., Resnick, M. (2003). *System Blocks: A Physical Interface for System*

Dynamics Learning. International System Dynamics Conference, New York.

Recuperado de

<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/oren/ISDC03-SystemBlocks.pdf>.

Anexos

Anexo A – Propostas de programação no brick

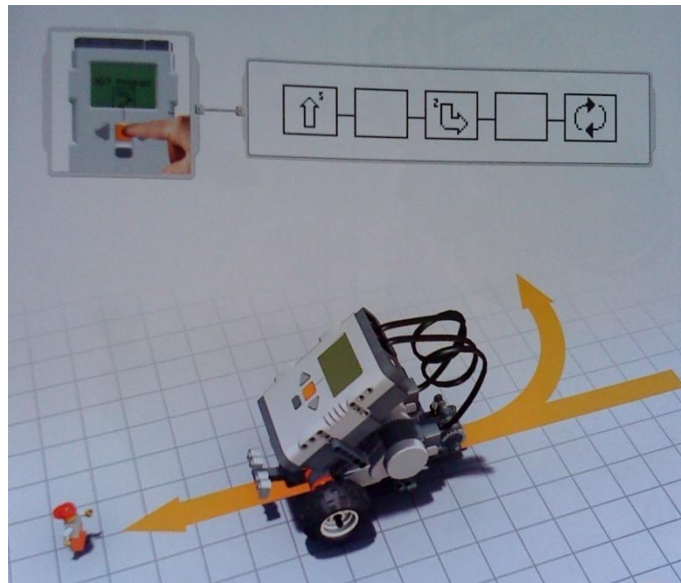


Figura 51 - Experiência com motores (adaptado de NXT User Guide)

Sensor de Som

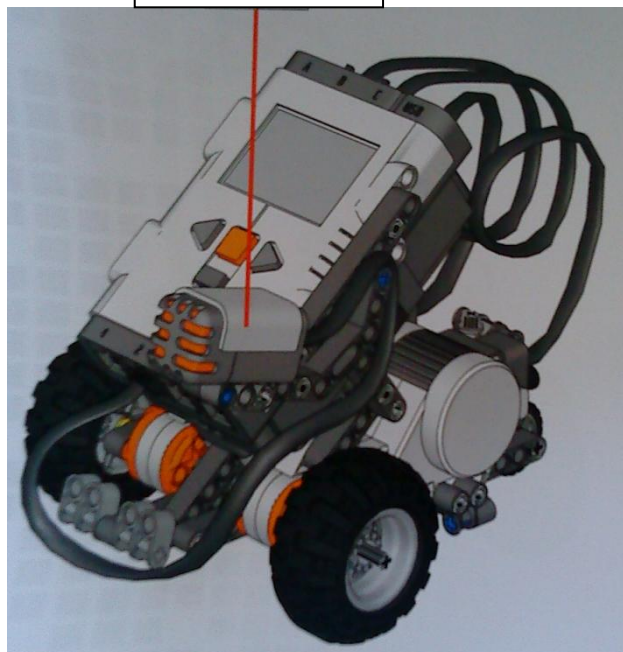


Figura 52 - Acoplagem do sensor de som (adaptado de NXT User Guide)



Figura 53 - Experiência com o sensor de som (adaptado de NXT User Guide)



Sensor de ultra-som

Figura 54 - Acoplagem do sensor de ultra-som (adaptado de NXT User Guide)

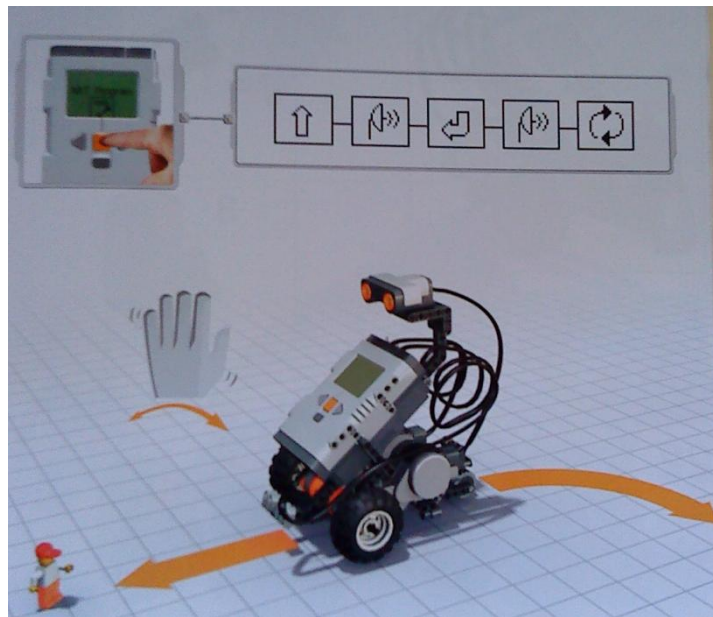


Figura 55 - Experiência com o sensor de ultra-som (adaptado de NXT User Guide)

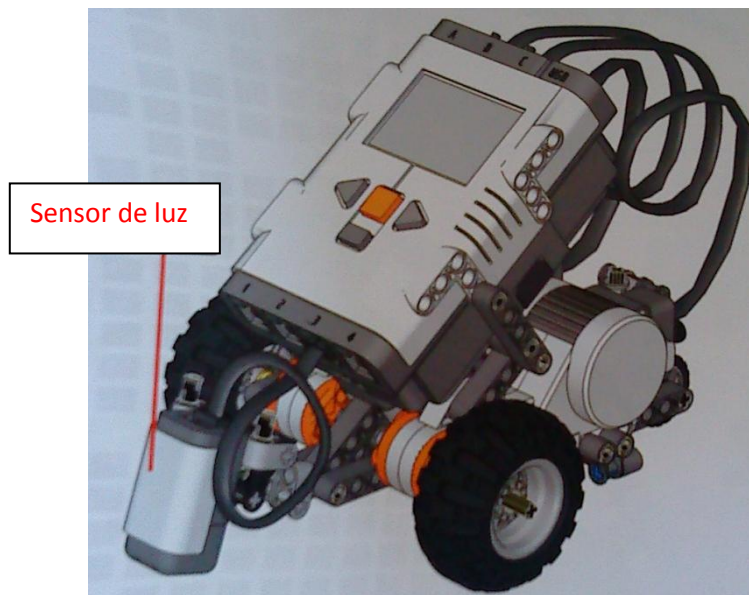


Figura 56 - Acoplagem do sensor de luz (adaptado de NXT User Guide)

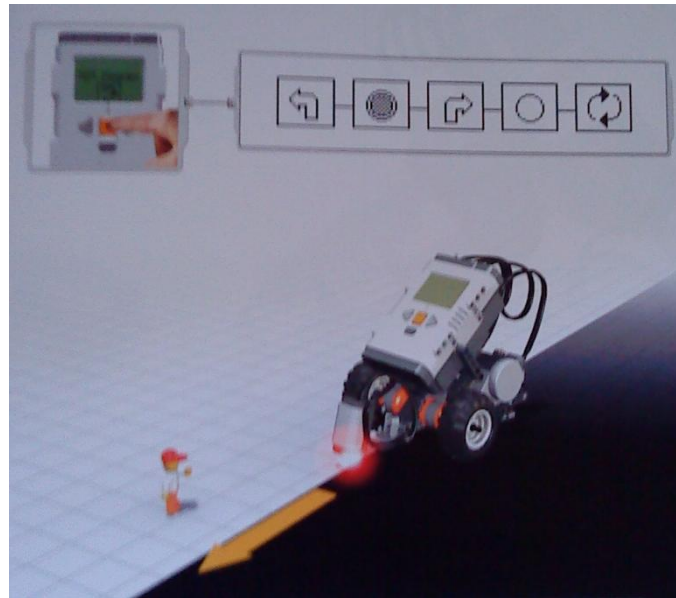


Figura 57 - Experiência com o sensor de luz (adaptado de NXT User Guide)



Sensor de infravermelhos

Figura 58 - Acoplagem do sensor de infravermelhos (adaptado de NXT User Guide)

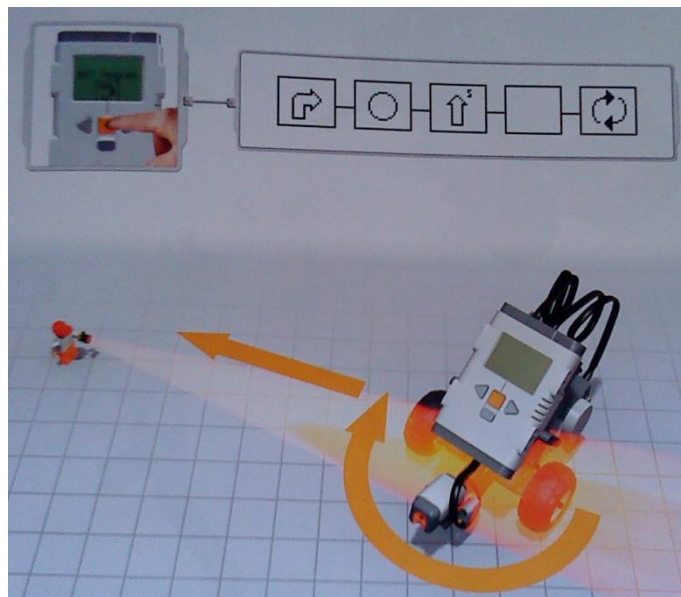


Figura 59 - Experiência com o sensor de infravermelhos (adaptado de NXT User Guide)

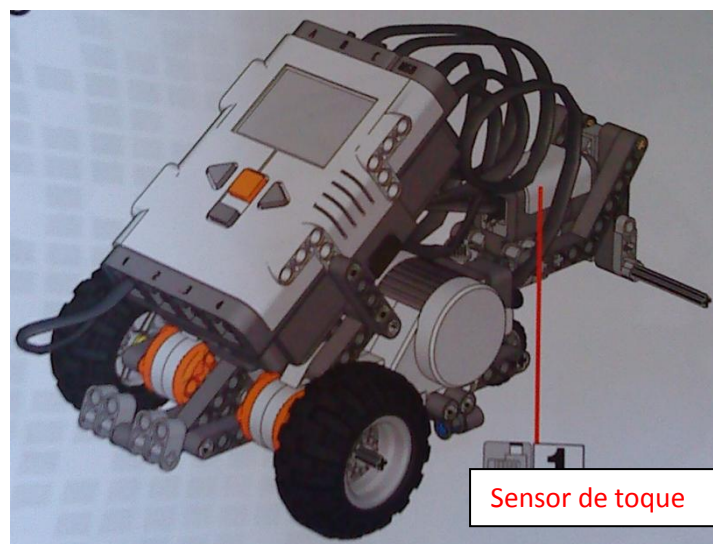


Figura 60 - Acoplagem do sensor de toque (adaptado de NXT User Guide)

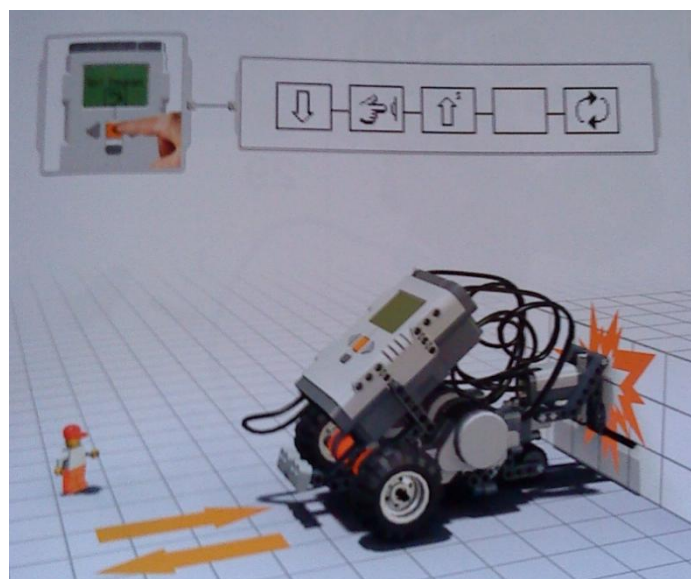


Figura 61 - Experiência com o sensor de toque (adaptado de NXT User Guide)

Anexo B – Propostas de Projecto

Proposta de Trabalho – Grupo 1

O trabalho que será desenvolvido na Área de Projecto de Robótica, pelos 5 alunos do 12º ano, turma B, tem como tema principal, a recriação do mito do Minotauro e de Teseus. (Minotauro vivia num labirinto e o rei deu ordem para que fossem sacrificadas três pessoas para alimento da besta. Certa vez, Teseus ofereceu-se para matar o Minotauro. A amada de Teseus deu-lhe um novelo para que ele pudesse sair do labirinto. Teseus matou o Minotauro e conseguiu sair do labirinto).

O nosso robot, baptizado com o nome do herói mitológico *Theseus* sairá de um labirinto. Aliado com o objectivo principal, vem um segundo objectivo: durante a fuga do labirinto, *Theseus* deverá apanhar uma bola vermelha, ignorando a bola azul, e transportando-a para fora do labirinto.

Esta ideia para o trabalho pode ser susceptível de alteração, se os elementos do grupo assim o considerarem quer devido à incompatibilidade de programação ou problemas mecânicos.

Em seguida mostramos os pontos de divisão do trabalho:

- **Tema do trabalho:** Criação de um robot inteligente, que compreenda e interaja com o meio envolvente.
- **Objectivo do trabalho:** Robot *Theseus* que, enquanto sai do labirinto, encontra-se com uma bola vermelha, apanha-a e ignora a azul, acabando por sair com ela do labirinto.
- **Divisão do Trabalho:** Os alunos A, B e C têm a seu principal cargo a área da programação, enquanto os alunos D e E ficam, principalmente, com a área da construção. Esta divisão do trabalho é flexível existindo sempre que necessário trocas

de ideias e de trabalho entre os diferentes sub-grupos, quer para a introdução de novos elementos mecânicos que permitam a excussão de determinados controlos, quer para a resolução de problemas que possam surgir.

- ***Modus Operandi:*** O trabalho será desenvolvido principalmente durante as aulas. O material extra será transportado pelos membros do grupo. Estes mantêm um “diário de bordo”, onde escrevem um sumário com o seu trabalho diário, referindo todas as dificuldades e situações passadas, diário esse que será essencial para a apresentação dos relatórios individuais e de grupo no final do período.
- **Apresentação do trabalho:** na sala de aula.

O grupo 1

Proposta de Trabalho – Grupo 2

Objectivo geral: construir um robot que tivesse alguma utilidade e que desempenhasse uma ou mais funções conforme as ordens que nós lhe dêssemos através do programa.

Objectivo específico: desenvolver um carro que, conforme a cor detectada pelo sensor de cor iria seguir um percurso com duas cores, verde e vermelho. Conforme a cor que identificasse o carro aceleraria ou abrandaria sendo que o verde correspondia a acelerar e o vermelho ao oposto.

Divisão de tarefas: Os alunos F e G são responsáveis pela montagem do robot e o aluno H pela programação.

Calendarização: Em primeiro lugar construir o robot e depois fazer o programa.

Apresentação: Na aula.

O grupo 2

Proposta de Trabalho – Grupo 3

- Tema:

Fura Balões

- Objectivo:

Construir um robot que consiga rebentar o maior número de balões vermelhos ignorando ou rebentando um mínimo de balões azuis.

- Tarefas a realizar / calendarização:

Não existe divisão de tarefas, todos os elementos do grupo fazem tudo. Numa primeira fase construímos o robot e depois fazemos a programação.

- Apresentação:

Na aula de AP Robots.

O grupo 3

Anexo C – Guião da Entrevista

Questão 1

- Consideram que a robótica permite e estimula a metodologia de trabalho de projecto e criar algo tangível?

Questão 2

- Seguiram de alguma forma os passos da metodologia de trabalho de projecto?

Questão 3

- Acham que esta ferramenta permite o desenvolvimento de projectos em trabalho colaborativo?

ou

- Consideram que é uma boa ferramenta para desenvolver o trabalho colaborativo?

Questão 4

- Como caracterizam as experiências que viveram?

Questão 5

- Aprenderam alguma coisa?

Anexo D – Resultados das entrevistas

Questão 1 / Grupo 1

O aluno A respondeu:

-“Sem dúvida nenhuma, mas de uma forma flexível e não estática. Não seguindo rigorosamente os passos da metodologia de trabalho de trabalho, foi a forma lógica de organizar o trabalho e de definir a forma de trabalhar. No projecto tivemos de definir um tema, fazer pesquisa, só depois começamos a pensar na morfologia e ainda de cumprir prazos. E como produto criámos o Theseus.”

O aluno B disse:

-“Depois de escolher o tema tivemos como objectivo delinear estratégias de resolução de problemas e fomos sempre fazendo pesquisa, analisando o tutorial e falando com colegas.”

O aluno C afirmou:

-“ Sendo uma área específica, aprende-se muito mais e estimula a criatividade. “

O aluno A concordou com o aluno C e afirmou:

-“Sabíamos que as informações que dispúnhamos, eram poucas, tivemos que nos adaptar e resolver os problemas.”

Este aluno considerou ainda:

- “Nesta Área de Projecto a informação é um pouco escassa, mas por outro lado “força” a que se pesquise mais e nos esforcemos mais para resolver os problemas.”

O aluno B destacou:

- “ Desenvolve o espírito do trabalho de equipa, o que quem quer seguir profissionalmente nesta área é fundamental. “

O aluno D afirmou:

- “Trabalha muito com a criatividade do grupo porque nos deparamos com inúmeras escolhas para a evolução do projecto. Ou seja para se chegar a uma estrutura final passamos por inúmeras fases e alterações, porque aquilo que numa fase inicial parece óptimo, na maioria dos casos não se revela funcional.”

Finalmente o aluno concluiu dizendo:

-“Podem considerar que é limitado, no entanto conseguimos abranger várias áreas, porque em robótica as noções de matemática e física são fundamentais e até a Filosofia que ensinou o raciocínio lógico aqui é aplicado.”

Questão 1 / Grupo 2

O aluno A mencionou:

-“Nestes trabalhos de grupo, com esta dimensão, como existe muito trabalho para fazer e no caso dos robots, temos várias vertentes: mecânica, programação, testes de funcionamento. Desenvolvemos a metodologia de trabalho de projecto e espírito de equipa, porque não pode um aluno fazer tudo sozinho, porque é inviável, logo o espírito de grupo/trabalho colaborativo está sempre presente, não é de todo viável fazer sozinho!”

O aluno B interferiu referindo:

-“Impossível não é, no entanto demoraria muito mais tempo e seria menos motivante.”

O aluno A continuou dizendo:

-“A criatividade de cada elemento do grupo é fundamental para o evoluir do projecto.”

Questão 1 / Grupo 3

O aluno C considerou:

-“Directamente não seguimos os passos da metodologia do trabalho de projecto, no entanto de uma forma implícita e muito mais flexível estamos a fazê-lo, uma vez que a ideia inicial foi sempre reestruturada e reformulada.”

O aluno A referiu:

-“Utilizamos muito a Internet para recolher ideias, uma vez que já ninguém inventa nada, baseamo-nos nas ideias de outros para desenvolver o nosso projecto. O que se passa é que desta forma estamos a expandir as ideias de outros e podemos aplicar criatividade.”

O aluno B afirmou:

-“Os passos da metodologia do trabalho de projecto foram todos cumpridos, não de uma forma rígida, mas adaptada ao nosso trabalho.”

O aluno D completou:

-“ Verificamos que para fazer este tipo de trabalho deve-se recorrer a esta metodologia, seja de forma flexível ou não. “

Questão 2 / Grupo 1

O aluno A respondeu:

- “Sem dúvida nenhuma, mas de uma forma flexível e não estática. Não seguindo rigorosamente os passos da metodologia de trabalho de trabalho, foi a forma lógica de organizar o trabalho e de definir a forma de trabalhar. No projecto tivemos de definir um tema, fazer pesquisa, só depois começamos a pensar na morfologia e ainda de cumprir prazos.”

O aluno B completou:

- “Depois de escolher o tema tivemos como objectivo delinear estratégias de resolução de problemas e fomos sempre fazendo pesquisa, analisando o tutorial e falando com colegas.”

Questão 2 / Grupo 2

O aluno C considerou:

-“Os quatro pontos são importantes para guiar o trabalho, porque por vezes salta-se um passo, e depois é necessário voltar atrás e reestruturar e aí já fazemos o que não tínhamos feito. “

O aluno A afirmou:

-“Com certeza, porque escolhemos o tema, decidimos quem realizava que tarefa. Uns programavam e outros trabalhavam na morfologia, fizemos imensas alterações no robot e na programação e apresentamos os trabalhos aos nossos colegas. ”

O aluno B referiu:

-“ Aprendemos a ter metodologia ou seja método de trabalho e isso vai ajudar no futuro.”

Questão 2 / Grupo 3

O aluno B referiu:

-“Utilizamos sempre a metodologia de trabalho de projecto, por vezes não por esta ordem oficial, mas muito entrecruzadas.”

O aluno A afirmou:

-“Concebemos o projecto, depois começamos a desenvolver/executar, por vezes temos que voltar à concepção porque há necessidade de reestruturações, logo existe um entrecruzar das fases.”

O aluno D considerou:

-“É a estrutura base de um bom projecto. É uma orientação fundamental flexível e não estanque.”

O aluno C concluiu:

-“ Em robótica é difícil seguir a metodologia toda certinha!”

Questão 3 / Grupo 1

-“Sem dúvida!” (uníssono)

Aluno C:

-“ Porque é mais simples e objectivo;

Aluno A afirmou:

“Não se consegue trabalhar individualmente, porque existe sempre troca de ideias, por exemplo quando são alturas em que se reestrutura todo o robot e se volta à estaca zero, se fosse só uma pessoa a trabalhar iria desmotivar-se, enquanto em conjunto tudo se torna mais fácil. “

O investigador questionou o grupo:

-“Açam que o número de elementos do grupo (cinco) foi excessivo?”

O aluno D referiu:

- “Não, porque a equipa trabalhou bem!”

O aluno A considerou:

“Levou a que surgissem mais ideias, mais pessoas para trabalhar.”

O aluno D disse:

-“Tudo tem a ver com os objectivos do grupo. Num projecto difícil, que temos que fazer mais pesquisa e esforço, mais elementos ajuda.”

O aluno E achou:

-“O número de elementos não é importante, mas sim o trabalho em equipa.”

O aluno A referiu:

-“Também tem a ver com a personalidade das pessoas, porque pessoas mais introvertidas se calhar trabalham melhor em grupos pequenos, enquanto que pessoas mais extrovertidas e controladoras trabalhem bem em grupos maiores. No projecto o trabalho foi sempre dividido, no entanto todos os elementos deram ideias e participaram em todas as tarefas, verificou-se sempre um espírito de entreatajuda.”

Questão 3 / Grupo 2

O aluno A disse:

-“Ninguém trabalhou individualmente, é impossível desenvolver este tipo de projectos, não haveria tempo nem possivelmente capacidade.”

Os colegas concordam e o aluno B terminou afirmando:

-“ O trabalho corre melhor e temos muito mais ideias no trabalho colaborativo.”

O investigador questionou o grupo:

-“Acham que o número de elementos do grupo (três) foi pequeno?”

O aluno A achou:

-“Três é um bom número para se produzir um bom trabalho, dado o tamanho do robot que não permite mais do que duas pessoas a trabalhar simultaneamente.”

O aluno C considerou:

-“Entre três e quatro é o ideal, mas cinco já causa dispersão em alguns elementos do grupo.

O aluno B referiu:

-“Três é o ideal, e quatro só é bom se estivermos a desenvolver mais do que um projecto em simultâneo ou se as tarefas forem bem organizadas. Já cinco acho não resulta mesmo porque é muita confusão.”

Questão 3 / Grupo 3

O aluno D referiu:

-“Na robótica é bem visível, uma vez que nós nos separamos em equipas. Uns ficaram encarregues de programar e outros de construir o robot, no entanto o que acontece é que não conseguimos programar sem o robot estar construído e o robot não faz nada sem a programação, logo a divisão é fictícia porque trabalhamos todos para o mesmo objectivo.”

O aluno A completou:

-“Todos dão ideias para tudo, quer para melhorar a programação, quer na construção do robot. “

O aluno B afirmou:

-“É uma ferramenta excelente, e num bom grupo surgem mais ideais e consegue-se sempre melhorar e fazer algo diferente.”

O investigador questionou o grupo:

-“Açam que o número de elementos do grupo (quatro) é o ideal?”

O aluno concluiu:

-“Nós os quatro somos da mesma turma, já nos conhecemos e o grupo funcionou muito bem. O segredo foi todos ter-mos trabalhado para o mesmo objectivo, todos ser-mos muito interventivos e criativos e por isso quatro é o número de elementos ideal.”

Questão 4 / Grupo 1

O aluno A afirmou:

-“Não me vou esquecer destas aulas!”

O investigador, questionou:

-“Porquê?”

O aluno respondeu:

-“Porque trabalhamos muito, mas o ambiente foi muito descontraído e brincámos muito também!

O aluno C complementou a resposta do colega:

-“Somos de três turmas e ficámos todos amigos”.

O aluno B disse:

-“Ajudámo-nos todos uns aos outros, sem nos preocuparmos com as notas!”

Questão 4 / Grupo 2

O aluno A disse:

-“ Foi completamente diferente do resto das disciplinas, porque somos de três turmas e ao princípio cada turma trabalhava de uma forma mais individualista, a partir do meio do primeiro período, o ambiente melhorou imenso e damos-nos uns com os outros, todos ajudam todos e o espírito de equipa melhorou.”

O aluno B considerou:

-“Não existe mais nenhuma Área de Projecto na escola, em que se verifique tanta cooperação e colaboração e ao mesmo tempo tanta liberdade e à vontade, porque ouvíamos música na aula, às vezes cantava-mos mas também trabalhamos muito.”

O aluno C referiu:

-“Este foi o meu primeiro ano na escola, conhecia poucos colegas da turma e por o grupo ser constituído por 3 turmas fez com que conhecesse outros colegas e também o facto de as aulas terem um ambiente muito descontraído ajudou bastante.

O aluno A terminou:

-“ O ambiente foi fantástico, nas outras Áreas de Projecto andam a discutir uns com os outros, sobre quem trabalhou mais, quem merece melhor nota e na nossa não. Se a professora dá um vinte, nós não nos importamos, porque reconhecemos o trabalho desse colega, o seu espírito de equipa e de entreajuda, não só para com o seu grupo de trabalho, mas com todo o grupo turma.”

Questão 4 / Grupo 3

O aluno C referiu:

-“Ao longo do projecto tivemos problemas muito específicos que tivemos que resolver e isso fez com que tivéssemos que pensar em diferentes soluções.”

O aluno D considerou:

-“Em termos de trabalho futuro esta experiência vai-nos permitir encarar os problemas de outra forma, uma vez que estas experiências permitiram verificar o que resulta ou não.

O aluno A disse:

-“O que aprendemos são conceitos básicos.”

O aluno B referiu:

-“Pois é, mas estes conceitos básicos são importantes porque nos permitem chegar aos mais complexos, porque a base é consistente.”

Completo de seguida:

-“As experiências que fizemos para resolver um problema, permitiu-nos verificar a utilidade das mesmas para outras actividades. Por isso chegámos à conclusão que, o mais simples e mais prático é normalmente o que resulta melhor.”

Questão 5 / Grupo 1

O aluno E disse:

“Já sabia montar Legos, mas programação não!”

O aluno C referiu:

-“Foi uma experiência nova e nas novas experiências aprende-se sempre coisas novas.”

O aluno A afirmou:

-“Definitivamente aprendemos a trabalhar em grupo, o que vai ser útil no futuro.”

O aluno B completou:

-“Trabalhámos em grupo e em equipa, que não é a mesma coisa!”

Questão 5 / Grupo 2

O aluno C afirmou:

-“Com certeza e uma delas foi a confiança que a professora depositou em nós quando nos permitiu fora de aulas trabalhar no projecto e colocar à nossa disposição todos os equipamentos.

A professora referiu:

-“ Vocês estão na escola, este espaço é vosso e o facto de vos dar responsabilidade faz-vos crescer e ter autonomia.”

O aluno B reconheceu:

-“Esta responsabilidade fez com que o trabalho cooperativo e o espírito de trabalho em equipa melhorasse.”

O aluno A completou:

-“Como não fomos pressionados com os objectivos a atingir, fez com que ganhássemos autonomia, responsabilidade e acima de tudo a cooperar uns com os outros.”

Questão 5 / Grupo 3

O grupo considerou:

-“Um dos pontos mais importantes foi a forma como desenvolvemos o trabalho em grupo e em equipa e o facto de nos colocar a pensar nos problemas e nas possíveis formas de os resolver.”