

**UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO**



APRENDER COM ROBOTS

Paula Cristina Rolo Abrantes

**MESTRADO EM EDUCAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO: TIC E EDUCAÇÃO**

2009

**UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO**



APRENDER COM ROBOTS

Paula Cristina Rolo Abrantes

**MESTRADO EM EDUCAÇÃO
ESPECIALIDADE: TIC e EDUCAÇÃO**

Dissertação orientada pelo Professor Doutor João Filipe Matos

2009

Agradecimentos

Ao Professor Doutor João Filipe Matos, pelo seu apoio, motivação e conselhos mas acima de tudo pelo entusiasmo contagiante.

À Madalena, à Teresinha, à Neuza e ao Carlos pelos momentos de trabalho e reflexão que tantas vezes me baralharam mas que me fizeram voar mais alto.

À Rita pelas preciosas revisões nesta recta final, fundamentais para encontrar um fim

Ao Alexandre pela disponibilidade para fazer a revisão final, pelo apoio e incentivo.

À Mariana e ao Tomanel pela presença carinhosa. À Bela que estando presente possibilita que eu esteja ausente. Aos meus pais por me terem deixado seguir em frente.

À Escola Secundária de Camões, o meu sistema de actividade onde vivo contradições constantes – forças impulsionadoras de mudança e de desenvolvimento. Ao meus colegas pelo interesse e carinho com que aceitaram este trabalho e um agradecimento muito especial aos meus alunos, os personagens principais. Sem eles nada disto faria sentido.

Resumo

Este estudo pretende analisar, descrever e compreender como é que os alunos aprendem na interacção com robots na sala de aula, no contexto da Área de Projecto.

Faz uma breve abordagem à robótica como uma área de investigação onde o grande desafio é criar robots à imagem e semelhança do homem e fáceis de “interagir-com”.

Baseando-se na perspectiva de Papert, este estudo discute a aprendizagem, dando ênfase ao "aprender, fazendo" e na relação que o aluno estabelece com as suas próprias ideias e os artefactos - “*objects-to-think with*”.

Com base nos fundamentos da Teoria da Actividade, este estudo analisa as práticas da utilização dos robots na sala de aula, no desenvolvimento de projectos.

Palavras chave: *Robots*, robótica educativa, aprendizagem, teoria da actividade, mediação

Abstract

This study aims to analyze, describe and understand how students learn in interaction with robots in the Project Area classroom context.

It makes a brief approach to robotics as a research area where the challenge is to create robots that mimic human behavior and are easy to "interact-with."

Based on Papert's view, this study focuses on learning, emphasizing "learning by doing" and the relationship that provides students with their own ideas and artifacts - "objects-to-think-with".

Based on the foundations of Activity Theory, this study examines the practical use of robots in the classroom, and projects development.

Key-words: *Robots*, educational robotics, learning, activity theory, mediation

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
1 Introdução	1
1.1 Motivação, objectivos e questões	1
1.2 Sobre este estudo	2
1.3 A forma como o estruturei	3
Parte I – Robots no mundo e na Escola	7
2 Robótica.....	7
3 Robótica educativa	15
4 Robots invadem salas de aula.....	17
5 Robots... Algumas funcionalidades	18
6 O sistema Lego Mindstorms.....	19
6.1 LEGO® Mindstorms™ Education NXT – apresentação e história	19
6.2 Hardware	21
6.2.1 Sensor de toque.....	23
6.2.2 Sensor de som.....	24
6.2.3 Sensor de luz.....	25
6.2.4 Sensor ultra sónico	27
6.2.5 Motores Interactivos	28
6.3 Software.....	29
6.3.1 NXT-G.....	30
6.3.2 RobotC.....	31
6.3.3 Tecnologia NXJ	32
6.3.4 A plataforma DROIDE MLP.....	33

PARTE II – À procura de um suporte	35
7 Conceito: Actividade	36
8 Teoria da Actividade (TA)	38
8.1 Gerações da TA	38
8.2 Princípios da TA.....	42
8.3 Mediação	43
9 Aprendizagem.....	43
9.1 Sobre a noção de ‘aprender’	44
9.2 Construcionismo - aprender com Papert.....	44
9.3 A arte de ensinar ... ou a arte de aprender	47
9.4 A TA e a aprendizagem	50
Parte III – Enquadramento metodológico	57
10 Natureza do estudo	57
11 Os robots na Escola	62
11.1 A Área de Projecto	63
11.2 A AP-Robots	64
12 Aprender com Robots.....	66
12.1 O contexto da sala de aula	66
12.2 Metodologia de trabalho na sala de aula de AP_Robots	69
Parte IV – Descrição do estudo e análise/discussão dos dados.....	71
13 Descrição do Estudo	71
13.1 Praticar a TA.....	73
14 Análise/Discussão dos dados.....	76
14.1 Desenvolvimento da actividade.....	76
14.1.1 Preparação do projecto	76
14.1.2 Construção do robot	79
14.1.3 Programação	84

14.2	Os motivos dos sujeitos envolvidos na actividade	90
14.3	Questões que envolvem o desenvolvimento e a utilização dos robots na sala de aula	95
Parte V - Conclusões		97
15	Objectivos do estudo	97
16	A robótica como veículo de aprendizagem: o contexto e o alvo.....	98
17	Em que é que os robots podem ajudar os alunos	99
18	Mudanças que se impõe na sala de aula	99
19	Limitações	102
20	Recomendações e trabalhos futuros	103

Índice de Figuras

Figura 1 - O homem mecânico.....	8
Figura 2 - A tartaruga de W. Grey Walter	9
Figura 3 – Máquina programável usada para transferir objectos de um lado para o outro.....	9
Figura 4 – Roomba, o robot aspirador	10
Figura 5 – <i>Foldtrack</i> (2008), um dos <i>robots</i> que limpa tanques de resíduos químicos e nucleares	10
Figura 6 - Kismet	11
Figura 7 - Robot Rodney.....	12
Figura 8 – i-cub – robot criança	13
Figura 9 – Conjunto base LEGO® Mindstorms™ Education NXT	22
Figura 10 – O bloco NXT	22
Figura 11 – Sensor de toque	23
Figura 12 - Funcionamento do sensor de toque	24
Figura 13 - Sensor de som.....	24
Figura 14 - Sensor de luz.....	25
Figura 15 - Cores vistas pelos humanos e pelo sensor.....	26
Figura 16 - Sensor ultra sónico.....	27

Figura 17 - Funcionamento do sensor ultra sónico	28
Figura 18 - Motor	28
Figura 19 - Interior de um motor	29
Figura 20 – Modelo de mediação de Vygotsky	39
Figura 21 – Modelo de actividade (adaptado de Engeström, 2001, p. 135)	40
Figura 22 – Interação de dois sistemas de actividade (adaptado de Engeström, 2001, p. 136).....	41
Figura 23 – Passos a seguir num ciclo de aprendizagem expansiva (Engeström, 2001, p. 152).....	52
Figura 24 – Robot Taskbot	72
Figura 25 - Fase da construção dos robots	79
Figura 26 - Robot-guia do grupo do André, do Carlos e do Pedro visto de lado ...	80
Figura 27 - Robot do grupo do Carlos, do André e do Pedro 3º motor para fazer rodar o sensor ultra sónico	81
Figura 28 - Engrenagens usadas para ajudar a rodar a cabeça do robot-guia	81
Figura 29 - Roda giratória	82
Figura 30- Rodas traseiras.....	83
Figura 31 - Robot-guia do grupo 2.....	83

Índice de tabelas

Tabela 1 - Tabela de sons	25
--	-----------

1 Introdução

1.1 Motivação, objectivos e questões

Tempos houve em que o termo robótica representava algo ao alcance de alguns privilegiados ou porque era economicamente inatingível ou, porque era algo demasiado complexo facilmente associado a grandes cálculos matemáticos. Felizmente esta realidade pertence a um passado que cada vez se afasta mais do nosso presente e é resultado dos avanços tecnológicos verificados nos últimos anos. Já é possível encontrar habitações onde os robots, não só coabitam com os donos da casa, como são muito apreciados.

Como não podia deixar de ser, os robots também ganharam espaço em algumas salas de aula e cativaram a simpatia de alunos e professores, permitindo-lhes viver a tarefa criativa de aprender.

Estudos recentes, e.g. mostram que a robótica se tem popularizado como actividade educativa, encontrando-se com alguma facilidade trabalhos de investigação que evidenciaram a utilização de robots na sala de aula.

A procura de novas formas de organizar a sala de aula de modo a permitir aos alunos melhores aprendizagens está na génese das minhas preocupações e no propósito deste estudo. Acredito que, num futuro não muito longínquo, as salas de aula mudarão, não fará sentido que assim não seja. Alunos e professores encontrar-se-ão para interagir, para partilhar experiências e ideias. A aprendizagem deve ser conduzida pelas necessidades reais da prática humana, manifestada em dilemas, análises críticas e questões emergentes dessa prática. Desde muito cedo que estamos predispostos a aprender. Paulo Freire (1995) refere que “a criança aprende autoguiando-se”.

Não restam dúvidas que a entrada de robots na minha sala de aula reforçou muito esta minha concepção de Escola e permitiu a criação de contextos onde as aprendizagens se desenvolvem de forma natural. As dinâmicas criadas, vividas e experimentadas foram

demasiado marcantes e estimulantes e motivam-me a querer entender melhor essas transformações.

Emerge desta reflexão continuada sobre a minha prática como professora a inquietação relativa à necessidade de uma melhor compreensão da forma como as actividades realizadas com robots, e suportadas por propostas de trabalho estimulantes, criam condições para aprendizagens significativas e entusiasmos crescentes nos alunos. Criei desta forma o meu problema de investigação situando-o na minha prática como professora mas abrindo-lhe um horizonte de reflexão informado pelas teorias que informam aquela reflexão. Com o propósito de compreender mais acentuadamente as potencialidades da utilização dos robots como mediadores da aprendizagem e reflectir sobre a dinâmica, que os robots têm proporcionado na sala de aula, traço os seguintes objectivos

- a) analisar, descrever e compreender como é que os alunos aprendem na interacção com robots na sala de aula, no contexto da Área de Projecto; e
- b) identificar as mudanças ocorridas nas práticas da sala de aula.

Para conduzir o desenvolvimento deste estudo, foi seguido um caminho orientado pelas seguintes questões de investigação:

1. Como poderá a robótica ser usada como veículo de aprendizagem?
2. Como é que se aprende com robots?
3. Quem aprende: o aluno, o professor, o robot?
4. Em que é que os robots podem ajudar os alunos e as pessoas em geral?
5. Que mudanças se impõem na sala de aula?

1.2 Sobre este estudo

Quando iniciei a escrita deste documento pressupunha que todo o processo de recolha de dados deveria ser articulado com uma teoria (suficientemente sólida) e estruturado a partir de uma opção metodológica clara. O esquema genérico que identifiquei nas

múltiplas teses que analisei, na parte curricular do curso era o seguinte: introdução ao tema – problema e questões de investigação – fundamentação teórica – metodologia – resultados – conclusões...

Porém, a sensação era de insatisfação e optei por não fazer sequer esse esforço, não por questões de irreverência mas pela dificuldade que senti quando tentava organizar o estudo de acordo com aquela sequência. Não fazia sentido para mim que este não exteriorizasse de forma clara a realidade vivida durante o período da observação e evidenciasse o significado e as transformações em mim provocadas como investigadora (principiante) e como professora; e, principalmente para os meus alunos, os sujeitos em observação, com as suas ideias, as suas premissas e os seus objectivos. Assumo esta minha investigação como um processo dialéctico entre a prática e a teoria, deixando transparecer alguma complexidade de conceitos que se encontram ainda pouco enraizados mas com muita vontade de germinar e que não foram obstáculos a uma investigação séria e responsável na qual foram, garantidamente acautelados o rigor e a precisão na captação do vivido e na sua descrição.

Não tinha, à partida, qualquer quadro teórico, apenas um conjunto de ideias - que não passavam de crenças – que sempre pautaram o meu trabalho e num momento inicial serviram de fio condutor a esta investigação.

Pelos motivos que referi, não posso afirmar ter havido uma delimitação clara entre a teoria e a prática, ambas foram sendo descobertas, quase em paralelo para mais tarde se encontrarem e fazerem emergir a teoria empiricamente no terreno.

Este estudo evidencia aquele processo dialéctico entre a prática e a teoria que, como se pode observar na descrição caminham juntas, cúmplices e alimentando-se mutuamente.

1.3 A forma como o estruturei

Pelos objectivos traçados, este estudo é de natureza qualitativa. Durante um determinado período de tempo existiu uma grande interacção entre o investigador,

também professor e sujeito que com os outros sujeitos - os alunos - elementos da mesma comunidade, partilharam experiências, receios, sucessos e emoções. Por tal, considera-se como objecto de análise os alunos na aula de AP-Robots, na sua prática diária. Embora tenha havido a necessidade de ajustar algumas actividades, não houve uma preparação prévia das actividades desenvolvidas com os alunos. Foi neste contexto, do dia-a-dia do trabalho de alunos e professor que todos os factos foram analisados. O trabalho do professor de preparação de aulas não se traduz na preparação de apresentações com definições ou conceitos, nem tão pouco a elaboração de fichas de trabalho. A preparação prévia das aulas foi acima de tudo pensar nos problemas e imaginar várias formas de resolução dos mesmos na tentativa de antecipar os obstáculos que os alunos iriam ter que enfrentar. Previamente nada está definido ou preparado, a única preocupação do professor foi a de ter sempre sugestões de trabalho para a falta de imaginação dos alunos na procura de um projecto. Esta falta de imaginação inicial é apenas reflexo da falta de informação acerca de possíveis projectos. Pensar num projecto no abstracto é difícil principalmente quando este tem que ser desenvolvido com um artefacto completamente novo para os alunos. Além da concretização do projecto, os alunos têm de dominar o controlo do robot. O professor assume a função de orientador, de fazer sugestões. Neste caso concreto, a sugestão foi a construção e programação de um cão-guia. Todos os problemas que estão envolvidos na concretização do projecto foram definidos e encontrados pelos próprios, assumindo o professor a partir daí o papel de orientador, de alguém que ajuda a pensar no problema e na sua resolução em suma, com quem os alunos discutem os problemas e as soluções.

Este trabalho está organizado em várias partes: começa por fazer uma reflexão acerca dos conceitos de robótica e robótica educativa, apresentando e reflectindo com alguns exemplos que considere serem ilustrativos da evolução daqueles conceitos.

Numa segunda parte faço uma reflexão e discussão dos modelos teóricos onde faço uma abordagem à Teoria da Actividade e as ferramentas conceptuais que a mesma fornece e que considero terem alguma relevância na ajuda e compreensão do problema deste estudo.

Numa terceira parte apresento e enquadramento teórico onde descrevo a opção metodológica que utilizada: um estudo de natureza interpretativa orientando-se para a recolha e análise de dados qualitativos.

Na quarta parte descrevo a parte empírica do estudo e faço uma análise e discussão dos dados.

Por fim, apresento as conclusões, as limitações que enfrentei e faço algumas sugestões para trabalhos futuros.

Parte I – Robots no mundo e na Escola

Este capítulo centrar-se no domínio da Robótica e da Robótica Educativa, discutir as suas principais características, as suas aplicações em diversas áreas, inclusive no campo da investigação em educação.

2 Robótica

A palavra *robot* é uma derivação da palavra tcheca *robotnik*, que significa servo e foi utilizado inicialmente por Karel Capek, (1923).

O termo *robot* foi popularizado pelo escritor de Ficção Científica e bioquímico Isaac Asimov, nas suas publicações sobre robótica. No seu romance "I, Robot" (1948) Asimov visionou leis, que segundo ele, regeriam os robots no futuro:

"Um robô não pode ferir um ser humano ou, permanecendo passivo, deixar um ser humano exposto ao perigo".

"O robô deve obedecer às ordens dadas pelos seres humanos, excepto se tais ordens estiverem em contradição com a primeira lei".

"Um robô deve proteger a sua existência na medida em que essa protecção não estiver em contradição com a primeira e a segunda leis".

" Um robô não pode causar mal à humanidade nem permitir que ela própria o faça".

Observaram-se, referências a um “homem mecânico”¹, em 1928, construído por relojoeiros e com o objectivo de ser exibido em feiras e que preveu o futuro da robótica.

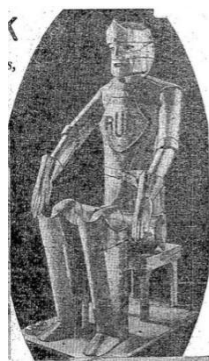


Figura 1 - O homem mecânico

Há, também, relatos da realização de “animações mecânicas” como o leão animado de Leonardo Da Vinci e o seu desejo de fazer máquinas que reproduzissem o voo das aves.

W. Grey Walter² construiu o primeiro robot móvel autónomo, movia-se sem que fosse necessário estar ligado a um computador ou qualquer fonte de energia. As tartarugas de W. Grey Walter (1940) ou melhor os robots “*tortoises*” chamados Elmer e Elsie moviam-se autonomamente em busca de um feixe de luz mas se este fosse muito forte, afastavam-se. Da mesma forma assumiam este mesmo comportamento se colidissem com um obstáculo.

¹ Sunday Morning, http://1.bp.blogspot.com/_sGYULzoQCgA/RkFygjB_-qI/AAAAAAAAAko/FvZzFN6KzYA/s1600-h/1928+Ogden+Standard-Examiner+Dec+9+Ogden+City+UT.jpg

² <http://www.ias.uwe.ac.uk/Robots/gwonline/gwonline.html>

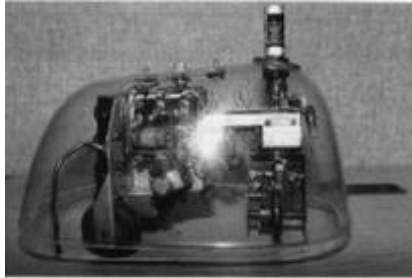


Figura 2 - A tartaruga de W. Grey Walter

Mas a ideia de construir *robots* teve grande visibilidade com a necessidade de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos. Foi em 1954, que George Devol, desenvolveu as primeiras aplicações de *robots* industriais e fundou a primeira empresa - Unimate³ - de construção de robots do mundo.



Figura 3 – Máquina programável usada para transferir objectos de um lado para o outro.

³ <http://www.robotohalloffame.org/unimate.html>

Em 2002, foi lançado o robot *Roomba*⁴ com o objectivo de executar tarefas domésticas, nomeadamente aspirar. É considerado o *robot* mais vendido (mais de 3 milhões) e o melhor da tecnologia e inovação robótica.



Figura 4 – Roomba, o robot aspirador

Na reserva nuclear de *Hanford*, no estado de *Washington*, um elevado número de robots⁵ é usado para fazer a limpeza de tanques de resíduos químicos e nucleares.



Figura 5 – Foldtrack (2008), um dos robots que limpa tanques de resíduos químicos e nucleares

⁴ <http://www.myroombud.com/>

⁵ <http://www.popularmechanics.com/science/robotics/4271364.html>

Por outro lado, é fácil observar que os *robots* são cada vez mais “inteligentes” não se limitam a fazer aquilo para que foram programados como, o fazem o melhor que podem e o mais semelhante possível ao Homem. Porfírio Silva, no seu trabalho de investigação “Robótica Institucionalista – as ciências do artificial como ciências do humano” (2007) fala-nos de uma humanização dos *robots*. Dos que não se limitam a ganhar um jogo de xadrez a *Garry Kasparov* mas também os que interagem com os seres humanos, fazendo parte das suas vidas diárias, com morfologias semelhantes às suas e capazes de com eles comunicar de forma natural.

Por exemplo, Kismet é uma expressiva “*criatura robótica, com modalidades perceptuais e motoras adaptadas aos canais de comunicação natural dos humanos. Este robot está equipado com dispositivos visuais, auditivos, sensoriais e proprioceptivos, para além de outros recursos que lhe permitem fazer vocalizações, expressões faciais, sinais comunicativos motores, e ainda, ter a capacidade de ajustar o seu olhar na direcção dos olhos da pessoa com quem interage*” (Breazeal, 2000).

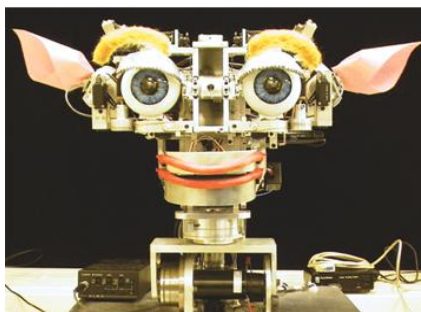


Figura 6 - Kismet

Um outro exemplo, o Rodney⁶ – um robot humanóide, exemplo de mais uma tentativa de reproduzir a imagem do homem.



Figura 7 - Robot Rodney

O RobotCub⁷ (2006-2009) foi uma outra história de sucesso – consórcio entre 10 parceiros (das áreas da neurofisiologia e engenharia) que durante quatro anos colaboraram contínua e intensamente no desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Estes cientistas, de várias Universidades querem dar inteligência emocional a *robots*. Pretendem criar *robots* interactivos, emocionalmente inteligentes e capazes de estabelecer relacionamentos com humanos.

No âmbito deste projecto, foi iniciado o projecto “*icub*”, um robot-criança que, entre outras coisas, é ensinado a falar usando os mesmos métodos que os pais usam para ensinar os seus filhos.

⁶ http://www.darkmattermag.com/february2004/dark_tech.htm

⁷ <http://www.robotcub.org/>

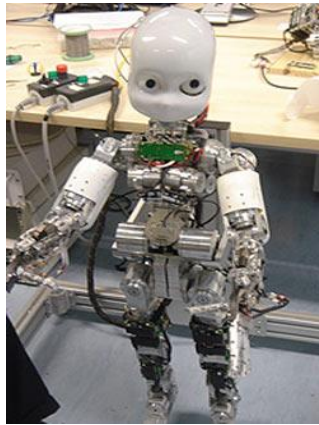


Figura 8 – i-cub – robot criança

Não restam dúvidas que os *robots* deixaram de pertencer aos filmes de ficção científica e passaram a ser parte integrante da nossa realidade. Estima-se (IFR Statistical Department, World Robotics Report, 2008) que entre 2008 e 2011, o número de robots no planeta atinja os 12,2 milhões.

Robots que pensam por si, autónomos, que não precisam de ser dirigidos pelo homem, fazem parte da nova geração de robots. Nesta nova geração, os robots são máquinas autónomas. Não falo apenas dos brinquedos, aspiradores ou plataformas usadas em investigações várias mas também da construção de robots que estão a ser programados para tomar conta de crianças e idosos.

O tipo de questão que se me coloca é, por exemplo: o que acontecerá se os pais deixarem um filho entregue exclusivamente nas mãos de um robot baby-sitter? Que natureza terá a ‘empatia’ criada entre ambos? O que significa empatia em termos robóticos? Como emerge a dimensão emocional na relação criança-robot? Que dimensões desta relação são amplificadas relativamente ao que é observado quando as crianças se apropriam e se afeiçoam de um boneco de peluche? Que relação criará uma criança com um robot baby-sitter? Que questões se levantam ao nível da cognição e do desenvolvimento e aprendizagem?

Os robots sempre suscitaram a curiosidade dos humanos e os robots têm sido óptimos na investigação, ajudando a descobrir muitas coisas.

Vimos, nesta secção, ainda que de forma abreviada, que muitos robots foram construídos para “imitar” comportamentos dos humanos ou outros animais. Observamos alguns exemplos de robots onde foram implementadas sofisticadas técnicas de inteligência artificial: expressões emocionais, reconhecimento da face e da voz, possibilidade de comunicação oral quer, ao nível da interacção pela linguagem quer, ao nível da percepção da fala.

Subjacentes a estes projectos, parecem-me evidentes dois pressupostos: i) os seres humanos são animais sociais que gostam de comunicar com outros animais; ii) a fim de construir robots sociais verosímeis, é eficaz “imitar vida” ou seja, simular nestes robots a forma como os humanos e outros animais interagem entre si em termos de aparência e comportamento.

Desde os primórdios da robótica móvel que os investigadores mostraram interesse em investigar os robots e a tecnologia a eles associada. As recentes investigações (e.g. kismet) estão interessadas em perceber como os robots podem interagir socialmente entre si e com as pessoas.

Devido ao crescente interesse nas tarefas diárias dos robots - eles estão presentes nas nossas casas, na indústria, em projectos de investigação - a interacção homem-robot popularizou-se como área de investigação.

O grande desafio neste campo é criar robots verosímeis e fáceis de “interagir-com” (e.g.Kismet).

Ainda no que respeita à robótica na sociedade actual, podemos referir os vários campeonatos de robótica. A liga FIRST⁸ organiza campeonatos de robótica a nível mundial, mobilizando uma enorme quantidade de admiradores. Esta organização, com

[http://⁸ www.usfirst.org](http://www.usfirst.org)

cerca de 20 anos, tem como principal objectivo criar novas e criativas formas de envolver os alunos em projectos na área das ciências e da tecnologia.

Dentro desta, a First Lego League – FLL⁹, que se dirige a alunos com idades compreendidas entre os 9 e os 16 anos e cujas construções são efectuadas com recurso exclusivo ao *kit* robótico da Lego – Lego Mindstorms.

O Festival Nacional de Robótica, uma iniciativa da Sociedade Portuguesa de Robótica, tem como objectivo a promoção da Ciência e da Tecnologia junto dos jovens de vários níveis de ensino (desde o básico ao superior), bem como do público em geral, através de competições de robots. O festival inclui ainda um encontro científico onde investigadores da área da Robótica apresentam os resultados recentes da sua actividade.

3 Robótica educativa

Referi no capítulo anterior que começa a não ser difícil encontrar habitações onde os robots não só coabitam com os donos da casa, como são muito apreciados, pelos benefícios e apoios que a sua presença lhes proporcionam.

Os robots também ganharam espaço em algumas salas de aula e cativaram a simpatia de alunos e professores. Não é novidade que a utilização de tecnologias na sala de aula favorece a criação de novas dinâmicas, de ambientes de trabalho que estimulam a análise e a crítica, a partilha de ideias e de novas descobertas (Papert, 1996). O uso de tecnologias robóticas tem evidenciado estas ideias e muito contribuiu para o conceito de robótica educativa (Ribeiro, 2006).

⁹ <http://www.firstlegoleague.org>

Não é possível definir uma data exacta do aparecimento deste conceito. Muitos investigadores consideram Papert o pioneiro. É uma verdade indiscutível que desde sempre, Papert viu o computador e as suas potencialidades como recurso que motivava as crianças e consequentemente um facilitador da aprendizagem. Em 1967, foi criado o LOGO – uma linguagem de programação simples e de fácil assimilação, que permitia ao seu utilizador comunicar com o computador. Um ano mais tarde, também pelas mãos de Papert, o LOGO saía dos laboratórios e entrava nas salas de aula.

O Logo nasceu com base nas teorias de Piaget sobre a natureza da aprendizagem e nas teorias computacionais que, para Papert são também uma metodologia de aprendizagem, no sentido em que ajudam as crianças a pensar a respeito de si mesmas e do mundo que as rodeia (Papert, 1980 1985).

Aquilo que aprendemos e como aprendemos depende dos materiais culturais que encontramos à nossa disposição. Por outro lado, sabemos que a aprendizagem não é consequência apenas do ensino formal e normalizado, ela é inata aos seres humanos. Todos nós antes de chegar à Escola já tínhamos um conjunto de conhecimentos e saberes adquiridos por intermédio de uma aprendizagem espontânea, natural e por vezes intuitiva. Desenvolvida através da exploração e da procura. Aquela que Paulo Freire (1995) chamou de “auto-guiada”.

A Robótica Educativa permite a caracterização de ambientes de aprendizagem que reúnem tecnologia que podem ser kits de construção compostos por diversas peças, motores, sensores, ou linguagens de programação, controlados por um computador e que no seu todo dão ao aluno a oportunidade de desenvolver a sua criatividade e construir os seus próprios conhecimentos.

É um ambiente caracterizado pela tecnologia e pela criatividade, pela forma como os alunos se relacionam entre si e com o meio.

4 Robots invadem salas de aula

São já vários os estudos que nos dão conta de algumas experiências da utilização de robots na sala de aula, alguns dos quais destaco seguidamente.

O estudo apresentado por Rocha (2006), um contributo para a melhoria do processo de aprendizagem de conceitos de programação de computadores, evidenciou a utilização de robots como mediadores na aprendizagem de técnicas de programação, possibilitando aos alunos a observação, em tempo real, do comportamento dos programas por eles desenvolvidos e executados pelo robot.

Já Oliveira (2007) deteve-se na robótica na aprendizagem da matemática ao desenvolver um estudo que teve como objectivo central *“descrever, analisar e compreender como é que os alunos aprendem matemática tendo os robots como elementos mediadores entre o aluno e a Matemática”* (Oliveira, R., 2007, p. 3)

Segundo Oliveira (2007) o uso dos robots *“possibilitou que os alunos aprendessem de forma significativa o conceito de função e reformulassem a percepção que tinham de outros, como o caso da proporcionalidade directa e da constante de proporcionalidade directa”* (Oliveira, R., 2007,p. 172)

Por último, destaco o Projecto DROIDE Virtual com o objectivo de *“descrever, analisar e compreender o processo de construção do conhecimento acerca dos conceitos de programação e o desenvolvimento de competências nesta área, quando os alunos colaboram virtualmente na realização de projectos de robótica”*(Santos, E., Fermé, E., Fernandes, E., 2006)

5 Robots... Algumas funcionalidades

Como já referi anteriormente, os robots têm vindo a ser utilizados na realização de tarefas nos mais diversos ambientes. Para que um robot seja capaz de realizar as tarefas pretendidas, tem que ter a capacidade de se mover, capacidade para recolher informação sobre o meio ambiente em que está inserido (capacidade sensorial), capacidade de comunicação, capacidade de tomar decisões mediante certas condições, capacidade de cálculo para processar informação que necessite.

Estou a referir-me a algumas funcionalidades como locomoção, percepção, comunicação e raciocínio.

Vários sensores e outras tecnologias têm sido desenvolvidos e devem ser considerados como estratégias educacionais (e.g. IntelliBrain™-Bot¹⁰).

Por todo o mundo temos assistido a várias investigações sobre a utilização de robots na sala de aula (e.g. CMU-Robotics Academy). Há abordagens diferentes: aprendizagem acerca de robots, aprendizagem com robots e a aprendizagem de tópicos específicos com robots. Neste estudo, o foco está em aprender com robots tendo como base o construcionismo. Um robot deve ser um complemento ao meio ambiente e um incentivo à interacção humana. Para isso o robot tem sensores, actuadores e interfaces de comunicação (Ribeiro).

¹⁰ <http://www.ridgesoft.com/default.htm>

6 O sistema Lego Mindstorms

Esta secção descreve o aparecimento e a evolução do sistema Lego Mindstorms. Posteriormente, será feita uma apresentação do hardware do NXT, seguida de uma breve descrição das linguagens de programação.

6.1 LEGO® Mindstorms™ Education NXT¹¹ – apresentação e história

O LEGO MINDSTORMS Education (LME) foi desenhado para ser usado por professores e alunos e é constituído por um conjunto de peças que permitem, muito facilmente, fazer construções e programá-las usando um software *user-friendly*. Os alunos constroem e programam os seus robots passo a passo, num processo de aprendizagem natural, desafiando assim a sua imaginação e a descoberta de novas ideias e consequentemente a aquisição de novos conhecimentos (LegoEducation).

O LME é uma plataforma na qual a aprendizagem acontece de forma progressiva e que se insere na ideia de “*hands-on*” de Papert (1993), que é um dos elementos que torna o Lego num ambiente de aprendizagem de sucesso. Os alunos têm mais sucesso quando são eles próprios a especificar o seu próprio projecto e assumir a responsabilidade de o executar, construindo o robot e programando-o.

Entre 1958 e 1963, Papert, licenciado em Matemática, trabalhou com Piaget na Universidade de Genebra. Foi este trabalho, que levou Papert a considerar o uso da Matemática para compreender como é que os alunos aprendem e pensam.

¹¹ <http://www.education.rec.ri.cmu.edu/>

Posteriormente, em 1964, fundou juntamente com Marvin Minsky o Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos Estados Unidos¹².

Em 1980, a empresa dinamarquesa Lego iniciou uma colaboração com o MIT. Já nessa altura, a Lego era uma conceituada empresa de brinquedos, alguns dos quais envolviam tecnologia como motores e sensores. Aquela colaboração surgiu com o objectivo de encontrar uma forma de controlar os seus motores e outros dispositivos usados nos brinquedos através do computador. Foi no seguimento desta parceria que, em meados da década de oitenta, a Lego lançou o sistema robótico, Lego TC Logo, constituído por motores, sensores de luz e outros sensores que podiam ser incorporados. A linguagem Logo permitia programar uma placa que controlava os motores, bem como os outros sensores.

A programação do Lego TC Logo não constituía problema de maior para as crianças, pois, à semelhança do LOGO, tinha por objectivo ser de fácil utilização, nomeadamente por crianças.

Em 1998, surgiu o sistema Lego Mindstorms RCX - versão anterior ao robot usado nas aulas - fruto daquela parceria entre o MIT e a Lego. Neste projecto, além de Papert, também esteve envolvido Mitchel Resnick, através do *Epistemology and Learning Group*, do MIT.

Este kit foi muito apreciado por imensas pessoas que rapidamente se interessaram em desvendar as suas potencialidades. A Lego teve o cuidado de disponibilizar informações que ajudaram os entusiastas do RCX, chegou mesmo a disponibilizar na sua página oficial um software de desenvolvimento: o sdk. Esta opção da Lego acabou por aumentar o número de vendas do robot e a alargar os seus destinatários, passando assim os adultos a ser os seus consumidores.

¹² <http://web.media.mit.edu/~papert/>

O grupo de pesquisadores que desenvolveram o robot Lego investigavam a maneira como as crianças aprendiam e como a tecnologia e a construção de artefactos tecnológicos poderia reforçar essa aprendizagem.¹³

Ocko, Papert e Resnick (1987) foram determinantes para o desenvolvimento do sistema de Robótica Lego. Eles acreditam que o valor educativo das construções programáveis, e outras tecnologias semelhantes, reside na sua capacidade de permitir aos alunos construir a sua própria aprendizagem. Resnick e Silverman (2005) afirmam: *"Like Papert, we believe that the best learning experiences, for most people, come when they are actively engaged in designing and creating things, especially things that are meaningful to them or others around them."*

Resnick (2004) acredita que o uso do robot Lego num ambiente educativo, favorece a aprendizagem dos alunos quando desenvolvem actividades que lhes permitem adquirir conhecimentos, em vez de informação.

Resnick e Ocko (1991) queriam dar aos alunos a capacidade de analisar problemas, mas também a concepção de soluções para esses problemas.

6.2 Hardware

O novo *kit* de peças LEGO contem o bloco inteligente NXT, cinco sensores (dois sensores de toque, um sensor ultra sónico, um sensor de luz e um sensor de som) e três motores. Inclui ainda um conjunto de peças e um conjunto de recursos que permitem a elaboração de programas que controlam estes dispositivos. O conjunto de peças é de vários tipos: engrenagens, eixos, roldanas, polias, rodas, entre outras (2006)

¹³ <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/pubs/logoupdate/v7n1/v7n1-pbrick.html>



Figura 9 – Conjunto base LEGO® Mindstorms™ Education NXT
(http://www.lego.com/education/school/default.asp?locale=2057&pagename=nxt_concept&l2id=3_2&l3id=3_2_3)

Com este kit é possível construir robots de maneira simples e rápida.

Apresento de seguida uma descrição de algumas dessas peças:

O NXT é o “cérebro” do robot da Lego. É um tijolo inteligente, controlado por computador, que dá vida ao robot e permite que o mesmo execute diversas operações.

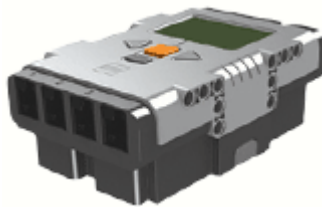


Figura 10 – O bloco NXT

O NXT é constituído por o microcontrolador ARM7de 32 bits e dispõe de memória FLASH de 256 KB e 64 KB de RAM e um LCD 100x64 pixel.

O NXT tem três portas de saída que permitem ligar os motores. Estas são identificadas pelas letras A, B e C. Tem também 4 portas de entrada para fazer a ligação aos sensores: são as portas 1, 2, 3 e 4.

A ligação ao computador faz-se por intermédio da porta USB. Esta ligação tem como objectivo principal fazer o download dos programas que são criados no computador

para o robot para posteriormente serem executados e permite ainda fazer upload de dados do robot para o computador. É ainda através da ligação USB que é possível actualizar o *firmware* no robot.

O robot permite fazer ligação por *bluetooth*.

6.2.1 Sensor de toque

O sensor de toque confere ao robot o sentido do toque. O sensor detecta quando está ou não a ser premido. Com ele é possível fazer com que o robot reaja a um comando.

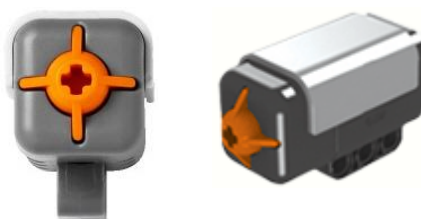


Figura 11 – Sensor de toque

O seu funcionamento é simples. Ele está ligado quando a corrente eléctrica se movimenta sem impedimentos e está desligado quando o fluxo de corrente eléctrica é interrompido. O diagrama da Figura 12 mostra de que forma a corrente eléctrica é interrompida ou restabelecida. Sempre que isto acontece, há uma alteração no valor da tensão.

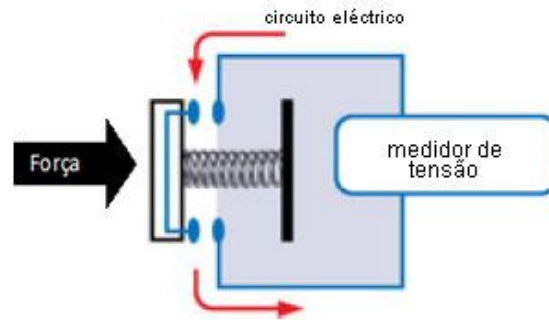


Figura 12 - Funcionamento do sensor de toque

6.2.2 Sensor de som

O sensor de som confere ao robot o sentido audição.

Este sensor pode detectar e medir sons. Os sons lidos são apresentados em percentagem. Quanto menor for a percentagem menor é o som existente.

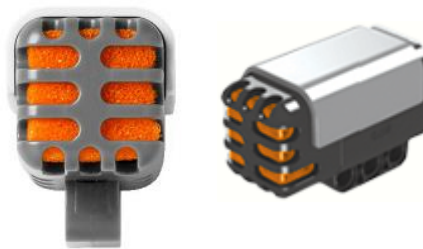


Figura 13 - Sensor de som

Podemos observar a seguinte tabela:

4- 5 %	Espaço silencioso, com pouco ruído
5 – 10 %	Espaço com pessoas a conversar a uma distância não muito grande
10 – 30 %	Conversação normal perto do sensor
30 – 100 %	Sons demasiado altos, como gritos ou música alta

Tabela 1 - Tabela de sons

Este sensor detecta Decibéis (dB) – todos os sons são medidos com a mesma sensibilidade, incluindo os sons muito altos ou demasiado baixos para o ouvido humano. Mede até 90DdB e ainda, Decibéis Ajustados (dBA) – a sensibilidade do sensor é adaptada à sensibilidade do ouvido humano.

6.2.3 Sensor de luz

O sensor de luz confere ao robot o sentido visão. Este sensor permite ao robot distinguir o claro do escuro.

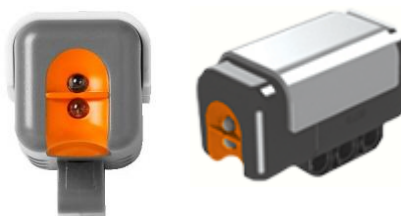


Figura 14 - Sensor de luz

Pode ler a intensidade da luz de uma sala e medir a intensidade de algumas superfícies coloridas, embora de uma forma muito rudimentar, como se pode observar na Figura seguinte que mostra o que é visível aos olhos dos humanos e o que é visível ao robot quando usa o sensor de luz.

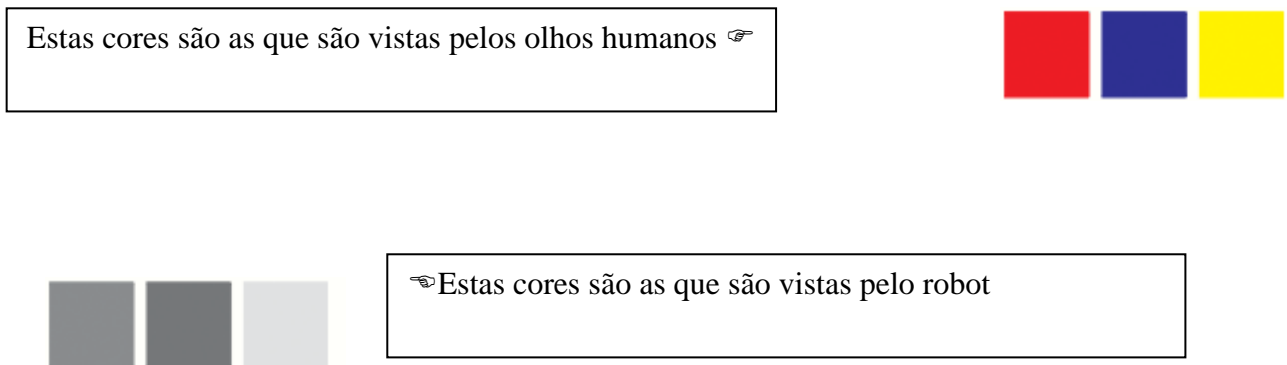


Figura 15 - Cores vistas pelos humanos e pelo sensor

Com o sensor de luz é possível programar o robot para funcionar, por exemplo, como um alarme: ao detectar a ligação de uma luz, o robot reage defendendo esse espaço.

Com este sensor também é possível programar o *robot* para seguir uma linha ou distinguir objectos pela cor.

Para obter bons resultados é necessário calibrar o sensor de acordo com a luminosidade do espaço. Sugere-se que se façam medições da luz ambiente para saber *a priori* os valores a usar na programação. Sugere-se que estas medições sejam feitas da seguinte forma: primeiro ligar o sensor junto a uma janela e registar qual o valor lido. Depois ligar o sensor numa zona mais escura como por exemplo, debaixo de uma mesa e registar o valor. Observar bem as diferenças. Se se pretende reconhecer objectos pela cor, é importante saber qual o valor das diferentes cores lidas pelo sensor, em diferentes condições de luminosidade.

6.2.4 Sensor ultra sónico

Este sensor complementa o anterior, conferindo ao *robot* o sentido visão. Com este sensor é possível ver e detectar objectos. Com ele o *robot* consegue ver e evitar obstáculos, medir distâncias e detectar movimentos.



Figura 16 - Sensor ultra sónico

Este sensor mede distâncias em centímetros ou polegadas. É possível medir distâncias desde 0 a 255 cm com precisões de cerca de +/- 3 cm.

O sensor ultra sónico usa o mesmo princípio científico usado pelos morcegos: mede a distância calculando o tempo que um som demora a atingir um objecto e a regressar (como um eco). Assim, quanto mais longe do sensor os objectos estiverem mais tempo demora a detectá-los. As melhores devoluções de sinal são feitas em objectos que estejam colocados directamente em frente ao sensor.

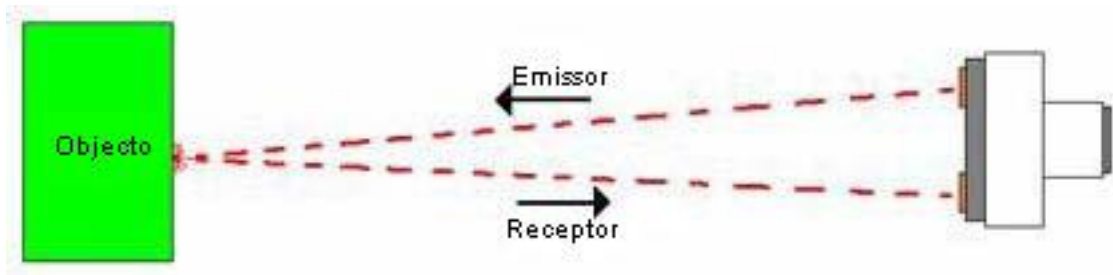


Figura 17 - Funcionamento do sensor ultra sónico

Por outro lado, é importante observar que objectos grandes e com superfícies duras permitem melhores leituras; objectos de materiais mais suaves (tecido), curvos (bolas), muito pequenos ou muito finos podem tornar-se de difícil detecção exigindo por exemplo estratégias de triangulação para uma localização mais eficaz dos objectos.

6.2.5 Motores Interactivos

O kit contém três motores que dão ao *robot* a capacidade de se mover. Para programar o *robot* a deslocar-se numa linha recta basta programar o bloco move do software e os dois motores sincronizar-se-ão automaticamente.

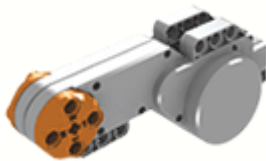


Figura 18 - Motor

Cada motor contém um sensor de rotação integrado que permite controlar os movimentos do *robot* com precisão. O sensor mede as rotações do motor em graus ou

em rotações completas (com uma precisão de aproximadamente um grau). Uma rotação é igual a 360° . O sensor de rotação incluído em cada um dos motores permite que se definam velocidades diferentes para os motores (conFigurando parâmetros diferentes no software).

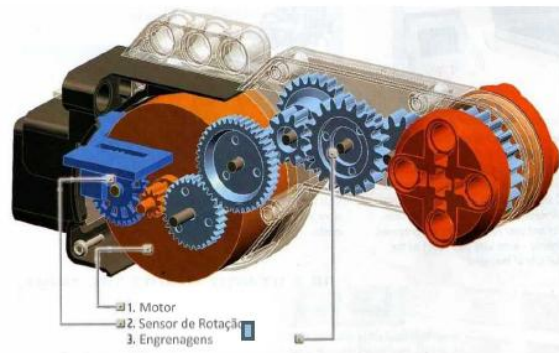


Figura 19 - Interior de um motor

6.3 Software

Existem várias maneiras de programar o robô. À semelhança do que acontece no mundo humano, várias pessoas falam línguas diferentes, os robôs podem “compreender” linguagens diferentes. A linguagem que vem definida de fábrica para o robô é o NXT-G.

6.3.1 NXT-G

NXT-G é um ambiente gráfico de desenvolvimento, fornecido com o kit NXT. Ele permite criar programas e é dirigido a pessoas como pouca experiência de programação, e, por essa razão, é muito fácil de usar.

A programação é feita com um simples arrastar e ligar (*drag and drop*) blocos de código, numa sequência de instruções, à semelhança da utilização dos tijolos da Lego. Diferentes blocos de código corresponde a diferentes funções, com eles é possível controlar os motores, os sensores, reproduzir sons e dominar o fluxo do código de acordo com o estado dos sensores.

O NXT-G também permite organizar o código de uma forma simples em MyBlocks – um grupo de blocos que podem ser chamados no programa principal, como se fosse um único bloco de código.

Quando o conjunto de instruções estiver pronto para ser testado, o NXT-G irá compilar e transfere-o para o NXT através de uma ligação por USB ou bluetooth.

Os programas criados no NXT-G podem e devem ser guardados no disco do computador em ficheiros.

A programação em NXT é muito intuitiva, razão que o torna no “companheiro” ideal para programadores inexperientes mas à medida que os conhecimentos vão aumentando, podem observar-se algumas desvantagens, entre elas enuncio

- O NXT-G não é adequado para programas grandes ou seja quando o programa tiver uma quantidade enorme de blocos e que ocupa mais que um écran;
- Regra geral as variáveis definidas pelo utilizador são um conceito de programação útil e muito comum. Embora o NXT suporte este conceito, a sua utilização é demasiado complexa.

- Os *arrays* ou vectores são estruturas geralmente do mesmo tamanho e tipo de dados e muito úteis para programadores. Contudo, não estão disponíveis no NXT-G. Alguns programadores mais avançados utilizam blocos adicionais para colmatar este inconveniente.
- O NXT-G suporta apenas valores numéricos do tipo inteiro.

Como referi anteriormente, a interface do NXT-G é muito intuitiva mas à medida que a destreza com a utilização da mesma aumenta e os alunos sabem exactamente o que fazer, começa a fazer sentido usarem uma outra linguagem e mais tarde ou mais cedo é isso que acontece.

6.3.2 RobotC¹⁴

É uma linguagem de programação para o robot NXT baseada em C. Apresenta-se como uma linguagem simples e de fácil utilização que permite aos alunos aprender a linguagem C. Nesta perspectiva o seu uso na aula é extremamente útil.

O IDE do RobotC foi desenvolvido e optimizado de forma a facilitar a aprendizagem. Muitos alunos aprenderam a programar usando o RobotC e são muitos os relatos de experiências com alunos que ao fim de noventa minutos conseguiam programar e executar o seu primeiro programa em C.

O RobotC foi desenvolvido pela Robotics Academy (RA), da Universidade de Carnegie Mellon, que é considerada uma das três universidades dos Estados Unidos que escolheu à robótica como área de investigação.

¹⁴ <http://www.robotc.net/>
<http://www.education.rec.ri.cmu.edu/>

A RA é líder no desenvolvimento de recursos destinados a alunos do ensino secundário na área da robótica educativa. Muitos desses recursos foram desenvolvidos para a utilização do RobotC, a sua maioria foram desenvolvidos em formato web e orientada para a aprendizagem individual.

Conceptualmente, programar em RoboC é a mesma da programação em NXT-G. O programa é escrito no computador, é compilado, usando o IDE do RobotC e de seguida faz o download para o robot, para ser executado.

Enquanto que o NXT-G é uma linguagem de programação gráfica - os blocos são arrastados e ligados, o RobotC é uma linguagem de programação *text-based* - os programas devem ser escritos em ficheiros de texto.

Tem a vantagem de detectar alguns erros de execução no computador, todos os valores internos usados (sensores, motores, variáveis definidas pelo programador...) podem ser mostrados no monitor.

6.3.3 Tecnologia NXJ¹⁵

Lejos NXT é um ambiente de programação em JAVA¹⁶ para o LEGO MINDSTORMS NXT® e que permite que se programe o robot NXT em JAVA.

Consiste em substituir o firmware do robot NXT de forma a incluir-lhe uma máquina virtual JAVA. O firmware anterior é apagado e substituído por este.

Contem uma biblioteca de classes JAVA que implementa a API (Application Programming Interface) lejos NXT

¹⁵ <http://lejos.sourceforge.net/> consultado em 10 de Setembro de 2008

¹⁶ <http://java.sun.com/>

6.3.4 A plataforma DROIDE MLP¹⁷

A plataforma Multi Linguagens para o Kit Lego® Mindstorms® NXT foi desenvolvida na Universidade da Madeira no âmbito do Projecto DROIDE. Esta plataforma foi desenvolvida com o objectivo de auxiliar na programação do robot da NXT da Lego Mindstorms®. Foram desenvolvidas um conjunto de classes que permitem programar com seis linguagens diferentes: JAVA, C++, C#, Prolog, Pascal e BV.NET

À semelhança do que acontece com outras plataformas, também com esta é necessário substituir o *firmware* do robot.

Do meu ponto de vista, a grande vantagem na utilização desta plataforma é a possibilidade de os alunos programarem nos editores que vulgarmente são usados nas disciplinas de programação nas Escolas.

¹⁷ http://dme.uma.pt/projects/droide/portal/index.php?option=com_docman&Itemid=24
consultado em 12 de Março de 2009

PARTE II – À procura de um suporte

Tal como referi anteriormente, iniciei este estudo sem um enquadramento teórico. Pressentindo que estava a iniciar uma caminhada árdua e penosa senti que necessitava de algo que servisse em simultâneo de sustento e guia.

Na procura desse suporte e na sequência de uma pesquisa na internet encontrei a seguinte frase:

“Activity theory and its concept of expansive learning are examined with the help of four questions: 1. Who are the subjects of learning? 2. Why do they learn? 3. What do they learn? 4. How do they learn?” Engeström (2001).

Senti que estas podiam perfeitamente ser as minhas questões de investigação. Coincidiam com as minhas preocupações enquanto professora e investigadora e poderiam conduzir-me na procura das respostas para o meu problema.

Iniciei a pesquisa com o objectivo de tentar perceber a sua origem. Na verdade, mal me apercebera que estava perante uma abordagem teórica envolta de alguma complexidade: a Teoria da Actividade (TA).

Mais tarde, e consequência de uma mudança inesperada e repentina na minha vida profissional, tive a oportunidade de participar nas reuniões de um grupo de investigação - onde estes conceitos são discutidos, reflectidos e questionados. Pude assim contactar mais de perto com os conceitos da TA.

Fui-me envolvendo com ela mas sempre com muitas dificuldades em perceber os seus conceitos. Porém, entendi que ela poderia ajudar-me a analisar a actividade do trabalho desenvolvido com os meus alunos em contexto de sala de aula e consequentemente compreender as suas aprendizagens. Foi esta a primeira concepção que guardei da TA - utiliza a actividade como unidade básica para o estudo das práticas humanas. O que as pessoas fazem reflecte-se na forma como interagem com o ambiente e nas suas acções.

Era exactamente o que eu queria analisar, a forma como eu, professora e os meus alunos interagimos no nosso ambiente natural e nas nossas acções com os robots.

Certa que a opção por esta perspectiva teórica me obrigaria a trilhar caminhos árduos e difíceis, sinto que é uma grande ousadia assumi-la já fase inicial do meu trabalho de investigação, justifico-a com a minha condição de investigadora principiante mas confiante que novas e desafiantes questões surgirão mesmo que acompanhadas de muitas dúvidas, inseguranças e incertezas mas que de certo me conduzirão a novas aprendizagens.

7 Conceito: Actividade

O conceito de actividade compreende o sistema completo da prática humana, o qual incorpora: participantes, relações de mediação e um ambiente particular em que decorre a actividade. Uma actividade é formada por um sujeito (ou grupo) que possui uma forma de agir tendo como alvo um objecto. A actividade aparece ligada a um motivo (Leont'ev, 1977). A motivação do sujeito está na transformação do objecto num resultado. Os objectos podem ser algo concreto - um projecto ou algo mais abstracto – uma ideia. Ferramentas de mediação, tais como os robots, são artefactos usados para auxiliar a transformação do objecto no resultado.

Leont'ev (1977) define actividade como *“a molar, not an additive unit of the life of the physical, material subject. In a narrower sense, that is, at the psychological level, it is a unit of life, mediated by psychic reflection, the real function of which is that it orients the subject in the objective world. (...) activity is not a reaction and not a totality of reactions but a system that has structure, its own internal transitions and transformations, its own development.”*

O estudo da actividade humana é crucial para a identificação de mudanças e contradições no contexto em que é desenvolvida essa mesma actividade.

A actividade descreve o que um indivíduo ou grupo de indivíduos tentam realizar e indica a direcção que eles devem seguir. Cada actividade contém acções. Estas são realizadas a fim de atingir determinadas metas que ajudarão o indivíduo a alcançar o produto da actividade. Sempre que uma acção é realizada, é analisada a situação com o objectivo de verificar se o objectivo foi atingido.

Kuutti (1995) considera que as actividades podem ter três níveis hierárquicos: actividade, acção e operação, que podem ser individuais ou cooperativos. Cada um dos quais pode corresponder “to motive, goal and conditions” (Kuutti, 1995). Uma actividade transformar-se numa acção. As acções são feitas de operações. Operações são comportamentos assumidos, respostas automáticas e espontâneas a determinada situação. Aprender a ler é um exemplo de uma actividade e nele podemos identificar as acções: conhecer as letras do alfabeto, conseguir juntá-las e aprender a sua fonética. Inicialmente, o esforço da criança é colocado no conhecimento das letras. Posteriormente, quando já conhecer as letras, irá juntar algumas delas e tentará reproduzir os sons dessa junção, até conseguir ler pequenas palavras, depois frases e mais tarde textos. A partir do momento que a criança o faz sem ter de pensar nas letras ou imaginar o som da junção das mesmas, ou seja, quando o faz de forma natural e automática a criança aprendeu a ler. Assim, aprender a ler deixa de ser uma actividade e passa a ser uma operação automática que será usada para realizar outras actividades.

Para Santos e Matos (2008) uma actividade particular distingue-se de outra pelos seus objectivos e motivos, identificando estas características como um contributo importante para os investigadores entenderem o desenvolvimento da actividade. Evidenciam que esta perspectiva permite aos investigadores identificar os elementos da actividade e afirmam que essa mesma actividade se desenvolve através de um processo dinâmico e transformativo.

8 Teoria da Actividade (TA)

A Teoria da Actividade (TA), também designada por Teoria da Actividade Histórico-Cultural desenvolveu-se nos anos 20/30, tendo como base as ideias de Vygotsky. Posteriormente, Leont'ev, que com ele trabalhou continuou o seu trabalho.

A TA permite-nos compreender os seres humanos, analisando a maneira como estruturam e desenvolvem a sua actividade, no seu dia-a-dia, na sua dimensão individual e social. Ou seja, a TA ilustra a forma como as acções e os processos são divididos e formados pela comunidade envolvida na realização de uma actividade específica. Segundo Waite (2005) a TA também explica *“how human knowledge and physical artifacts are refined and automated through a continual process of interaction and assessment”*(p. 1)

8.1 Gerações da TA

Engeström (1999b), um investigador que muito tem contribuído para o seu desenvolvimento, distingue três gerações da TA.

A primeira geração da TA teve a sua origem no conceito de mediação de Vygotsky (1978), que introduziu a ideia de que as interacções dos homens com o seu ambiente não são directas mas sim mediadas pelo uso de ferramentas e signos - artefactos de mediação - e que normalmente é representada pelo conjunto sujeito-objecto-artefactos de mediação (Figura 1).



Figura 20 – Modelo de mediação de Vygotsky

Engeström (2001) refere que a introdução do conceito de artefactos naquelas interacções foi revolucionária uma vez que o sujeito deixou de ter acesso directo ao objecto. O uso de artefactos envolveu uma propagação e acumulação de conhecimento social. Os objectos passaram a ser entidades para as quais a actividade passou a estar orientada. Porém, o facto de a unidade de análise se focar no indivíduo, os sujeitos construíam e viviam as suas intenções e desejos como objectos, foi identificado por Engeström com a limitação desta primeira geração.

A segunda geração da TA centrou-se em Leont'ev (1978), que desenvolveu a ideia da mediação social e cultural de Vygotsky num modelo em que a actividade humana passou a ser colectiva. *“Leont'ev explicated the crucial difference between an individual action and a collective activity”* (Engeström, 2001, p.134). Contudo, Leont'ev nunca expandiu graficamente o modelo de Vygotsky para um modelo de actividade colectiva. Inspirado nesta ideia, Engeström (2001) introduziu uma expansão ao modelo inicialmente proposto por Vygotsky, incorporando-lhe os aspectos da actividade humana, protagonizados por Leont'ev.

Este modelo (Figura 17) reflecte a natureza colectiva e colaborativa da actividade humana, tal como é apresentado por Engeström (2001)

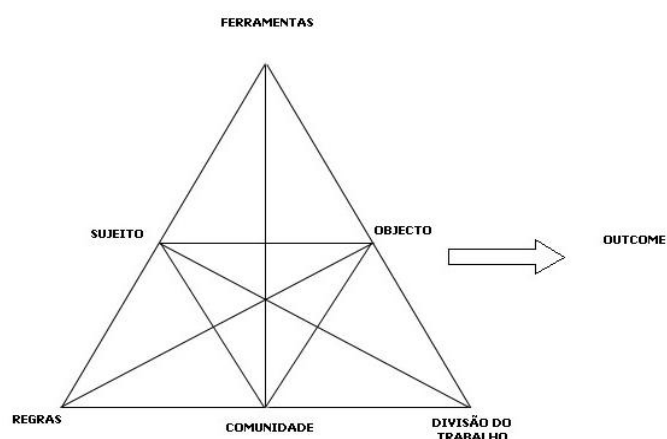


Figura 21 – Modelo de actividade (adaptado de Engeström, 2001, p. 135)

A parte superior do triângulo da Figura 2 representa as acções individuais e de grupo que se inserem no sistema de actividade colectivo. Este modelo triangular, que representa um sistema de actividade colectiva incorpora o sujeito, o objecto e a comunidade e ainda as regras, as ferramentas e a divisão do trabalho. A acção é individual mas a actividade é colectiva.

O sujeito retrata o indivíduo ou grupo de indivíduos sobre os quais recairá a análise.

O objecto reflecte o motivo e o propósito da natureza da actividade, é por assim dizer um projecto em construção, transformando-se de uma “matéria-prima” de excelente qualidade da actividade, num resultado – outcome.

As relações entre o sujeito e o objecto são mediadas pelo uso de ferramentas. Estas podem ser físicas, usadas para controlar ou manipular o objecto ou conceptuais, usadas para influenciar o comportamento quer do sujeito, quer do objecto.

A comunidade contextualiza social e culturalmente o ambiente onde o sujeito opera. Aqueles que partilham o mesmo objecto.

As regras realçam o facto de na comunidade haver lugar a regras e regulamentos que de uma forma ou de outra afectam as acções e interacções dentro do sistema de actividade. Estas regras podem ser implícitas ou explícitas, relações sociais com a comunidade. Por

exemplo, um Regulamento Interno de uma Escola ou então, normas culturais que a própria Escola e mesmo o trabalho dos alunos na sala de aula foram desenvolvendo ao longo dos tempos. Por vezes, existem pela sua necessidade na actividade.

A divisão do trabalho envolve a divisão de tarefas e regras e a alocação das responsabilidades pelos membros da comunidade. É a forma, implícita ou explícita, como a comunidade se organiza e necessária ao processo de transformação de um objecto num produto

A terceira geração surge da necessidade de “*develop conceptual tools to understand dialogue, multiple perspective and networks of interacting activity systems*”, (Engeström, 2001, p.135). É uma expansão do modelo da TA apresentado na segunda geração para incluir pelo menos dois sistemas de actividade interagindo.

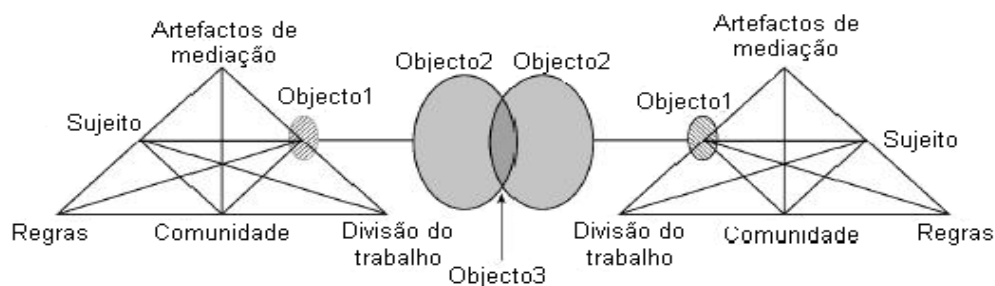


Figura 22 – Interação de dois sistemas de actividade (adaptado de Engeström, 2001, p. 136)

Segundo Engeström (2001) a interacção de dois, ou mais, sistemas de actividade possibilita o aparecimento de novos objectos “*the object moves from an initial state of unreflected, situationally given ‘raw material’ (object 1; e.g., a specific patient entering a physician’s office) to a collectively meaningful object constructed by the activity system (object 2, e.g., the patient constructed as a specimen of a biomedical disease category and thus as an instantiation of the general object of illness/health), and to a potentially shared or jointly constructed object (object 3; e.g., a collaboratively constructed understanding of the patient’s life situation and care plan)*” (Engeström, 2001, p.136).

Na Figura 19, o objecto move-se de um estado inicial precipitado, circunstancial – objecto1 - para um objecto com algum significado para o colectivo, construído pelo sistema de actividade – objecto2 – e posteriormente para um objecto criado colaborativa e conjuntamente resultado de uma partilha do mesmo.

Como o próprio Engeström refere *“the object of activity is a moving target, not reducible to conscious short-term goals”* (p. 136)

8.2 Princípios da TA

A fim de abreviar a TA, mais precisamente a terceira geração, Engeström (2001) identificou cinco princípios: i) sistema de actividade; ii) multivocidade; iii) historicidade; iv) papel das contradições; v) possibilidade de transformações expansivas nos sistemas de actividade.

Primeiro princípio - sistema de actividade como unidade de contextualização e análise

Segundo princípio - multivocidade dos sistemas de actividade. A existência de um conjunto de interesses, hábitos, várias perspectivas que são evidenciadas nos artefactos e regras.

Terceiro princípio - historicidade dos sistemas de actividade. Um sistema de actividade não é estático, é dinâmico, transforma-se ao longo do tempo. É nesta perspectiva que deve ser analisado e entendido.

Quarto princípio - Papel central das contradições como fontes de mudança e de desenvolvimento. As contradições geram perturbações e conflitos que devem ser ultrapassados.

Quinto princípio - Possibilidade de transformações expansivas nos sistemas de actividade

8.3 Mediação

Parece-me de todo importante fazer uma breve reflexão acerca do conceito de mediação. Como referi anteriormente, a ideia de mediação (1978) funcionou como uma ligação unificadora dos trabalhos de Vygotsky e Leont'ev. A mediação feita por ferramentas e signos não é uma ideia da psicologia. Esta percepção derrubou os “muros” que isolavam a mente individual da cultura e da sociedade. Tradicionalmente, era evidente a divisão entre as ciências sociais e a psicologia, o que criou a representação que o ser humano é controlado pela sociedade e por si próprio. Vygotsky, ao formular a sua ideia de mediação, teve alguma consciência das implicações que ela teria na noção de controlo. A esse propósito escreve:

“Because this auxiliary stimulus possesses the specific function of reverse action, it transforms the psychological operation to higher and qualitatively new forms and permits the humans, by the aid of extrinsic stimuli, to control their behavior from the outside” (Vygotsky, 1978, p. 52)

A ideia que Vygotsky expressa é que os seres humanos podem controlar o seu próprio comportamento pelo uso de artefactos de mediação. Esta sua perspectiva foi um ponto de partida para um estudo sério dos artefactos como elementos presentes na actividade humana.

9 Aprendizagem

"Aprender (...) não significa adquirir mais informação, mas expandir a capacidade de produzir os resultados que verdadeiramente desejamos na vida".

The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization (Doubleday, New York, 1990), p.142.

9.1 Sobre a noção de ‘aprender’...

Uma ideia que sinto necessidade de perscrutar é a de aprendizagem. Talvez devesse começar por fazer uma revisão da literatura sobre teorias de aprendizagem mas sinto maior necessidade de reflectir acerca do meu conceito de aprender (e aqui conto com os desenvolvimentos teóricos de diversos autores) e as suas implicações na minha sala de aula.

Esta minha ideia de aprender encontra alguma inspiração no trabalho de Papert e naquela que muitos formulam como uma teoria de aprendizagem: o construccionismo.

9.2 Construccionismo - aprender com Papert

"Constructionism is built on the assumption that children will do best by finding ("fishing") for themselves the specific knowledge they need. Organized or informal education can help most by making sure they are supported morally, psychologically, materially, and intellectually in their efforts."

(Papert, 1993, p.139)

O construccionismo teve as suas origens nos anos 60, num grupo do MIT dirigido por Papert. O construccionismo baseia-se na ideia de que os alunos aprendem melhor quando são envolvidos na construção de objectos ou artefactos nos quais notam algum significado.

Pensando com as palavras de Papert (1993), o construccionismo baseia-se na ideia de "aprender a aprender" e na importância de “construir coisas” no processo de aprendizagem. De acordo com o autor, a importância da aprendizagem reside na forma como os alunos se envolvem na interacção com os artefactos e como essa interacção impulsiona as aprendizagens auto-dirigidas e que facilitam a construção de novos conhecimentos (1993).

Segundo Resnick (2002) a robótica constitui uma ferramenta poderosa que suporta novas formas de pensamento e de aprendizagem, promovendo o envolvimento dos alunos na construção de projectos significativos.

Aprender não se resume a aquisição de informação ou à apresentação a outros de ideias e valores mas em encontrar a sua própria voz e a partilha e discussão das suas ideias com os outros.

O conhecimento é construído activamente pelos alunos na sua interacção com o mundo e que é necessário oferecer aos alunos tarefas do tipo *hands-on* que os estimulem num processo construtivo (1993).

Psicólogos e pedagogos como Papert (1980), Piaget (1967), Freire (1995) pedem-nos que façamos uma introspecção acerca de como i) repensar a educação; ii) imaginar novos ambientes e iii) colocar novos instrumentos, meios de comunicação e tecnologias ao serviço dos alunos.

Papert (1991) salienta a importância de ferramentas, meios e contextos no desenvolvimento humano.

Segundo Papert (1991) *“building knowledge structures” through progressive internalization of actions... It then adds the idea that this happens especially felicitously in a context where the learner is consciously engaged in constructing a public entity, whether it’s a sand castle on the beach or a theory of the universe (p.1)*

Dada a ênfase que coloca no "aprender, fazendo", a abordagem de Papert (2000) ajuda-nos a compreender que quando as ideias são expressas através de diferentes meios de comunicação, quando realizadas em contextos particulares, quando trabalhadas de forma crítica, pelo próprio aluno, elas formam-se e transformam-se. A ênfase está na relação que o aluno estabelece com as suas próprias ideias e os artefactos - *“objects-to-think with”*.

Para Papert (2000) a chave da aprendizagem reside na forma como expressamos as nossas ideias, tornando-as tangíveis e partilhando-as com outros. O simples facto de

explorar um desafio ou uma situação desconhecida mesmo que não consiga, no final, concretizá-la é também um aspecto crucial para a aprendizagem. Só depois de o aluno ter “mergulhado” naquele mar desconhecido, consegue dialogar e falar sobre ele com algum conhecimento. O que é importante aprender não é dar respostas certas ou erradas, o importante é aprender a resolver problemas.

A aprendizagem é um processo interactivo entre os alunos e as ferramentas mediadoras que suportam as suas preocupações.

Se olharmos a criança como um construtor, escreve Papert (1980) estamos no caminho de uma resposta. E, como qualquer outro construtor, a criança necessita de matéria-prima para a construção do seu conhecimento.

O que aprendemos sobre aprendizagem tem necessariamente implicações na forma como conceptualizamos a ideia de ensino. É urgente uma profunda mudança do paradigma de ensino: é necessário desviar o foco da transmissão de informação, para o desenvolvimento de competências pelos alunos, passando a ser estes os principais responsáveis (e responsabilizados) pelo seu processo de aprendizagem, cabendo ao professor a tarefa de facilitar e orientar essa aprendizagem. Esta forma de estar do professor gera, necessariamente, a necessidade de reequacionar o conjunto de actividades pedagógicas, definir objectivos, estabelecer tarefas e, sobretudo, implementar novos procedimentos que sejam suficientemente motivadores e ajudem a implementar experiências inovadoras e desafiadoras.

E o professor? Neste contexto, o professor é o condutor da aprendizagem, é o professor que tem um papel central a criar condições que levem os alunos a aprender, sugerindo projectos, integrando simulações de problemas e situações do dia-a-dia. No desenvolvimento destes projectos, os alunos a adquirem competências que não só se resumem ao saber, ao saber fazer, ao desenvolvimento da actividade cognitiva mas também ao saber ser, estar e comunicar. Acima de tudo que promovam a criatividade e a inovação.

9.3 A arte de ensinar ... ou a arte de aprender

Vimos anteriormente alguns estudos que abordaram a utilização dos robots na sala de aula como mediadores da aprendizagem dos alunos. Contudo, e apesar de muitos desses estudos apoiarem a sua componente teórica no construcionismo de Papert, muitos deles enfatizam muito mais o acto de ensinar do que o acto de aprender. É ao professor que cabe preparar as tarefas, preparar as propostas de trabalho e até fazer os testes para avaliar as aprendizagens. Não pretendo de forma alguma menosprezar estes trabalhos de investigação, vejo-os como um ponto de partida para uma reflexão mais profunda sobre a forma como os robots podem ser usados como mediadores da aprendizagem e sobre como podem ajudar no papel social da Escola. Por outro lado, muitos destes estudos realizaram-se em salas de aula onde se acompanham as práticas de professores ou as suas próprias práticas. Práticas, estas que têm sempre como objectivo a concretização do programa da disciplina.

Também eu comecei assim. Recordo as minhas primeiras aulas, leccionava Programação. Como professora responsável, fazia o que grande parte dos professores fazem, preparava todas as aulas ao minuto, “inventava” os exercícios que, segundo a minha perspectiva eram os mais interessantes e, convicta das minhas premissas lá ia para a aula, a acreditar que aquela iria ser melhor que a anterior. Mas nada corria como eu planeava. Os alunos tinham enormes dificuldades em perceber o que eu, com tanto esforço, lhes queria dizer. Num ápice todo o trabalho de preparação das aulas se transformava num conjunto de conceitos demasiado complexos e abstractos para que os alunos os compreendessem. Era deveras complicado fazer com que eles entendessem, por exemplo, a noção de algoritmo, era isso que o programa dizia que eu tinha que ensinar. Procurei várias definições, em vários livros, dei-lhes imensos exemplos práticos, coisas que eu considerava simples mas que para eles eram imperceptíveis – nem sequer os cativava e rapidamente me ignoravam e conversavam com o colega do lado. Um dia um dos meninos, o Pedro, apareceu com uma crista no cabelo. Passou a ser o tema da conversa. Pensei... se a conversa seria mesmo pelo penteado ou se apenas

para, mais uma vez, fugirem à minha nova definição de algoritmo. Percebi que todos se mostravam muito intrigados relativamente à forma como o Pedro tinha feito o penteado. E de repente pensei que seria o exemplo que procurava para lhes fazer perceber a noção de algoritmo. Pedi ao Pedro para vir ao quadro e, passo a passo, explicar como tinha feito a crista. Colocando sempre questões e problemas às explicações que o Pedro ia apresentando até chegar à compreensão do conceito.

Este exemplo serve exactamente para perceber que é importante pensar em desafios concretos que envolvam os alunos, que lhes desperte o interesse e os motive. Não basta encontrar “os exercícios” é preciso envolvê-los em contextos, encontrar exemplos da vida real que aliciem os alunos a participar de forma activa no processo de aprendizagem.

Este e outros episódios levaram-me a assumir uma postura muito crítica relativa ao meu acto de ensinar e assumo peremptoriamente que eu não os ensino, nem lhes apresento conceitos, são os alunos que aprendem e definem a forma como o fazem.

As práticas da aula de AP-Robots são consequência de um processo de reflexão e da minha necessidade de proporcionar aos alunos um ambiente onde eles aprendam de forma activa e estimulante para ambos.

Na verdade, na AP-Robots não há um programa a cumprir, há apenas um conjunto de orientações. Por vezes, no final do ano lectivo, o cumprimento do programa (leia-se, o tratamento, em aula, dos temas incluídos no programa) incute no professor a sensação do dever cumprido, todo o programa foi explorado, os alunos aprenderam o que havia sido estipulado que aprendessem e mais um ano se passou na vida da Escola. Durante anos, fui Delegada de Grupo Disciplinar, depois com a nova legislação Coordenadora de Departamento mas o balanço final foi sempre o mesmo: os programas foram cumpridos, os objectivos atingidos, as competências adquiridas e todas as outras “praxes” que venham a ser implementadas. A avaliação na Escola faz-se da análise do cumprimento dos programas, das classificações dos exames e pouco mais. Há 13 anos, o relatório para a UNESCO da Comissão internacional sobre Educação para o século XXI (1996) referia “*a educação deve organizar-se em torno de quatro aprendizagens*

fundamentais que, ao longo de toda a vida, serão de algum modo para cada indivíduo, os pilares do conhecimento: aprender a conhecer, isto é adquirir os instrumentos da compreensão; aprender a fazer, para poder agir sobre o meio envolvente; aprender a viver juntos, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as actividades humanas; finalmente aprender a ser, via essencial que integra as três precedentes”, (p.89).

Resnick (2002) afirma

“learning is not a simple matter of information transmission. Teachers cannot simply pour information into the heads of learners; rather, learning is an active process in which people construct new understandings of the world around them through active exploration, experimentation, discussion, and reflection.” (p.33).

Quais foram as mudanças? Acredito que no meu tempo de estudante do secundário o balanço fosse feito da mesma forma. Aliás, não me restam dúvidas. A grande preocupação dos meus professores foi sempre o cumprimento do programa. Por todos tenho um grande respeito mas recordo principalmente aqueles que me faziam pensar, que me deram a oportunidade de “voar” na maravilhosa viagem de aprender. Tirámos os estrados, “criámos” os 4 pilares, levámos os computadores para a sala de aula, os projectores, os quadros interactivos e todas as inovações tecnológicas e continuamos a acreditar que ano após ano, chegamos ao fim com a sensação de realização, porque os programas foram cumpridos e os alunos tiveram boas classificações nos exames. E paralelamente a isto qual a postura dos alunos. A minha percepção é que continuam a querer, eles próprios, repor o estrado para que os professores cumpram o seu papel de “ensinar”. Porque continuamos nós professores a querer ensinar, em vez de dar condições para que os nossos alunos aprendam. Recordo uma pergunta que Papert (1996) colocou: “*why is there no Word in English for the art of learning?*” (p. 9). Será que a sua grande preocupação era mesmo encontrar nomes para os actos dos professores ou seria antes a necessidade que teve de nos fazer pensar que é tempo de nós, professores deixarmos de usar o construccionismo apenas nos trabalhos de investigação e o pratiquemos?

9.4 A TA e a aprendizagem

Pelo que foi referido acerca dos trabalhos de Engeström (1987, 2001) penso poder afirmar que eles fornecem uma base para analisar a aprendizagem dos grupos de trabalho da minha sala de aula.

Engeström (2001) utiliza a teoria da actividade para analisar as práticas de trabalho – sistemas de actividade – que suportam estruturas sociais nas quais os indivíduos aprendem e trabalham em conjunto. Os resultados da aprendizagem podem não ser explícitos, permanecendo como um efeito secundário que passa despercebido.

Posso enunciar dois elementos que a TA oferece e que permitem analisar a aprendizagem num grupo de trabalho. A TA é:

- a) contextual - está orientada para a compreensão de práticas locais historicamente específicas, pelos seus objectivos, pelos seus artefactos de mediação e pela sua organização social;
- b) uma teoria de desenvolvimento que procura explicar e influenciar a evolução qualitativa das práticas humanas no tempo.

A actividade do grupo é movida por um interesse comum, que constitui o objecto da actividade. Este objecto deve, por sua vez, ser entendido como um projecto em construção que passa do estado de "matéria-prima" latente a uma forma com sentido, e depois a resultado ou produto. A aprendizagem num grupo de trabalho pode ter uma duração limitada. Neste caso concreto, o grupo de alunos que colabora na execução de um dado projecto não constitui um grupo de trabalho estável e a sua composição pode alterar-se continuamente. No entanto, segundo (Engeström, 1999b) essa composição reproduz sempre o mesmo modelo de base. Engeström (2005) admite o carácter temporário de grupos de trabalho e propõe o conceito de *knotworking* (trabalho nodular) para dar conta do carácter inovador e criativo da aprendizagem em equipa. Cada grupo de trabalho é criado com o objectivo de executar uma determinada tarefa, num prazo

claramente definido. O *knotworking* sugere um processo longitudinal no qual os "nódulos" são formados, dissolvidos e reformados. A noção de nódulo aplicada à estrutura do trabalho cooperativo evoca uma organização rápida, distribuída e, em parte, improvisada. Engeström (2005) sugere que o próprio nódulo constitua o centro da atenção.

Durante todo este processo, pode ocorrer uma aprendizagem "expansiva". A aprendizagem expansiva é um processo dialéctico no qual determinadas contradições provocam tensões dentro do sistema de actividade, provocando uma transformação. As contradições funcionam como pontos de partida e como fontes de energia para o desenvolvimento. Como refere Engeström (1999a, 2001), a aprendizagem expansiva inicia-se quando algumas pessoas põem em causa as práticas habitualmente aceites, transformando-se progressivamente num movimento colectivo. O modelo de sistema de actividade desenvolvido por Engeström (1987), representado na Figura 21, permite descrever as acções que ocorrem num grupo de trabalho. Este modelo fornece uma imagem global e um entendimento geral do processo cooperativo de construção dos conhecimentos e das suas relações e pode ajudar a efectuar uma descrição pormenorizada dos sistemas.

A actividade humana pode ser descrita como um sistema interdependente constituído por diversos elementos: pessoas, instrumentos, regras, comunidade e divisão do trabalho (Engeström, 1987).

Um ciclo de aprendizagem expansiva compreende sete passos que podem ser descritos na Figura que se segue:

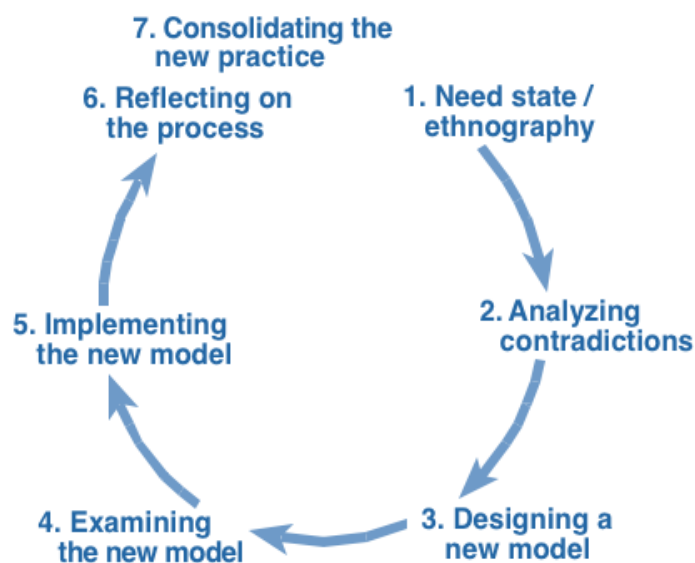


Figura 23 – Passos a seguir num ciclo de aprendizagem expansiva
(Engeström, 2001, p. 152)

Os passos 1 e 2 - análise etnográfica da situação actual consistem na análise das situações problemáticas da actividade actual, ou seja, analisar as causas sistémicas e históricas dos problemas identificados e identificar e modelar as contradições internas da estrutura sistémica que estão a causar aqueles problemas no sistema de actividade;

Os passo 3 e 4 - transformar o modelo consistem na representação da estrutura sistémica da actividade, a fim de encontrar uma nova forma para a actividade que resolva, de forma expansiva, as incompatibilidades internas entre os seus componentes. Encontrar uma nova interpretação da finalidade da actividade (objecto) e uma nova lógica de organização do mesmo - criar um novo modelo de actividade

Os passos 5 - implementar um novo modelo de actividade passa por concretizar e testar o novo modelo (por exemplo, que mudanças vamos experimentar no próximo mês? Os primeiros passos que vamos pôr em prática, descobrir os próximos passos). Começar a transformar a prática, concebendo e implementando novas ferramentas e novas soluções

Os passos 6 e 7 consistem em reflectir sobre a nova prática, consolidando-a, e espalhando-a/disseminando-a. Explicar a outros o que aprendemos ajudar a reflectir sobre a nossa prática.

A aprendizagem expansiva *“refers to processes in which an activity system resolves its pressing internal contradictions by constructing and implementing a qualitatively new way of functioning for itself”* (Engeström, 2001)

Podemos afirmar que no presente estudo a aprendizagem expansiva necessária é gerada pela introdução de robots na sala de aula e pode ser caracterizada com a ajuda de três características principais:

- É uma aprendizagem transformativa – o uso do robot na actividade da aula enfatiza as acções – a construção e a programação do robot – dando visibilidade a novas formas de aprender no contexto da sala de aula
- É uma aprendizagem dialógica – a partilha e discussão dos problemas entre os pares e os restantes elementos do grupo permite-lhes aprender – através do diálogo e da reflexão conjunta
- É uma aprendizagem invisível – à medida que vão construindo, programando e (re)construindo, cada aluno constrói um caminho que é por ele sentido e vivido mas que é pouco perceptível para os restantes

A construção dos robots com características e as novas funcionalidades que os alunos podem acrescentar, pode conduzir à implementação daquelas características e consequentemente à descoberta de novos conceitos e novas práticas de trabalho.

Edwards, Ranson & Strain (2002) referem-se a aprendizagem

“as the transformation of understanding, identity and agency”

e discutem o termo *identity*

“as involving a developing awareness, which results in a growing understanding of customary practice, leading to reflexive social and self-questioning and the transformation of “habitus””.

Eles insistem que a capacidade para colocar hipóteses e assunções subjacentes às práticas

“should engender the potential for individuals and communities to (en)counter the trajectories of their lives to enhance their capabilities (...) not simply to adapt to the (dis)locations of the contemporary condition, but also to engage with them”. (p.532)

Engeström(1987) indicou novas formas de aprendizagem - a aprendizagem ocasional – que consiste *“of non-conscious learning operations”* inseridas nas práticas diárias do trabalho em grupo e diferencia-as das *“specialised forms that transmission of knowledge and experience brings about – conscious learning actions”*.

Com isto quer dizer que a aprendizagem é a construção de novas estruturas de actividade – que incluem novos objectos, instrumentos... - decorrente das acções que são consequência das contradições da actividade anterior. Relativamente a esta nova forma de aprendizagem FitzSimons (2003) refere *“learning activity is mastery of expansive form actions to a new activity”*.

Neste capítulo comecei por discutir o conceito de actividade como uma unidade básica para analisar as práticas humanas. A actividade ou “o que as pessoas fazem” é reflectida através de acções que evidenciam como as pessoas interagem com o seu ambiente.

De seguida, fiz uma abordagem à Teoria da Actividade fazendo notar que as suas ideias fornecem um quadro teórico sólido para descrever a actividade humana no seu contexto. Como observou Engeström (1993), a TA não oferece técnicas nem procedimentos “ready-made” para a investigação. Em vez disso, a TA fornece ferramentas conceptuais que devem ser aplicadas de acordo com a natureza e as especificidades da actividade em análise.

Portanto, a TA permite-nos entender os aspectos individuais e colectivos das práticas humanas numa perspectiva histórica e cultural, mediante o conjunto de princípios básicos (discutidos na secção 8.2) para ajudar a conceptualizar os seguintes pontos-

chave que identifique cruciais para este estudo: i) o desenvolvimento da actividade; ii) os motivos dos sujeitos envolvidos na actividade; iii) as questões que envolvem o desenvolvimento e a utilização dos robots – ferramentas de apoio à actividade.

Na última parte deste capítulo centrei-me nas questões da aprendizagem. Discuti a aprendizagem na perspectiva de Papert (1991) – o “aprender a aprender” e a importância da “construção de coisas” evidenciando a ideia “hands-on”. Debati a aprendizagem como um processo activo no qual os alunos constroem saberes e conhecimentos do mundo que os rodeia através da exploração, experimentação, discussão e reflexão.

Por outro lado, espelhei uma outra ideia de aprendizagem – a aprendizagem expansiva que acontece quando os alunos põem em causa as práticas habitualmente aceites, transformando-as progressivamente num movimento colectivo e cujos resultados não são explícitos, nem mensuráveis. A aprendizagem expansiva resulta de uma maior compreensão da prática usual, exigindo reflexão, auto-questionamento e transformação daquele usual.

Emerge desta reflexão as semelhanças encontradas nestas duas perspectivas: i) a aprendizagem como um processo activo e consequência dum constante questionamento, reflexão que conduzem os alunos a novas descobertas; ii) a aprendizagem centrada no aluno, é ele quem aprende, ambas rejeitam a imagem de um ser detentor do saber, de um ser transmissor de conhecimento.

Parte III – Enquadramento metodológico

Este capítulo descreve a opção metodológica que utilizei neste estudo que se relaciona directamente com o objecto do estudo e com o quadro teórico escolhido. Refere ainda a forma como os dados foram recolhidos e posteriormente analisados e procura descrever o objecto de estudo, ou seja descreve todo o sistema de actividade dos alunos na sala de aula, mediado pelos robots.

10 Natureza do estudo

Tal como referi no primeiro capítulo, este estudo tem como principal objectivo descrever, analisar e compreender como poderá a robótica ser usada como veículo de aprendizagem. Não foi meu objectivo enunciar e provar hipóteses mas sim analisar, reflectir e compreender as potencialidades do uso de robots na sala de aula como mediadores do processo de aprendizagem, focando-me especialmente nas aprendizagens dos alunos e na forma como eu, professora, lhes proporciono um terreno fértil para que eles aprendam.

Pelos objectivos referidos, este estudo tem uma natureza interpretativa orientando-se para a recolha e análise de dados qualitativos. Durante um determinado período de tempo existiu uma grande interacção entre o investigador, também professor e sujeito que com os outros sujeitos - os alunos, elementos da mesma comunidade - partilharam experiências, receios, sucessos e emoções.

A este propósito Bogdan & Biklen (1994) referem que

“os investigadores qualitativos tentam interagir com os seus sujeitos de forma natural, não intrusiva e não ameaçadora. (...) Como os investigadores qualitativos estão interessados no modo como as pessoas normalmente se comportam e pensam nos seus ambientes naturais, tentam agir de modo a que as actividades que ocorrem na sua presença não difiram significativamente daquilo que se passa na sua ausência” (p 68).

Foi inicialmente concebido um plano para responder às questões da investigação atrás enunciadas que permitiu aos alunos uma aproximação à tecnologia. Inicialmente, foi disponibilizado um conjunto de desafios e as questões mais comuns relacionadas com as situações apresentadas. À medida que os alunos procuravam a ou as soluções, novas questões foram surgindo. Assim sendo, pretendeu-se em simultâneo despertar no aluno a curiosidade e a consequente colocação de hipóteses para serem testadas e que levavam ou não à solução, importando acima de tudo fazer emergir uma posição crítica, activa e reflexiva na resolução dos desafios.

Para os objectivos do meu estudo, entendi que era relevante desenvolver uma dimensão empírica recolhendo e analisando dados que me permitissem fazer sentido dos desenvolvimentos que fui fazendo no campo teórico e, por outro lado, que me permitissem também ‘ver em acção’ alguns dos conceitos que mais centralmente informaram o estudo. Assim, decidi definir como campo empírico do meu estudo, a actividade de uma turma de 12º ano que eu leccionava na minha Escola no espaço da Área de Projecto

É importante referir que em toda a investigação tive uma grande dificuldade em personificar ambas as funções: a de professora e a de investigadora. A minha postura na sala de aula obriga-me a assumir um papel demasiado exigente e eu própria sinto necessidade de me envolver demasiado nos projectos.

A parte empírica deste estudo decorreu durante o ano lectivo 2008/2009 numa Escola secundária, situada no centro da cidade de Lisboa. Todos os alunos residiam na área circundante à Escola.

O estudo foi desenvolvido no contexto da análise das práticas de trabalho na sala de aula de Área de Projecto (AP-Robots), com um grupo de dezasseis alunos com idades compreendidas entre os 17 e os 19 anos, a frequentar o 12º ano, do Curso de Ciências e Tecnologias.

Apesar de observar o conjunto dos alunos de toda a turma, a análise do desenvolvimento dos projectos foi feita apenas em dois grupos. Como alguns alunos não tinham a autorização dos respectivos encarregados de educação para participar na

investigação, optei por não os incluir na observação e este acabou por ser um critério na não escolha dos alunos. A escolha dos grupos foi aleatória.

Dos dezasseis alunos que constituíam a turma, quinze eram do sexo masculino e apenas um do sexo feminino. A selecção da turma justifica-se na medida em que como no ano lectivo da realização deste estudo, tinha apenas uma turma de Área de Projecto e como queria que a dimensão empírica da investigação fosse feita nessa altura, com os meus alunos, na minha sala de aula, a decisão estava implicitamente tomada.

A Área de Projecto na Escola funciona como uma disciplina de opção. Os departamentos que pretendem, oferecem uma Área de Projecto. No acto de matrícula, os alunos escolhem três opções e é feita uma seriação de acordo com o número de vagas e essas opções. Sempre que possível o aluno será inscrito na primeira opção. Contudo, por vários motivos, que não são relevantes para este estudo, nem sempre isso se verifica. Dos 16 alunos inscritos, apenas 4 não tinham escolhido AP-Robots como primeira opção.

Do vivido que experimentei ao introduzir os robots na sala de aula, vivenciar a forma como os alunos se apropriam deles para aprender e dialogar a respeito da Escola, surge este trabalho de investigação como proposta de pesquisa delimitada de Setembro de 2008 a Fevereiro de 2009.

No início da investigação expliquei aos meus alunos as minhas intenções e objectivos, relativamente ao trabalho de investigação que conduzia e expliquei-lhes esse trabalho em detalhe: queria perceber como é que eles aprendem com os robots e o que é que eles são capazes de ensinar aos robots. Será que serão capazes de lhes ensinar algo?

Os alunos aceitaram sem quaisquer reservas. Talvez não tenham percebido exactamente quais eram os meus objectivos daí no início sentir alguma preocupação da parte deles relativa à sua postura na aula, questionavam-me acerca do que era suposto fazerem para ajudar na investigação, o que é que eu queria que fizessem, enfim um conjunto de questões que me deixaram um pouco apreensiva, pois o ambiente na aula estava diferente do habitualmente vivido. Porém, esta preocupação desaparecer, à medida que os alunos iniciaram a actividade.

Antes de proceder à recolha de dados tive o cuidado de explicar e pedir autorização à Presidente do Conselho Directivo da Escola as minhas intenções, primeiro oralmente e consequência desta autorização oral, reiterei o pedido por escrito.

Informei as Directoras de Turma de ambas as turmas dos objectivos da minha investigação e das diligências que havido feito junto da Presidente do Conselho Executivo. Informaram-me que nessa semana estava agendada uma reunião com os encarregados de educação e concluímos que seria importante ser eu a informar os respectivos encarregados de educação, pessoalmente. Procedi como havia combinado mas constatei que nem todos os pais estavam presentes pelo que decidi enviar um pedido por escrito, assinado por mim, pelas respectivas Directoras de Turma e pela Presidente do Conselho Executivo (Anexo 1).

Nem todos os encarregados de educação devolveram a autorização devidamente assinada. Por este motivo optei por fazer os registos de vídeo de 2 grupos de alunos, o Grupo 1, constituído pelos alunos André, Carlos e Pedro e o Grupo II do qual faziam parte a Filipa, o João, o Miguel e o Victor.

Os instrumentos de recolha de dados que utilizei foram a observação participante, análise documental (relatórios escritos dos alunos – com algumas questões orientadoras), pequenos registos de vídeo e algumas das imensas conversas informais que sempre existiram entre mim e os alunos e que tive a preocupação de registar. Incluí ainda, no material em análise, um vídeo de um seminário feito pelos alunos para partilha do trabalho por eles desenvolvido com os robots.

Observação directa - ao longo do processo de recolha de dados fui organizando e registando o que considerava relevante das conversas que havia tido com os alunos, assim como os problemas que iam surgindo ao longo das várias fases do desenvolvimento do projecto. À medida que ia fazendo este registo, ia tentando perceber e antever algumas questões e situações problema que me evidenciassem a evolução do trabalho dos alunos. As imensas conversas que fui tendo com os alunos ao longo de todo o processo foram sendo registadas e em simultâneo foram dando forma à investigação. Também me deu a possibilidade de conhecer melhor os alunos, as suas

preocupações, as suas dúvidas, os seus sucessos, ia desenhando a investigação e dando forma ao sistema de actividade da sala de aula.

Registo em vídeo - tentei registar em vídeo algumas aulas que considerava fundamentais para perceber a dinâmica do grupo, a abordagem que os vários alunos faziam aos problemas, as discussões que tinham. Porém, os alunos deixaram transparecer algum desconforto com a situação e apesar de considerar que seria muito interessante para a investigação, optei por não o fazer. Para compensar esta situação pedi aos grupos que fizessem um registo diário com as suas reflexões acerca da evolução do seu trabalho onde constassem as descobertas, os sucessos e o caminho percorrido para os alcançar, os problemas e a discussão de possíveis soluções.

Propus aos alunos a apresentação do seu trabalho numa sessão pública no auditório da Escola, que seria numa data posterior à previamente estipulada para a finalização do projecto. O grupo 2 achou muito interessante e gostou da ideia. Tinham participado em algo semelhante na disciplina de Matemática. O grupo 1 não rejeitou a ideia mas não posso afirmar que a mesma lhes provocou uma grande euforia. Associo esta sua postura à sua timidez. Mas o seminário realizou-se e a sessão foi gravada em vídeo que também considerei como dados para análise.

Documentos produzidos pelos alunos – faz parte das regras da disciplina a elaboração de relatórios individuais onde cada aluno deve reflectir acerca da sua participação no projecto. Usei esses relatórios como instrumentos de recolha de dados.

Os ficheiros dos programas também constituíram o conjunto de instrumentos. O último relatório tinha algumas questões orientadoras que também foram alvo de análise. Assim como, os ficheiros em PowerPoint que os alunos apresentaram no seminário.

Os dados recolhidos com os instrumentos referidos constituíram o meu objecto de análise.

A minha primeira tarefa foi transcrever todos os registos em vídeos. Depois disto reli todos os dados, de forma a reviver todas as situações e a adquirir uma ideia global dos dados, em simultâneo tentei encontrar categorias que me ajudassem a deixar de olhar

para os dados como um todo e que me permitisse olhar para partes mais pequenas mas com algum sentido para a investigação.

Uma primeira leitura dos dados permitiu-me clarificar o sistema de actividade do trabalho dos alunos na sala de aula e completar a descrição que havia feito durante o tempo de observação.

Depois de definir o sistema de actividade da sala de aula e tendo em conta os pontos-chave identificados (c.f.) como cruciais para este estudo: i) o desenvolvimento da actividade; ii) os motivos dos sujeitos envolvidos na actividade; iii) as questões que envolvem o desenvolvimento e a utilização dos robots – ferramentas de apoio à actividade, decidi analisar os dados orientada por cada ponto-chave.

11 Os robots na Escola

Podemos ver a AP-Robots como um sistema de actividade com uma história e uma cultura em construção. Stenhouse (1967, citado por Bishop, 1988) explicou a ideia de cultura como *“a complex of shared understandings which serves as a medium through which individual human minds interact in communication with one another”*. (p. 5). Engeström (1999b) acrescenta que nestas interacções é necessário ter em conta os artefactos mediadores.

Desde a entrada dos robots na Escola que a sala de aula de AP-Robots tem vindo a sofrer alterações. O próprio aparecimento da disciplina, as regras a ela subjacentes, as convenções, a forma como os alunos usam os robots e todo um conjunto de materiais necessários são importantes para compreender aquele sistema. Sinto por isso a necessidade de fazer uma breve descrição histórica do trabalho anterior. Esta descrição não tem outro objectivo senão o de contextualizar o leitor no tempo e no espaço.

O meu trabalho com robots na sala de aula teve início no ano lectivo de 2006/2007 com a participação da Escola no projecto “À descoberta dos robots e dos agentes inteligentes”, criado pelo Departamento de Informática da Universidade de Lisboa

(DIFCUL). O DIFCUL convidou para parceiros daquele projecto algumas Escolas secundárias de Lisboa, entre elas a Escola a que pertença. Este projecto foi financiado pelo Programa Ciência Viva e o principal objectivo era “a realização de um conjunto de actividades experimentais na área da informática, que permitisse proporcionar às Escolas secundárias parceiras o contacto com a ciência e a tecnologia realizada pelos diversos grupos de investigação do DIFCUL” (cienciviva.di.fc.ul.pt).

Cada Escola recebeu quatro kits de robots (NXT Lego Mindstorms), um computador portátil e duas caixas de peças extra.

11.1 A Área de Projecto

A Área de Projecto (AP) surge, no mesmo ano lectivo, com a publicação do decreto-lei nº 74/2004, relativo à reforma curricular do Ensino Secundário. Neste contexto apresenta-se como uma área curricular – está integrada no currículo - não disciplinar – não tem um programa no sentido mais usual do termo, com conteúdos científicos específicos. De acordo com o documento que contem as orientações para a AP dos Cursos Científico-Humanísticos, pretende-se que os alunos desenvolvam aprendizagens essenciais “enquadradas por grandes **finalidades** a atingir e por **competências** a desenvolver no domínio da educação/formação prescritas para o ensino secundário” (Ministério da Educação, 2003)

No referido documento foi enunciado um conjunto de finalidades e competências que devem ser desenvolvidas pelos alunos e que transcrevo:

Finalidades:

- promover uma cultura de liberdade, participação, reflexão, qualidade e avaliação que realce a responsabilidade de cada um nos processos de mudança pessoal e social;

- desenvolver atitudes de responsabilização pessoal e social dos alunos na constituição dos seus itinerários e projectos de vida, sob uma perspectiva de formação para a cidadania participada, para a aprendizagem ao longo da vida e para a promoção de um espírito empreendedor; e
- promover a orientação Escolar e profissional dos alunos, relacionando os projectos desenvolvidos com os seus contextos sociais e, em particular, com os contextos de trabalho e as saídas profissionais.

Competências:

- conceber e desenvolver experiências concretas, de qualidade, relacionadas com as suas áreas de interesse pessoal e/ou vocacional;
- utilizar a metodologia do trabalho de projecto – recolhendo, analisando, seleccionando informação, resolvendo problemas, tomando decisões adequadas, justificando essas decisões e comunicando-as, por escrito e oralmente, utilizando suportes diversificados, nomeadamente as novas tecnologias da informação/comunicação –, articulando, numa dimensão inter e transdisciplinar, os saberes teóricos e práticos;
- desenvolver projectos em grupo, nomeadamente cooperando com e respeitando o outro, organizando o trabalho e responsabilizando-se individualmente pelas tarefas atribuídas; e
- desenvolver ou aprofundar individualmente projectos.

11.2 A AP-Robots

A implementação da Área de Projecto na Escola foi objecto de alguma preocupação e discussão dos órgãos de gestão e dos professores da Escola. Tendo como princípio o interesse dos alunos, o Conselho Pedagógico concluiu que a melhor forma de implementar a AP seria definir, *a priori* um conjunto de áreas nas quais os professores gostariam de trabalhar com os seus alunos e transformá-las numa opção. Ou seja, o aluno escolheria a área de trabalho cujo tema principal se adequasse mais aos seus

interesses pessoais. Neste sentido, surgiram várias áreas de projecto, com objectivos e princípios definidos. Entre elas a AP-Robots.

A maior vantagem da escolha da Área de Projecto para campo empírico deste estudo reside no facto de não haver um programa a cumprir. Associo “cumprir um programa” à definição prévia dos conteúdos específicos que os alunos devem aprender. Neste caso, os alunos aprendem o que a especificidade de cada projecto exige.

Não há, portanto, um professor competente que, de acordo com os conteúdos e objectivos de cada unidade programática transmite conceitos e selecciona exercícios. Nesta situação, os alunos aprendem com a construção e programação dos robots que devem simular essa situação. A aprendizagem acontece da necessidade que surgiu de aprender. Contudo, isto não significa que a aula se desenvolve de forma anárquica ou aleatória, a programação da aula prende-se com a apresentação aos alunos de desafios/projectos que não são mais que meras simulações da realidade e cuja resolução os obriga a procurar soluções.

No final, o importante não será o número de respostas certas mas sim o conhecimento que cada aluno adquiriu e o que construiu com ele.

A utilização de robots móveis no desenvolvimento de um projecto é um motivo de grande interesse dos alunos. Esta motivação aumenta à medida que os alunos se apropriam dos robots. Os robots estão a ser construídos por eles, são propriedade sua, são controlados por eles e a criação de algo novo e que, à custa do aluno passa a ter um comportamento autónomo, obriga a um esforço acrescido e é sem dúvida um motivo muito forte.

Tendo em conta o que referi nas últimas secções deste trabalho, considero, pois, que a AP-Robots é um bom exemplo de como se podem cativar e motivar jovens a envolver-se em projectos nas áreas das Ciências, Matemática, Tecnologias... que lhes possibilitem o desenvolvimento de um espírito crítico e a procura de novas e aliciantes aprendizagens.

12 Aprender com Robots

O uso de robots ganhou relevo pelo envolvimento de alunos e professores no desenho criativo de projectos com significado. Estes projectos combinam materiais físicos e manipuláveis que permitem a alunos e professores a exploração de novos conceitos e novas formas de pensar. Contudo, esta maneira de estar na sala de aula exige do professor uma experiência e aptidão diferentes para orientar este desafio. A minha experiência na integração dos robots tem sido um processo de trabalho individual e com os alunos mas acima de tudo acompanhado de uma grande motivação.

Falar da experiência de aprender com robots instiga-nos a compreender a construção e a evolução de uma identidade cultural que foi sendo criada e vivenciada no desenrolar daquele processo.

A abordagem aos projectos e o contexto da sala de aula que hoje em dia se vivem são resultado desse trabalho intenso e de uma análise e partilha do trabalho com os alunos de anos anteriores.

12.1 O contexto da sala de aula

A cultura da sala de aula e, tal como foi referido na secção anterior, é um tema que tem grande importância na aprendizagem. Reconhece-se que a aprendizagem da disciplina, e não me refiro apenas à aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de competências, mas acima de tudo ao desenvolver de certas atitudes nos alunos, não é independente do contexto em que decorre, ou seja, este é um processo que depende de um conjunto largo de factores. A começar pelo papel que é assumido na sala de aula quer pelo professor, quer pelos alunos e que tem uma grande influência no processo de aprendizagem.

As interacções que são criadas na sala de aula, o papel que os diversos actores (professor, alunos, robots ...) assumem e a forma como estas interacções se dão,

influenciam o que se aprende e a forma como se aprende. O professor pode assumir um papel de um ser superior ou mais inteligente, porque tem conhecimentos que os alunos ainda não dominam ou de um participante do processo de aprendizagem, que dá espaço ao aluno para pensar, para duvidar, para questionar e acima de tudo aprender com ele. Na AP-Robots e, tendo como base a teoria do construcionismo de Papert, optei pela última situação ou seja, os alunos apropriam-se, para seu próprio uso, dos robots para com eles criarem modelos e metáforas sugeridos pela cultura que os rodeia.

Na AP-Robots propõe-se a criação de projectos para a construção e programação de robots. Os desafios são lançados, ao aluno cabe a tarefa de os enunciar e definir o que quer fazer e como quer fazer. O aluno é colocado perante uma situação real do dia-a-dia, deve percebê-la e, ele próprio transformá-la numa situação-problema para a qual deve procurar e colocar as questões que ajudem à sua resolução. A tarefa, normalmente atribuída ao professor de colocar as questões para o aluno responder, não existe. Aquela tarefa é da responsabilidade dos alunos. São eles que, perante determinada situação, devem colocar as perguntas e procurar as respostas, discutindo e reflectindo com os outros colegas. Numa primeira fase, a reflexão é feita com os colegas do seu grupo e numa fase posterior é alargada aos restantes colegas da turma. No final, os alunos são convidados a partilhar a sua estratégia, apresentado a solução encontrada a outras pessoas. Com isto, os alunos têm de novo a oportunidade de reflectir acerca da forma como definiram as questões e como as abordaram.

A cultura de sala de aula que assim emerge compromete o aluno na construção, no teste e verificação dessa construção. As tarefas que o professor sugere que os alunos realizem, aparecem como desafios, como situações concretas que se vão evidenciando problemáticas à medida que os alunos as abordam. Na resolução dos problemas, novas questões e novos desafios surgem. Ao contrário do que normalmente acontece nas salas de aula, aqui os alunos não são penalizados pelos erros que cometem.

A forma como os alunos trabalham é outro elemento revelador de uma cultura diferente. Os problemas são resolvidos no seio do grupo, na discussão dos vários elementos do grupo e na interacção com outros grupos. Quando no próprio grupo não há uma resposta ou a resposta continua envolta de algumas dúvidas, os alunos procuram respostas nos

colegas de outros grupos, criando assim uma grande interacção entre eles. Igualmente, a análise e o desenvolvimento desta cultura rica e estimulante é a preocupação constante do professor na preparação e no desenvolvimento da aula e do projecto.

A troca da abordagem tradicional – baseada no professor como o centro da sala de aula, o ponto de partida do conhecimento – pelo uso de robots que ajudaram a dar visibilidade aos alunos e a transformá-los nos protagonistas da sala, favoreceu o trabalho e a maneira como os alunos passaram a estar na aula: mais activos, dinâmicos e criativos. Contudo, é importante evidenciar que o conhecimento de robots que se pretende não é de modo algum um conhecimento técnico mas sim um conhecimento que é construído. O aluno assume um papel de investigador, que faz perguntas, procura respostas, testa e analisa estas respostas, criticamente. Não há qualquer abordagem prévia ao funcionamento do robot, os alunos reconhecem por si as especificidades desta tecnologia e rapidamente a controlam. Tentar explicar o funcionamento do robot seria difícil manter a abordagem tradicional e uma perda de tempo, os alunos não estariam atentos nem tão pouco ouviriam. Os alunos de hoje pertencem a uma sociedade digital - nascem no seio da tecnologia, por este motivo é urgente as salas de aula integrarem-se nessa realidade, na realidade dos alunos.

O professor deve mediar de forma intencional o processo de ensino e aprendizagem, não se pode limitar a falar, a transmitir conceitos, acima de tudo precisa de vivenciar com os alunos a descoberta de novos conceitos. Esquecer por momentos o que sabe sobre o assunto em causa e deixar-se guiar pelo caminho que o aluno começa por traçar, descobrindo-o e desbravando-o com ele. Acredito que nesta caminhada conjunta, o papel do professor é mais valorizado. É importante para o aluno que o professor tenha a capacidade de, à medida que segue o aluno, perceber se a estrada é segura e encontrar formas de mostrar isso ao aluno. Este papel de orientador e guia, dá ao aluno a segurança que necessita para seguir em frente na construção do seu projecto que é em simultâneo a construção da sua aprendizagem.

A abordagem de projectos baseada em situações-problema, ajudará os alunos a compreender a importância do trabalho em equipa e da partilha de conhecimentos e permitir-lhes-á encontrar soluções criativas e ideais novas para os problemas propostos.

12.2 Metodologia de trabalho na sala de aula de AP_Robots

As propostas de trabalho que são colocadas ao aluno seguem uma metodologia que é inerente ao contexto. É esta metodologia de trabalho que dá forma ao sistema de actividade e influencia a sua transformação.

Tal como já referi, a abordagem de projectos baseia-se na apresentação de situações reais das quais emergem alguns problemas.

Os alunos começam por pesquisar projectos já desenvolvidos por outros. Têm a oportunidade de os testar sempre debaixo da atenção do professor que vai questionando e levantando hipóteses, que podem ser exequíveis ou não. À medida que o aluno vai testando, vai ele próprio levantando novas questões. O aluno envolve-se de uma forma fácil num contexto apenas com pequenas indicações do que se espera que o robot faça e dando-lhe alguns recursos que são o ponto de partida para o seu completo envolvimento.

Sem que se aperceba, o aluno rapidamente consegue programar o robot e os sensores que o ajudam a deslocar-se de uma forma mais inteligente. O robot adquire assim alguma percepção do mundo que o rodeia.

Depois desta abordagem inicial, os alunos devem elaborar a sua proposta de projecto, definindo os objectivos, as tarefas - quem faz o quê, data de início e data de fim de cada tarefa.

A concretização do projecto contempla quatro etapas a que chamo preparação, construção, observação/teste e saber mais ou exploração.

Preparação – escolha do tema que querem explorar e descrição do problema. Uma definição dos objectivos. Os alunos fazem uma proposta que será apresentada e discutida com a turma que normalmente aceita sem se envolver demasiado no trabalho dos colegas. Nesta etapa, o professor deve estimular que os restantes alunos comentem e

apresentem sugestões e novas funcionalidades. Nesta fase e de uma forma subtil, o professor deve dar algumas pistas para que os alunos ao longo da resolução dos vários problemas possam investigar novos conceitos, descobertos através de conhecimentos prévios.

Construção – nesta fase os alunos constroem os seus conceitos, o que querem fazer, como querem, investigam. Constroem o robot...programam-no. Nesta etapa, há uma grande interacção entre o concreto (robot e a sua construção) e o abstracto (a programação do robot). O processo de construção do robot oferece um ambiente de aprendizagem único e que exige alguma perícia do professor, proporcionando-lhe assumir um papel de mediador. Nesta etapa haverá diferentes ideias e opiniões dos vários grupos que conduzirão ao aparecimento de alguns conflitos. Cabe ao professor orientar os alunos para o uso racional e efectivo da tecnologia.

Observação/Teste – é a fase que considero mais interessante. Aqui o aluno testa, encontra os erros, corrige-os. Esta é a etapa que pode estimular o aluno a escalar uma espiral, na qual construirá a sua aprendizagem. Por vezes o aluno transforma esta etapa na destruição total, pois chega à conclusão que a morfologia do robot não é adequada à programação ou que precisa pura e simplesmente de começar de novo. É evidente que destruição total e começar de novo não significam voltar ao ponto de partida. Os alunos pensam acerca do funcionamento das coisas experimentando, observando, analisando, corrigindo possíveis erros e, desta forma validam o seu próprio trabalho.

Explorar/Saber Mais – implementar novas funcionalidades. Nesta fase, o professor pode envolver os alunos em situações mais exigentes, novas descobertas.

Estas quatro etapas são um desafio para a aprendizagem dos alunos que pode ser resumido como a aquisição de novas formas de trabalhar na sala de aula, nas quais professor e alunos irão, colaborativamente planear e monitorizar a evolução dos projectos, assumindo uma responsabilidade conjunta no seu progresso. Não existe um modelo perfeito que tenha as respostas certas para todos os problemas que surgem, nem um professor que corrige as respostas.

Parte IV – Descrição do estudo e análise/discussão dos dados

Neste capítulo são apresentados e analisados os dados do estudo realizado no campo empírico deste trabalho. Nesse sentido começarei por descrever o trabalho desenvolvido na AP-Robots, os comportamentos dos alunos nas diferentes etapas do estudo e a sua evolução. Em simultâneo farei uma análise ao trabalho e aos comentários dos alunos.

Os dados usados nesta investigação foram recolhidos ao longo do ano lectivo (2008/2009) e com eles procurei sustentar na dimensão empírica algumas respostas às questões que são a base e estruturam o objectivo principal deste trabalho.

13 Descrição do Estudo

Os alunos foram distribuídos em grupos de trabalho, sugerindo-se que cada grupo não tivesse mais que 4 alunos.

A estimativa das necessidades, por grupo de trabalho, é a seguinte:

1 kit Lego Mindstorms;

1 computador tipo PC;

Material diverso (para construção de obstáculos, cenários, objectos a manipular, etc.); e

1 rede local com acesso à internet.

Tal como já referi, os participantes são alunos de Área de Projecto (AP-Robots), do 12º ano do Curso de Ciências e Tecnologias. Esta turma era constituída por quinze rapazes e uma rapariga.

As actividades desenvolviam-se numa sala partilhada com outras turmas e uma sala mais pequena dedicada às actividades da robótica móvel.

Nas primeiras aulas discutimos as regras de funcionamento da disciplina, ajustando-as às regras gerais da Escola.

A escolha dos lugares onde querem trabalhar. A disposição das mesas é feita pelos alunos.

Ao longo das aulas, os alunos podem deslocar-se livremente pela sala, falar com os colegas, discutir estratégias, partilhar soluções.

Os kits são normalmente distribuídos aos alunos na segunda aula. Cada grupo recebe a caixa com o robot, verifica as peças e identifica a caixa com o nome do grupo ou com os nomes dos respectivos elementos do grupo. Estas caixas ficam guardadas na sala do lado (sala 11). No início de cada aula deslocam-se a esta sala, retiram as caixas com os kits e trazem para a sala de aula. No final repõem tudo no armário.

Depois da verificação das peças os alunos começam por montar o robot. Cada kit tem um guião de construção do robot - Taskbot.



Figura 24 – Robot Taskbot

Depois do robot montado, é necessário testá-lo e compreender como devem comunicar com ele. Os alunos são convidados a testar alguns dos tutoriais que acompanham o NXT-G ou a analisar alguns projectos em sítios existentes na Internet.

Depois de perceberem a forma de interagir com o robot, os alunos rapidamente abandonam as propostas de trabalho e preocupam-se em iniciar o seu próprio projecto.

É nesta parte do trabalho que esta investigação incide. Na actividade desenvolvida quando os alunos tentam transformar o seu projecto em algo concreto.

13.1 Praticar a TA

A TA é uma “*descriptive theory not a predictive theory*” (Nardi, 1995) mas ao tentarmos i) perceber os vários elementos do sistema de actividade e ii) analisar as fases em que se desenvolvem os ciclos da aprendizagem expansiva (cf. Secção 9.4.1), somos capazes de melhor prognosticar que projectos podemos propor a cada grupo de trabalho.

A TA, neste estudo, pode ajudar a perceber as circunstâncias e influências que podem ter impacto na interacção dos alunos com o robot.

Nardi (1995) refere que,

"Laboratory-based studies are part of the solution, but they are best preceded in a phased design process by careful field studies to ascertain how technology can fit into users' actual social and material environment, the problems users have that technology can remedy, the applications that will promote creativity and enlightenment, and how we can design humane technology that ensures privacy and dignity."

Compreender o referencial teórico da TA, foi uma tarefa árdua e morosa, foi preciso muito tempo para começar a compreender as suas bases conceptuais. Aplicá-la neste estudo ajudou-me a fazer um exercício mental para pensar acerca dos elementos envolvidos nesta actividade e na tentativa de classificar e categorizar os dados a analisar ao longo da observação.

Na secção seguinte farei uma breve descrição da análise feita e das questões que estiveram na sua essência.

Irei, de forma resumida e tendo como apoio a Figura 2, colocar as questões que ajudaram na utilização da TA como suporte para a análise deste estudo e as respostas que encontrei para cada questão:

Actividade a analisar

A actividade que identifiquei: analisar a interacção dos alunos com os robots e o cenário criado para dar início à actividade.

Sujeitos da actividade

No início achei que os sujeitos envolvidos nesta actividade eram os alunos. Com o tempo percebi que eu, professora também era um sujeito nesta actividade.

Ferramentas

Para começar, os alunos precisam dos robots. De conhecer as peças que os constituem e como podem usá-las para construírem o robot que seja adequado aos objectivos do projecto. Depois precisam de compreender a “linguagem” do robot para com ele conseguirem comunicar.

Uma maneira de saber como começar, de onde deverão partir e onde querem chegar. No fundo o caminho entre o início e o que definem como fim.

Uma forma de interagir com as ferramentas que lhes permita obter a informação necessária para aprender acerca dos artefactos.

Objectos da actividade

Um robot que precisa de ser construído e explorado, um projecto que precisa de ser desenvolvido, um total desconhecimento dos artefactos e também estar na aula de AP-Robots, não ter faltas e ter uma classificação.

Outcome

Aprender acerca dos artefactos com os colegas de grupo e de turma, num ambiente de sala de aula descontraído e divertido. Ter sucesso no desenvolvimento do projecto.

Comunidade

A turma, a Escola

Divisão do trabalho

Os grupos de alunos. Alunos a interagir com alunos – cada grupo definiu as tarefas e distribuiu-as pelos seus elementos.

Partilha de problemas e soluções entre os vários elementos de cada grupo e entre grupos.

Alunos a interagir com professor.

O professor a tentar perceber o que aprendem os alunos.

Regras

Para os alunos: estar presente nas aulas; no início de cada aula, deslocar-se à sala do lado, e trazer os robots. No final guardar de novo os robots no armário; ter cuidado com as peças dos robots para não se perderem; verificar no final de cada aula a arrumação da sala e de todos os materiais utilizados; escolher o projecto e as suas funcionalidades; definir e acordar os critérios de avaliação do projecto com o apoio do professor; avaliar o projecto e autoavaliar-se.

Para o professor: escrever o sumário; abrir os armários; garantir o aceso a todo o material que os alunos necessitam; exigir a definição de métodos de trabalho, a definição de tarefas, distribuição das tarefas, cumprimento dos prazos estipulados pelos próprios alunos; orientar os alunos na definição dessas tarefas e na elaboração da proposta de projecto; fazer a avaliação dos projectos e dos próprios alunos em conjunto com estes.

14 Análise/Discussão dos dados

Tendo em conta o sistema de actividade descrito e os pontos-chave identificados como cruciais para o este estudo: i) o desenvolvimento da actividade; ii) os motivos dos sujeitos envolvidos na actividade; iii) as questões que envolvem o desenvolvimento e a utilização dos robots – ferramentas de apoio à actividade, dei início à minha análise.

14.1 Desenvolvimento da actividade

Tendo em conta os objectivos deste trabalho, parece-me importante distinguir três momentos importantes na análise do desenvolvimento da actividade. O primeiro momento contempla a etapa de preparação do projecto, o segundo enfatiza a construção do robot e o terceiro momento destaca a programação do mesmo.

14.1.1 Preparação do projecto

Em anos anteriores, são os alunos que escolhem o tema do seu projecto. Este ano decidi fazer-lhes uma proposta: simulem um cão-guia. O que me levou a tomar esta opção foi por um lado, ter todos os grupos a trabalhar no mesmo projecto o que me facilitaria a tarefa de recolha de dados e por outro garantir que os alunos trabalhem um tema suficientemente abrangente.

A proposta foi apresentada da seguinte forma:

Comecei por lhes dar pequenas transcrições de um livro intitulado “Ema e eu” que tinha lido quando tinha aproximadamente a idade dos alunos. (Anexo 4)

A apresentação do projecto não era muito extensa. Começa com um pequeno incidente, que mostra as dificuldades sentidas pelos invisuais. Seguida de uma breve descrição da história.

Depois algumas frases do livro que evidenciam as dificuldades e obstáculos que a menina tinha que enfrentar no seu dia-a-dia.

Por fim, o aparecimento da ideia de ter um cão-guia e as mudanças provocadas pela sua presença.

Em simultâneo, coloquei um fórum da disciplina (Moodle) alguns endereços de sítios onde poderiam encontrar informações e a um pequeno guia de pesquisa.

Todos aceitaram a proposta de construir um cão-guia embora com muitas dúvidas. O que mais os preocupava era uma possível falha na programação do robot e as consequências que este poderia causar. Afinal, tratava-se da vida de uma pessoa

Chamaram ao projecto robot-guia.

Todos concordaram que deviam iniciar o trabalho, pesquisando as características de um cão-guia.

Tal como o grupo do João refere ***“A execução deste trabalho pede-nos uma investigação inicial que nos permita perceber o que realmente é um cão-guia, algumas das suas finalidades, funções e tudo aquilo que a maior parte não sabe acerca deste animal”.***

Optaram por usar os endereços que lhes havia dado e fazer pesquisas na Internet. Perceberam que o cão-guia é capaz de alterar completamente a rotina do invisual, permitindo o desempenho de tarefas que sem ele seriam impossíveis e melhorando muito a qualidade de vida do seu dono. O interesse pelo tema aumentou quando perceberam que a ideia do robot-guia existia como uma proposta de investigadores do Instituto de Tecnologia da Geórgia. Tendo em conta as vantagens dos cães-guia para os invisuais e o custo excessivo do treino de um cão, estes investigadores desenvolveram um robot assistente que é capaz de imitar 10 tarefas normalmente realizadas pelo cão-guia.

Esta descoberta ajudou-os a definir alguns pontos de partida: escolher uma ou duas funcionalidades do robot-guia.

Relativamente a isto, o Grupo II refere:

“como resultado desta pesquisa, decidimos algumas das características dos cães-guia que tentaremos reproduzir no nosso NXT, tais como: desviar-se de obstáculos como paredes, carros, pessoas, buracos, etc”

O Grupo I definiu de forma objectiva:

“Funcionalidades do robot-guia:

- Avisar e/ou desviar de possíveis perigos como obstáculos, paredes, carros, etc.*
- Avisar e/ou desviar quando existe um buraco no chão ou escadas.*
- Avisar quando se aproxima de uma estrada.*
- Guiar pessoas (invisuais) servindo-se quem sabe de um GPS que decora também os caminhos já percorridos”*

Apesar de trabalharem separadamente as funcionalidades que pretendem implementar são muito idênticas, como podemos ver pela descrição que cada grupo fez.

Foi muito interessante perceber a preocupação dos alunos ao pensarem nas funcionalidades de um robot-guia. O principal problema que levantaram foi a forma como o robot se deveria deslocar. Mas em simultâneo revelavam uma total desconfiança neste conjunto de peças Lego. Repetidas vezes ouvíamos o João *“como vamos pôr esta coisa a guiar cegos? São apenas peças de lego”*

Mas por outro lado, iam tomando consciência e reflectindo acerca das barreiras arquitectónicas com que os invisuais se deparam no dia-a-dia. À medida que as suas pesquisas prosseguiam, a reflexão e os comentários entre eles eram cada vez maiores. Ao longo das aulas em que estiveram envolvidos na procura de soluções ou seja, características próprias do cão-guia, partilhavam entre eles, as várias barreiras arquitectónicas que iam encontrando no trajecto casa-Escola e vice-versa.

Inicialmente, não era objectivo deste projecto alertar ou sensibilizar os alunos para questões de cidadania mas as preocupações na programação das funcionalidades de um robot-guia e pensar um robot que orientasse invisuais, passou a ser o motivo que os

envolveu com imensa responsabilidade, com um olhar mais atento e desperto para esta realidade e enfrentavam-na com uma grande motivação.

14.1.2 Construção do robot

Depois de definidas as funcionalidades do robot-guia, era preciso construí-lo.

O robot do Grupo I



Figura 25 - Fase da construção dos robots

A minha preocupação era iniciá-los na construção do seu robot, provocando a desordem na sala de aula. É importante que ao longo da construção do seu protótipo os alunos estejam constantemente a criticar, a ajustar, a modificar e a rever. A capacidade de desenvolver protótipos rapidamente é muito importante. Temos que ter consciência que estes protótipos iniciais não funcionarão perfeitamente, basta que funcionem o suficiente para os alunos poderem experimentar, brincar e poder fazer perguntas.

Schrage (1999) refere que *“prototypes are especially helpful as conversation starters, to catalyze discussions among designers and potential users”*

Na verdade quando observamos os robots em acção várias perguntas surgem e normalmente elas levam-nos a pensar no que vamos fazer a seguir.

O grupo do André aproveitou a construção do Taskbot e como refere o Pedro *“está decidido que se irá manter o aspecto do robô já construído, instalando o sensor de luz, podendo-se mais tarde adicionar-lhe alguns elementos caninos (cauda, orelhas, etc.).*

O sensor de luz iria ser usado para detectar buracos ou outros obstáculos no chão.

E fizeram pequenas alterações, *“... um robot que rode a cabeça, se desvie de objectos sem lhes tocar e que seja capaz de saber quando não está perante o solo (por exemplo num desnível existente)”*.

O André pensa alto: *“utilizamos o terceiro motor para fazer girar o sensor ultra sónico com várias engrenagens para este ficar no centro do robot”*



Figura 26 - Robot-guia do grupo do André, do Carlos e do Pedro visto de lado

O Carlos refere *“ficou decidido que o robot iria utilizar o sensor de luz, para detectar quando não existe solo à frente do robot, e um sensor de ultra-som rotativo para detectar objectos à sua volta e conseguir desviar-se”*



Figura 27 - Robot do grupo do Carlos, do André e do Pedro
3º motor para fazer rodar o sensor ultra sónico

Desde o início que os alunos sentiam alguma relutância em trabalhar com robots feitos com peças de Lego. A primeira abordagem ao robot foi decepcionante para alguns. O João chegou a referir *“brincar com lego, foi há cerca de 10 anos”*

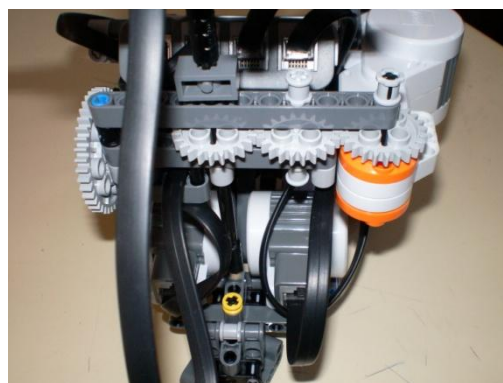


Figura 28 - Engrenagens usadas para ajudar a rodar a cabeça do robot-guia

Depois da construção do robot, as dúvidas relativas às suas potencialidades ainda existiam. A afirmação do Carlos no fim da construção, é disso uma evidência: *“apesar de o robot ser feito de legos, as peças, unidas, ficam consistentes e os sensores/motores são relativamente bons”*

Apesar de terem o robot a funcionar, havia alguns pormenores que não os satisfazia. Por vezes, o robot não fazia exactamente o que queriam. Principalmente quando era havia necessidade de maior precisão nos movimentos.

Perceberam que o problema estava na roda traseira. E decidiram alterá-la. Começaram por fazer uma nova construção, substituíram a roda por uma bola, como mostra a Figura seguinte.

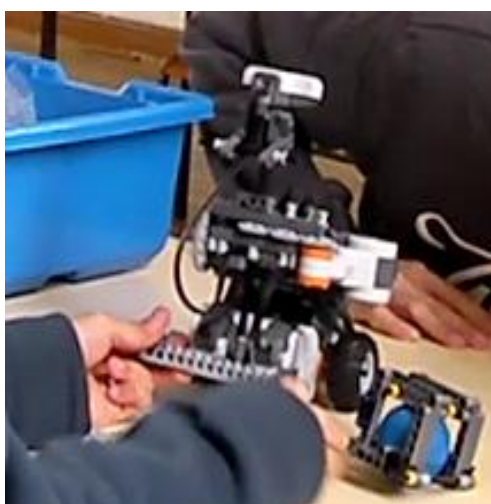


Figura 29 - Roda giratória

Após alguns testes perceberam que esta solução não resolvia o problema e mais uma vez, desmontaram a roda e procuraram uma nova solução.

Acabaram por encontrar uma solução simples usando duas rodas dentadas observando o seguinte: *“trocámos a roda giratória única por duas rodas fixas que diminuem o erro quando da viragem, reduz o atrito”*

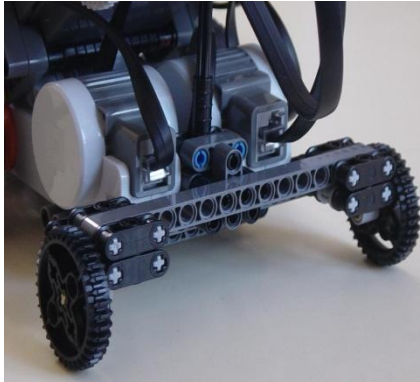


Figura 30- Rodas traseiras

O robot do Grupo II

O Grupo II optou por uma outra morfologia do robot. Como diz o João: *“após a pesquisa, ponderámos o que seria bom de incluir neste nosso projecto bem como determinar a morfologia que achávamos mais correcta, optando por uma encontrada na internet em que o robot toma o aspecto de um cão”*



Figura 31 - Robot-guia do grupo 2

Embora os alunos tivessem iniciado o seu trabalho com algumas reservas, pelo facto de terem de montar o robot com peças lego, a verdade é que perceberam a importância da construção do robot. Dedicaram imenso tempo a esta fase. O que à partida parecia ser “coisas de miúdos” acaba por ter alguma influência no desempenho do robot. O grupo 1 percebeu bem a importância da construção do robot pela necessidade de precisão de movimentos. Daí terem estudado e testado várias soluções.

14.1.3 Programação

Ultrapassada a fase da construção, era preciso “dar vida” ao robot. Sugeri que usassem o NXT-G para programar as primeiras funcionalidades do cão-guia. Tal como referi anteriormente (cf. 6.2.1), esta é a linguagem que acompanha o kit e por tal, é meu entendimento que os alunos devam começar por ela. Esta minha opinião baseia-se apenas no facto de ser uma linguagem muito intuitiva e uma vez que os alunos não têm quaisquer conceitos de programação, acabam por os adquirir sem grandes dificuldades. Cabe ao professor evidenciar os conceitos que realmente os alunos necessitam se quiserem mudar a sua trajectória e aprender outra linguagem de programação.

Foi exactamente o que sucedeu com estes dois grupos. Enquanto, o Grupo I programou o robot com NXT-G e depois optou por aprender C através do uso da linguagem RobotC, o Grupo II decidiu que queria começar por aprender JAVA. As dificuldades que tiveram que enfrentar foram imensas e nunca conseguiram programar o cão-guia.

Grupo I

O grupo do André, do Carlos e do Pedro começou por usar o NXT-G. Rapidamente, o robot começou a andar pela sala.

Este grupo criou uma empatia grande com o robot. Foram sempre os primeiros a testar os desafios e a descobrir novas formas de interagir com o robot. Recordo que, para surpresa dos restantes colegas, imediatamente a seguir à construção do robot, conseguiram controlá-lo com o telemóvel através de *bluetooth*. Tiveram sempre um olhar muito crítico para o robot e principalmente para as soluções que iam implementando.

Além da curiosidade e do espírito crítico revelados, este grupo foi sempre muito objectivo na definição da sua forma de trabalho e muito coeso. Trabalharam sempre de forma muito silenciosa e discreta. Discutiam entre si as várias soluções mas apenas partilhavam com os outros se estes os abordassem.

Foram muito rápidos a programar o robot. Quando começaram a testar os primeiros programas, fui tentar perceber quais as suas opções.

Quando observo o movimento do robot, o André olha-me e explica: *“o robot anda apenas em linha recta para a frente e quando aparece um buraco...”* (que eles identificavam como uma linha preta) *“... ele desvia-se”*

Perguntei *“desvia-se? Como?”*

O André responde *“quando a luminosidade é menor que 30, vira-se e continua para a frente”*

E como é que o robot se vira – perguntei.

O André aponta para o computador para o programa (Anexo 6) e continua *“na segunda parte fizemos o motor A (motor responsável pela rotação do sensor ultra sónico) mover-se só até ver algum objecto à frente do robot. (movia-se 30 graus para a esquerda, 30 graus para a direita, 30 graus para a direita e 30 graus para a esquerda). Quando encontra algum objecto pára na sua direcção) ”*

E antes que eu faça outra pergunta prossegue *“na terceira parte fizemos o robot parar quando vê um objecto e esperar 4 segundos, se o objecto permanecer no mesmo*

lugar, o robot vira-se e continua, se já não estiver lá (no caso de ser um objecto apenas em movimento) então continua em frente.

E conclui *“os loops fazem com que as acções continuem a ser executadas, as 3 partes funcionam ao mesmo tempo”*

Troquei mais umas impressões com eles no sentido de perceber se todos estavam a acompanhar o desenvolvimento do projecto. O Carlos achava que havia “coisas que não percebia muito bem” mas quando o questionava rapidamente pensava sobre elas e conseguia encontrar respostas.

Era realmente espantosa a forma como estes alunos, que nunca haviam programado, dominavam conceitos que numa outra situação e com outra ferramenta seriam difíceis de entender e operacionalizar.

Depois desta primeira fase, na qual os alunos conseguiram programar com algum sucesso as funcionalidades que tinham previamente definido, era altura de pensar em aprofundar outras funcionalidades. Contudo, esta não foi a opção dos alunos, eles preferiram mudar de linguagem e programar aquelas mesmas funcionalidades numa linguagem mais “profissional”, como eles próprios lhe chamaram. Dei-lhes alguns exemplos de linguagens que conhecia e que poderiam explorar mas ao fim de alguma pesquisa, decidiram-se por RobotC (cf. Secção 4.1).

Esta decisão dos alunos obrigou-me a um novo investimento. Eu própria nunca tinha programado com essa linguagem. Tal como o próprio nome indica é uma linguagem muito própria do C. Mas percebi que apenas necessitava de conhecer os comandos específicos relacionados com o robot, como a ligação dos sensores e motores.

A abordagem feita pelos alunos foi excepcional. Rapidamente perceberam a dinâmica e embora tendo que defrontar alguns problemas iniciais que enfrentaram da seguinte maneira, diz o André *“tivemos um pouco de dificuldades mas acho que rapidamente as solucionámos (...)”*

O Pedro acrescenta: *“os principais problemas na plataforma do RobotC era que estávamos a usar o comando If em vez do while mas quando percebemos as diferenças... o trabalho tornou-se mais fácil e começaram-se a fazer mais testes”*

Observei os testes que faziam e fui colocando algumas questões de forma a perceber se realmente compreendiam a diferença entre um *if* e um *while*.

Se a maneira com que programaram o robot com NXT-G me fascinou, o pouco tempo que levaram a fazer testes com o robot usando C, fascinou-me mais ainda.

Claro que não se pode afirmar que começaram de novo, na verdade o que fizeram foi perceber os comandos da linguagem e escrever o algoritmo que tinham em NXT-G para RobotC.

É uma evidência que os conhecimentos de programação que adquiriram na implementação das funcionalidades do cão-guia estavam bem alicerçados. No meu ponto de vista e é este que partilho com os meus alunos, saber programar é independente da utilização desta ou daquela linguagem. Não basta ler um livro de programação, nem tão pouco decorar uma série de comandos. Aprende-se a programar, programando. Saber programar é antes de tudo querer, ter boa vontade e conhecer e usar boas práticas de programação – uma responsabilidade muito grande para o professor.

Grupo II

O grupo da Filipa, do Miguel, do João e do Victor, ao contrário da minha sugestão de programarem primeiro com NXT-G, acharam que a melhor linguagem para programar o seu robot era JAVA.

À semelhança do que tinha feito com o Grupo I, dei-lhes um conjunto de links onde poderiam analisar algumas plataformas de JAVA.

Começaram por experimentar Lejos. Defrontaram-se com imensos obstáculos e nunca conseguiram estabelecer a ligação entre o robot e o computador.

Nesta fase, surgiu a possibilidade de experimentarem uma plataforma desenvolvida na Universidade da Madeira e fiz-lhes essa proposta, dando-lhes toda a documentação para eles analisarem.

Aceitaram e começaram a explorar os manuais com objectivo de instalar a plataforma e começar por testar uns programas exemplo, já resolvidos e que acompanhavam a documentação que nos tinha sido enviada.

Tiveram que mais uma vez reestruturar o projecto, tinham perdido algum tempo com a plataforma e isso tinha atrasado todo o projecto.

Estipulei duas aulas para a instalação e configuração da plataforma mas uma vez mais as dificuldades eram imensas. Devo dizer que os alunos não tinham conhecimentos técnicos que lhes permitissem perceber alguns obstáculos que iam surgindo.

Para evitar que perdessem mais tempo e que este fosse um factor que provocasse alguma desmotivação, decidi sentar-me com eles e em conjunto, instalar a plataforma. Ao fim de algum tempo de análise do respectivo manual e da clarificação de alguns conceitos técnicos, lá demos a tarefa por concluída. A possibilidade de, finalmente, conhecerem e programarem em JAVA foi um novo alento para recomeçar.

Com a documentação que acompanhava a plataforma, havia um conjunto de exercícios já resolvidos. Sugeri aos alunos que testassem alguns, para perceberem a interacção robot-plataforma.

Mas as dificuldades não paravam de aumentar, os alunos defrontavam-se com a utilização do editor que era pouco intuitivo e com exigências técnicas que os alunos não dominavam. O desânimo começava a evidenciar-se. Mais uma vez tive que intervir e dar-lhes uma pequena explicação. A sua principal dificuldade prendia-se com a noção de projecto que tinham que criar no eclipse, o editor usado e a definição das pastas de trabalho e a sua localização no disco.

Depois disso, conseguiram finalmente executar um programa e fazer o respectivo download para o robot. Mas outro problema surgiu: era suposto que o robot andasse em frente mas pelo contrário, ele andava para trás.

A sua primeira ilação foi concluir que o programa estava errado e decidiram tentar percebê-lo para identificar o erro.

Percebi que o erro estava na construção do robot, os alunos tinham montado o motor ao contrário, daí que recuava quando devia avançar mas achei por bem não lhes dizer nada e deixar que perdessem algum tempo a decifrar o código. Seria uma forma de o entenderem já que até nem sequer tinham feito um pequeno esforço para decifrar aquela linguagem.

Algumas aulas depois conseguiam perceber o código mas não conseguiam identificar o problema. A sua percepção era a de que a linguagem JAVA era muito complicada e envoltos por esta insegurança não colocaram sequer a hipótese de o erro não ter nada a ver com a programação e a sua complexidade.

Na tentativa de os ajudar, disse-lhes que deixassem o código e olhassem o robot, tentassem perceber o funcionamento das peças e alertei para a vantagem de terem usado o NXT-G.

Mesmo assim, não conseguiram chegar ao problema. Fui buscar um outro robot e com o NXT-G programei-o para andar para a frente uns centímetros, depois fiz o robot andar para trás.

Dei-lhes o robot e sugeri que comparassem a construção das peças com as do seu robot. Olharam com ar admirado e disseram *“não acredito...os motores estão montados ao contrário e a stora sabia desde o início e não nos disse!”*

Acenei afirmativamente e expliquei-lhes que todas as minhas tentativas de os fazer observar atentamente a construção do robot falhara. Eles partiram do pressuposto que o erro estava no código e não viam nada para além disso. Acredito que as horas que eles dizem que perderam, à procura da resposta não foram em vão. Em primeiro, jamais o voltarão a montar um motor ao contrário, reparei nessa preocupação quando mais tarde destruíram o robot para mais tarde o construírem com outra morfologia, e por outro lado, o tempo que andaram a decifrar o código, a ler a documentação de apoio, etc foi empregue na descoberta de novos conhecimentos.

Na verdade estes alunos não conseguiram programar o cão-guia mas jamais podemos afirmar que a aprendizagem não existiu.

A grande potencialidade do uso de robots na sala de aula pode ser referida pela designação de “*objects to think and learn with*”. Ficou patente que a manipulação do robot e do programa ajudaram estes alunos a desenvolver um conjunto de conceitos, quer de programação, quer do seu posicionamento perante um problema. Eles próprios perceberam que o facto de não acreditarem que o problema não estava no código, porque era aí que residiam as suas fragilidades, lhes bloqueou a forma de pensar.

Esta situação recorda o conceito de “*wonderful ideas*” (Duckworth, 1972) e que mais tarde foi renomeado “*powerful ideas*” por um grande número de investigadores construcionistas.

O conceito “*wonderful ideas*” fornece uma base para pensar acerca de coisas novas mas que não são necessariamente magníficas ou espantosas para o exterior. Este conceito é considerado um aspecto chave na aprendizagem.

14.2 Os motivos dos sujeitos envolvidos na actividade

Inicialmente para a grande maioria dos alunos, os principais motivos são os que eles próprios consideram inerentes à sua condição de alunos: não ter faltas e ter uma classificação no final do ano – o objectivo é não reprovar na disciplina e ainda, ter uma boa classificação que lhe permita aumentar a média final de curso para ingressar no ensino superior. Como eles próprios observam, esta disciplina é anual, o seu peso na média final é igual à média das classificações de Matemática dos 3 anos (10º, 11º e 12º).

Podemos observar o que diz um aluno ao ser convidado a pensar acerca da sua participação no trabalho:

“na minha opinião acho que apenas uma pequena parte foi concretizada e o produto final não foi suficiente. A parte que foi concretizada com mais sucesso foi apenas a

construção do robot. Essa parte, no meu ver, foi a parte mais fácil entre todos os objectivos pré-definidos. Era somente preciso seguir os passos do manual de instruções e já temos o robot feito.”

Dividiu a concretização do projecto em duas partes: a construção do robot e a programação do mesmo. Ou seja percebeu perfeitamente o que tinha a fazer. Assume que uma pequena parte foi concretizada: a construção do robot. Mas porque a concretizou? Porque era a mais fácil, só tinha de seguir os passos – o guião - que o professor lhe deu na primeira aula.

Depois prossegue:

“A parte mais importante, a parte da programação, acho que não foi terminada com sucesso pois até agora ainda não sei trabalhar em NXT. As programações que consegui foram todas com ajuda de outros colegas e cópia dos exemplos que estavam no site de NXT. Inventava depois algo para ser diferente e tentava perceber o porquê de programar dessa forma para o caso da professora perguntar, ter uma explicação possível.”

Por vezes e lembrando as opiniões de alguns alunos relativamente à minha posição de não lhes corrigir os programas e de os obrigar a testá-los, acompanhando esta minha posição com afirmações sistemáticas “os alunos é que aprendem, o professor não ensino”. Esta necessidade de ter alguém que os corrija, que lhes dê exercícios e que defina o que eles devem aprender está, no meu ponto de vista, relacionada com este motivo: ter boas notas. Nesta disciplina e com esta metodologia de serem eles próprios a definir os problemas, a encontrar as soluções, a testá-las dá-lhes uma grande insegurança e muitos constrangimentos. Será este motivo apenas dos alunos? Penso que este aluno partilha este motivo com os professores, que se preocupam com as notas dos exames dos alunos e que tudo fazem para transmitir mecanismos de sucesso nos exames.

Os outros alunos da turma perseguiram outros motivos: a necessidade de aprender a controlar o robot e a atingir os seus objectivos.

No início, quando perceberam que o robot era feito de peças de Lego, alguns alunos sentiram uma enorme desilusão de tal modo que, terem de montar um robot foi quase uma ofensa. Para eles, o lego era uma brincadeira de crianças. Mais tarde quando começaram a programar, a testar os programas e perceber que o comportamento do robot não era o desejado, os seus motivos sobrepuseram-se à sensação de “brincadeira de crianças”. Como refere o João na apresentação do seu trabalho:

“Confesso que estava muito pouco receptivo quanto à disciplina e no início quando descobri que tinha de construir robots com legos, achei que seria péssimo. Afinal, brinquei com legos há cerca de 10 anos...mas agora concluo que este robot é capaz de me torrar os miolos”

A desilusão inicial foi substituída pela necessidade de ultrapassar os obstáculos e aprender a controlar o robot. É uma evidência que podemos observar nas conversas do grupo do Victor quando tentavam programar o sensor ultra sónico para o robot contornar os obstáculos: *“isto é uma tarefa fácil. Basta-nos acoplar ao robot um sensor ultra-sónico para que ele seja capaz de “ver” as paredes, para desviar-se”*.

Depois de montarem e programarem o sensor, a tarefa seguinte foi testar mas percebeu que o robot não fazia exactamente o que eles tinham imaginado. Afirma: *“foi aqui que se iniciou a principal fase do nosso projecto, em que unimos esforços com outros colegas, também com problemas semelhantes, e começamos a trabalhar a sério no robot e conseguimos avançar bastante bem, embora, obviamente, termos encontrado mais dificuldades pelo caminho que, agora mais confiantes e motivados, fomos capazes de resolver com relativa facilidade”*.

Que ilações poderemos tirar desta análise? Se observarmos o sistema de actividade descrito anteriormente (c.f.), será que ele reflecte a actividade dos sujeitos nele identificados: alunos, professor?

Se pensarmos na disciplina AP-Robots como a actividade do primeiro aluno, percebemos que o motivo do aluno é não reprovar e ter uma boa nota. Os princípios subjacentes à sua postura perante a disciplina influencia a forma como enfrenta o

desenvolvimento do projecto e o que aprende. O grande objectivo é poder responder à professora se ela lhe colocar alguma questão.

Quanto aos restantes colegas, se entendermos a actividade a construção dos robots, percebemos que os motivos que perseguem são outros.

Observando os alunos no seu todo, percebemos que o motivo direcciona a actividade. Não há actividade se não houver um motivo.

Observamos que numa primeira fase o objecto capaz de satisfazer a necessidade não é claro. As acções que os alunos encetam são o meio de realizar a actividade e consequentemente satisfazer o motivo.

Podemos observar que muitas das salas de aula do ensino secundário foram transformadas em locais de passagem, principalmente no 12º ano, é uma passagem para o ensino superior. Os alunos precisam de ter boas notas nos exames para ter uma boa média e conseguem isto na Escola. Transformam estas necessidades em motivos e todo o seu trabalho se desenvolve em torno desta concretização. Como? Convencendo o professor que atingiram os objectivos, que sabem responder às perguntas que este lhes coloca. Ao professor cabe a tarefa de enunciar as perguntas e as respectivas respostas, para que o aluno, quando abordado, as repita. E assim fica convencido que aprendeu o que havia sido estipulado. Mas porquê? Porque assumem os alunos estes comportamentos? Porque são pouco honestos, porque são preguiçosos... não de todo. Apenas porque são o produto da Escola, foi assim que a Escola os obrigou a crescer.

A sua preocupação foi a de copiar – por ser mais fácil – e tentar perceber apenas com o objectivo de ter uma explicação para dar à professora, ou seja para mostrar à professora que sabia responder às perguntas. Esta reflexão vem clarificar as afirmações que referi anteriormente e é um exemplo do ambiente que se vive em muitas salas de aula, da preocupação dos alunos mostrarem ao professor o que aprenderam.

Por fim, conclui:

“Continuo a discordar com aquela pergunta que lhe fiz: “Qual é a função de um professor? Não é ensinar os alunos?” e a professora ter me dito: “Os professores não ensinam, os alunos é que aprendem.”

Por outro lado, este aluno acha que aprende porque o professor lhe ensina e apenas quando o professor ensina. Aqui, e do ponto de vista do aluno, as perguntas eram: 1. Montar o robot; 2. Programar o robot.

Quanto à primeira e uma vez que o professor lhe deu a resposta, ele assumiu que aprendeu. Quanto à segunda, assume que não terminou a tarefa com sucesso. Porque é que desta vez não atingiu o objectivo? Porque a professora não lhe deu as respostas. Ele fez um esforço para as encontrar (nos colegas e no sítio do NXT) mas não prosseguiu. Porquê? Será que as respostas que encontrou coincidiam com as da professora? Mas isso não conseguiu ele saber. É claro que sempre que o abordei - ele estava parado, não avançava, não tinha dúvidas porque não as identificou, a sua única preocupação era que eu lhe dissesse se o que estava a tentar fazer estava certo ou errado.

Surge-me a questão: e se eu lhe tivesse feito perguntas acerca do programa e ele tivesse respondido a todas. Será que teria chegado à mesma conclusão? Se eu lhe fizesse as perguntas certas, ou seja aquelas para as quais ele tinha as respostas, de certo que a sua conclusão teria sido bem diferente. Mas eu não fiz, nem as perguntas que ele sabia, nem as perguntas que ele não sabia responder. A única coisa que pedi foi que testasse o programa no robot. Estou certa que, ao fazê-lo ele próprio encontraria o certo e o errado. Porque o robot concretiza, no mundo físico, o programa que está no computador e que não passa de um conjunto abstracto de linhas de código, que são a imagem das concepções do aluno. O robot faz apenas aquilo que o aluno o ensina a fazer. E a observação é simples, ou o robot realiza bem as tarefas e a conclusão é ‘foi bem programado’, ou não as realiza e não passa de um objecto imóvel e inerte completamente dispensável na sala de aula. Se for o robot a fazer aquilo que os professores insistem em fazer - corrigir respostas – os alunos não poderão simular que estão a perceber, nem perderão tempo a inventar algo para saber responder ao professor.

Por um lado os alunos contestam os exames, os testes mas depois acham que deveriam ter um programa. Programa que obriga a que aprendam conceitos, que se façam perguntas cuja resposta é verdadeira ou falsa em vez de se preocuparem com as coisas que realmente aprenderam a fazer e com as construções que desenvolveram.

14.3 Questões que envolvem o desenvolvimento e a utilização dos robots na sala de aula

Pela descrição feita, percebemos que os alunos enfrentaram a disciplina de acordo com os seus motivos individuais.

Para pensar acerca desta reflexão relativa às suas aprendizagens observemos a opinião do Victor: *“(...) ao longo do ano, aprendemos muita coisa (...) como, por exemplo, a sermos mais organizados, a organizar projectos e executá-los, a lidar com situações inesperadas, a ser capaz de solucionar problemas, a trabalhar em equipa, e também a programar em diversas linguagens de programação, como o NXT-G, NetLogo, Java ou C++. No entanto, toda esta caminhada não foi sempre fácil. Com cada novo projecto surgiram novos problemas, novas complicações, novas frustrações, novas dificuldades.”*

As palavras do Victor são reveladoras do papel que os robots podem ter na aprendizagem dos alunos. Não podemos afirmar que estes alunos passaram a ser óptimos programadores mas a verdade é que tiveram que aprender a programar de uma forma muito rápida e sem definições, nem apresentação de conceitos, por si e pela necessidade de seguir o motivo que perseguiam e pretendiam alcançar.

Para o João, *“aprendemos algumas noções básicas das linguagens de programação que usámos. Esta aquisição de conhecimentos não foi tão fácil como seria, possivelmente, de esperar. Contudo, a pesquisa que nos foi “imposta” (só assim conseguiríamos avançar com a nossa programação) fez-nos, realmente, adquirir essas noções.*

Com cada sucesso alcançado, era mais uma motivação que tínhamos para continuar a tentar”.

Na sua avaliação o Victor refere: *“o espírito de equipa reinou a maior parte do tempo e todos contribuíram, em parte, para o bom funcionamento do grupo, embora sempre haja desavenças entre os elementos do grupo mas que, geralmente, servem para confrontar diferentes pontos de vista, o que engrandece o trabalho”.*

Por outro lado, uma sala de aula na qual os alunos não são uma parte mas o todo, onde são obrigados a assumir um papel responsável e crítico.

O Carlos diz: *“O aspecto mais positivo foi a aprendizagem e a interacção com o robot, mas também todo o raciocínio necessário à programação. Acho que este formato de aula é bom pois dá-nos espaço para sermos nós próprios a ir em busca da “robótica” e escolhermos o que queremos fazer do projecto”*

O André prossegue: *“descobri que os robots conseguem fazer tudo segundo a nossa capacidade para os ensinar (programar, construir). Penso que podem fazer coisas muito úteis, como por exemplo, este robot-guia. Um aspecto muito positivo é que a robótica me dá muito gosto fazer e aprender”.*

Parte V - Conclusões

15 Objectivos do estudo

Comecei por fazer uma abordagem à robótica como uma área de investigação onde o grande desafio é criar robots à imagem e semelhança do homem e fáceis de “interagir-com”.

Posteriormente fiz uma pequena reflexão acerca da utilização de robots como mediadores da aprendizagem e como promotores de novas formas de organização das salas de aula.

Discuti a aprendizagem, primeiro na perspectiva de Papert e a ênfase que coloca no “aprender, fazendo” e na relação que, segundo ele, o aluno estabelece com as suas próprias ideias e os artefactos - “*objects-to-think with*”.

Com o propósito de compreender as potencialidades da utilização dos robots como mediadores da aprendizagem e reflectir sobre a dinâmica, que os robots têm proporcionado na sala de aula, tracei os seguintes objectivos

- a) analisar, descrever e compreender como é que os alunos aprendem na interacção com robots na sala de aula, no contexto da Área de Projecto;
- b) identificar as mudanças ocorridas nas práticas da sala de aula.

Para conduzir o desenvolvimento deste estudo, procurei seguir um caminho orientado pelas seguintes questões de investigação:

1. Como poderá a robótica ser usada como veículo de aprendizagem?
2. Como é que se aprende com robots?
3. Quem aprende: o aluno, o professor, o robot?
4. Em que é que os *robots* podem ajudar os alunos e as pessoas em geral?
5. Que mudanças se impõem na sala de aula?

De seguida discuto procurando responder às questões enunciadas e sublinho as principais conclusões. Por fim, apontarei algumas limitações que identifico neste trabalho e referirei alguns trabalhos futuros.

16 A robótica como veículo de aprendizagem: o contexto e o alvo

Sempre que me questionam acerca do que aprendem os alunos nas aulas de AP-Robots, sinto uma grande dificuldade em responder. A programar? A criar e a gerir projectos, utilizando softwares específicos? A fazer relatórios? Nunca consegui encontrar uma resposta que fosse reveladora do que realmente os alunos aprendem e que, em simultâneo, reflectisse o trabalho que eu e os alunos desenvolvemos na sala de aula.

Esta minha dificuldade é fruto da ideia (que ainda nos acompanha) que na Escola é necessário desenvolver um conjunto de conhecimentos prévios e estritamente determinados e identificados, que uma pessoa competente e rigorosa (o professor) os deve transmitir aos alunos.

Com os *robots*, eu e os alunos aprendemos o que não conseguimos entender e o que não está definido. Na verdade com os *robots*, os alunos não armazenam definições, nem técnicas, nem tão pouco a aplicação mecânica de saberes práticos. Com os *robots*, os alunos aprofundam a compreensão de conceitos científicos, assim como a sua capacidade de realizar experiências com base em comportamentos, *feedback* e controlo.

Na sala de aula de AP-Robots, a aprendizagem é fruto das decisões que os alunos tomam quando escolhem realizar este ou aquele projecto, nas transformações das suas práticas quando procuram respostas para os seus problemas, quando aprendem no desenvolvimento de novas actividades. É na descoberta destas novas actividades que a aprendizagem acontece. Os conhecimentos são avaliados pela demonstração de capacidades de reflexão e de análise crítica. São os alunos que definem o que fazer,

como fazer e qual o caminho que irão seguir para o concretizar. Cada aluno aprende por si, de forma consciente.

Mas nem tudo é subjectivo, conseguir num espaço de tempo tão curto que alunos, completamente desconhecedores de uma linguagem de programação, programem e analisem código criticamente, é realmente muito interessante e põe em evidência as potencialidades dos robots como mediadores da aprendizagem.

17 Em que é que os robots podem ajudar os alunos

Os robots são um enorme potencial e têm um impacto forte na criatividade dos alunos: no trabalho de projecto que a disciplina exige, na forma como os alunos enfrentam os problemas e os resolvem e na proposta de actividades.

À medida que avançavam no tempo, foi notório o desenvolvimento dos alunos. Os conhecimentos e as competências na interacção com o robot e a programação do mesmo, evidenciava uma maior destreza e um desempenho maior.

Os robots podem ser usados para motivar os alunos a criar e desenvolver os seus próprios modelos. Observou-se a forma como enfrentaram o projecto. Se numa primeira abordagem, os alunos estavam desiludidos e olhavam para o robot como “robots de criança”, quando sentiram o desafio e os problemas, foram obrigados a analisar a situação, a perceber e a decidir. O desânimo inicial foi substituído pelo prazer de reunir esforços para controlar o robot.

18 Mudanças que se impõe na sala de aula

Penso que a descrição de toda a parte empírica deste trabalho mostra uma proposta que se provou ser aliciante para envolver os alunos e evidência robótica pode ser usada na sala de aula.

A Escola ainda proporciona poucas oportunidades aos alunos de serem eles próprios a tomar decisões, de os obrigar a assumir responsabilidades. A responsabilidade de aprender tem de ser do aluno. É necessário explorar situações que permitam aos alunos o desenvolvimento do espírito crítico, obrigá-los a olhar criticamente para o seu trabalho. De identificarem dificuldades que os obriguem a tomar decisões, de serem eles a mobilizar capacidades para as ultrapassar.

Ao escolher os seus próprios projectos, serem eles a escolher o que querem fazer e de seguida identificarem problemas, que surgem daquilo que eles próprios escolheram.

Não há na Escola espaço para destacar a figura do aluno. Isto foi notório e muito gratificante para alunos e professor. A função do professor não foi fazer fichas de trabalho com perguntas. Coube ao aluno que, à medida que foi transformando a situação abstracta que imaginou numa situação concreta, que foi criando os problemas.

Esta postura obriga o professor a aprender em simultâneo e com os alunos. Que deve ter imaginação necessária para ir perspectivando novos desafios. O professor pode não ter a resposta pronta, tem de a procurar, com o aluno. Este tipo de posicionamento coloca ao professor enormes desafios e acentua a necessidade de desenvolvimento das suas qualidades pedagógicas.

Mas se pensarmos que se alguém quiser aprender a dançar, escolherá, por certo o melhor dançarino e com certeza que a dançar com ele aprenderá, tentará ser tão bom ou melhor que ele. Ficar junto dos alunos, aprender com eles, discutir ideias e formas de resolução das tarefas. Errar, discutir o erro, percebê-lo e corrigi-lo. Haverá melhor maneira de estar na Escola?

Quando o grupo do João, da Filipa, do Victor e do Miguel afirmavam que o seu robot andava para trás porque o programa estava mal feito, o professor poderia ter-lhes dito naquele instante que os motores estavam trocados mas preferiu dar-lhes pistas, sentar-se do lado deles, analisar com eles o programa, com o objectivo de os obrigar a tomar decisões. Mas a sua insegurança não os deixava pensar e analisar. Estavam tão crentes que programar era difícil e complicado, que não conseguiram ouvir o que o professor lhes quis transmitir. O facto de viverem a angústia, mesmo que por pouco tempo, fê-los

acreditar que afinal tinham conseguido entender o código e que a solução era simples. Afinal a construção do robot também é importante.

Cada tarefa pode ser resolvida de uma maneira diferente. E é essa diversidade de soluções que transformam cada situação numa situação única, que nunca aconteceu antes e que provavelmente com outro grupo de alunos, com outro professor acontecerá de forma diferente porque provavelmente enfrentarão outros problemas, encontrarão soluções diferentes.

O que aprende um professor que se limita a dar aos alunos uma tarefa cuja solução ele já conhece? Se já sabe, não precisa aprender. O maior obstáculo para aprender, é já saber! Quem já sabe, não precisa de procurar soluções, de estudar, de pesquisar, de discutir ideias. Será esta a situação ideal para a Escola? As Escolas estão emersas em tecnologia. Que diferenças observamos? Qual é a diferença entre o ensino dito tradicional? Então o que se espera do professor? Será mesmo necessário na sala de aula?

Da mesma forma que para aprender a dançar se procura o melhor dançarino, para aprender a aprender procura-se alguém que queira aprender, para com ele construir novos conhecimentos e novos desafios.

Usar os robots no contexto de sala de aula pode proporcionar o desenvolvimento de situações únicas. Dar a possibilidade aos alunos de mobilizar as suas capacidades para responder a situações difíceis e complicadas, para desenvolver o que acham que são problemas aliciantes, transforma os alunos, o professor e acima de tudo a Escola.

O ambiente de sala de aula evidenciou características que incentivam e promovem situações de aprendizagem únicas: i) a oportunidade de experimentar, testar e errar; ii) aprender com outros, sem reservas, predefinições e principalmente sem a ideia de medir a aprendizagem através de testes ou exames – aprender pela descoberta, pela partilha reflectida de ideias; e iii) a possibilidade que foi dada aos alunos de escolherem com quem, o quê e quando aprendem.

19 Limitações

Ao longo da escrita deste trabalho, procurei transportar o leitor para o contexto da sala de aula, partilhando e descrevendo situações com o objectivo de o levar a imaginá-las e vivenciá-las.

Transcrever algumas situações fez-me reflectir sobre elas e revivê-las de outra forma, de uma outra perspectiva. Naturalmente concluí que muitas outras questões poderiam ter sido formuladas e que sem dúvida teriam exigido uma recolha de dados diferente.

Provavelmente os mentores da investigação qualitativa dirão que as todas as actividades decorreram em ambiente natural e isso permitiu perceber de forma clara a maneira como os alunos se comportam e pensam nesse ambiente mas no meu papel de professora, grande parte do meu tempo é passado a questionar, experimentar e a criar muitos obstáculos aos alunos. É a minha forte envolvência com os alunos e com os seus trabalhos que me têm permitido experimentar novas dinâmicas e transformam a sala de aula num espaço dinâmico e em constante construção. Mesmo tendo consciência que precisava de dirigir a minha observação para a investigação, a verdade é que sinto que foi muito difícil uma observação mais atenta e mais isenta, pelo que sinto não ter conseguido traçar uma linha clara que separasse o meu papel de professora do de investigadora. Esta questão deve ser objecto de reflexão já que a investigação científica neste domínio da educação deve preservar princípios de objectividade e rigor de que é necessário apresentar evidência

A necessidade de restringir a recolha de dados à elaboração de apenas um projecto por questões temporais foi um factor que não evidenciou a aprendizagem. Teria sido muito interessante analisar o desenvolvimento dos projectos que se seguiram e que tiveram como objectivo a participação dos alunos num torneio interEscolas. Depois de terem concretizado um projecto, depois de terem vivido constrangimentos e sucessos, como defrontariam o desenvolvimento de outro projecto. Seria mais interessante ainda ter a hipótese de alargar uma investigação dessas para além de um único ano lectivo, com os

mesmos alunos. Que projectos escolheriam num segundo ano de robótica? Até onde os levaria a sua imaginação?

20 Recomendações e trabalhos futuros

Apesar da experiência e vivência nesta área ter já quatro anos, reflectir sobre as potencialidades desta tecnologia leva-me a olhar em frente e ver um caminho longo e com imensas possibilidades. A ideia da Escola como um espaço de partilha, onde professores e alunos possam partilhar momentos de aprendizagem únicos. Parece-me interessante pensar em projectos suficientemente criativos mas alargados a outras disciplinas como Programação de Computadores.

O grande desafio reside na elaboração de propostas que não se limitem a definir um conjunto de exercícios em fichas de trabalho, completamente alheios aos interesses dos alunos mas sim de cenários que eles próprios possam criar, sempre com a supervisão do professor e que lhes permitam assumir o papel de investigadores, pequenos investigadores, acompanhados pela criatividade do professor.

A integração na Escola de tecnologias, não com o objectivo de o professor ensinar a usar mas partindo do pressuposto que os alunos já sabem e que essa tecnologia será apenas um mediador entre o aluno e a aprendizagem.

Referências

Bardram, J. (1998). Designing for the dynamics of cooperative work activities.

Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work, Seattle, United States, 89-98. Consultado em 11 de Junho de 2009 através de <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=289444.289483>

Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, K., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics into early childhood education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 1, 123-145. Consultado em 11 de Junho de 2009 através de http://greenframingham.com/stem/research/item1_earlychildhood_designcourse_BersITCE.pdf

Bishop, A.J. (1988). *Mathematical enculturation: a cultural perspective on mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Bogdan, R., Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Breazeal, C. (2000). Proto-conversations with an anthropomorphic robot. *Proceedings of the 9th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, Osaka, Japan, 328—333. Consultado em 11 de Junho de 2009 através de <http://robotic.media.mit.edu/pdfs/conferences/Breazeal-RoMan-2000.pdf>

Chella, M. T. (2002). Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com Superlogo. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, não publicada, Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação (FEEC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas. Consultado em 15 de Junho de 2009 através de http://www.nied.unicamp.br/~siros/doc/artigo_sbc2002_wie_final.PDF

Decreto-Lei n.º 74/2004. *Diário da República – I Série A*, n.º 73 - 26 de Março de 2004, pp.1931-1942.

- Duckworth, E. (1972). The having of wonderful ideas. *Harvard Educational Review*, 42(2), 217-231.
- Edwards, R., Ramson, S., & Strain, M. (2002). Reflexivity Towards a theory of lifelong learning. *International Journal of Lifelong Education*, 21 (6), 525-536.
- Engeström, Y. (1987). Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research. Consultado em 18 de Junho de 2009 através de <http://lchc.ucsd.edu/MCA/Paper/Engestrom/expanding/intro.htm>
- Engeström, Y. (1999a). Activity theory and individual and social transformation. In Y. Engestrom, R. Miettinen, & R.-L. Punamaki (Eds.), *Perspectives on activity theory* (pp. 19-38). New York: Cambridge University Press.
- Engeström, Y. (1999b). Innovative learning in work teams: Analysing cycles of knowledge creation in practice. In Y. Engeström, R. Miettinen, & R.L. Punamaki (Eds.), *Perspectives on activity theory* (pp. 377-404). New York: Cambridge University Press.
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education Work*, 14 (1), 133-156.
- Engeström, Y. (2005). Knotworking to Create Collaborative Intentionality Capital in Fluid Organizational Fields. In M. M. Beyerlein, S. T. Beyerlein, & F. A. Kennedy (Eds.). *Collaborative Capital: Creating Intangible Value*. Amsterdam: Elsevier.
- FitzSimons, G. (2003). Implications from Engeström's concept of expansive learning for enriching learning cultures in VET. Keynote address. In J. Searle, I. Yashin-Shaw, & D. Roebuck (Eds.). *Proceedings of the 11th Annual International Conference on Post-Compulsory Education and Training* (1), 201-212. Consultado em 12 de Junho de 2009 através de <http://www.education.monash.edu.au/research/publications/copies/fitzsimonsimplications.pdf>

Freire, P. (1995). *Pedagogia da Autonomia*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Gaspar, L. (2007). *Os Robots nas aulas de informática: plataformas e problemas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Informática, não publicada, Universidade da Madeira, Madeira.

IFR Statistical Department (2008). *World Robotics Report*. Consultado em 24 de Janeiro de 2008 através de http://www.worldrobotics.org/downloads/2008_First_News_of_Worldrobotics.pdf

Jonassen, D.H. (2000). Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking. New Jersey: Prentice Hall.

Kafai, Y., & Resnick, M. (1996). *Constructionism in practice. Design, thinking and learning in a digital world*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Kuutti, K. (1995). Activity Theory as a potential framework for human-computer interaction research. In B. Nardi (Ed.), *Context and Consciousness: Activity Theory and Human Computer Interaction* (pp. 17-44). Cambridge, MA: MIT Press.

Lego Mindstorms Education (2006). NXT User Guide. Consultado em 25 de Novembro de 2008 através de http://www.lego.com/education/school/default.asp?locale=2057&pagename=dsnxt&l2id=3_2&l3id=3_2_5&l4id=3_2_5_3

Leont'ev, A. N. (1978). Activity, Consciousness, and Personality. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Leont'ev, A.N. (1977). Activity and consciousness, in, Philosophy in the USSR: problems of dialectical materialism. Moscow: Progress Publishers.

Ministério da Educação (2000). Documento de Trabalho da Revisão Curricular. Consultado em 4 de Junho de 2009 através de http://www.edunau.pt/Downloads/programas_homologados/area_projecto_e_proj_tecnologico.pdf

Ministério da Educação (2003). Documento Orientador da Revisão Curricular do Ensino Secundário. Consultado em 9 de Junho de 2009 através de http://www.min-edu.pt/ftp/docs_stats/SECUNDARIO.pdf

Mwanza, D. (2002). Towards an activity-oriented design method for HCI research and practice. Tese de Doutoramento apresentada à Open University, United Kingdom.

Mwanza, D., & Engeström, Y. (2003). Pedagogical adeptness in the design of e-learning environments: experiences from the Lab@Future Project. Proceedings of E-Learn 2003 International Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education. Phoenix, USA, 1344–1347.

Nardi, B. (1995). Activity theory and human-computer interactions. In B. Nardi (Ed.), Context and Consciousness: Activity Theory and Human Computer Interaction (pp. 7-16) Cambridge, MA: MIT Press.

Negroponte, N., Resnick, M., and Cassell, J. (1997). Creating a Learning Revolution. In Learning Without Frontiers (UNESCO), Technology and Learning Portfolio. Consultado a 13 de Janeiro de 2009 através de

Ocko, S, Papert, S., & Resnick, M. (1987). LEGO, Logo, and Science. Technology and Learning, 2 (1).

Oliveira, R. 2007. A Robótica na Aprendizagem da Matemática: um estudo com alunos do 8º ano de Escolaridade. Dissertação de Mestrado em Matemática para o Ensino, não publicada, Universidade da Madeira, Madeira.

Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas (2nd ed.). New York: Basic Books.

Papert, S. (1985). LOGO: Computadores e Educação. S. Paulo: Editora Brasiliense.

Papert, S. (1993). The children's machine: Rethinking school in the age of the computer. New York: Basic Books.

Papert, S. (1996, 27 de Outubro). Computers in the Classroom: Agents of Change. The Washington Post Education Review. Consultado em 12 de Janeiro de 2009 através de <http://www.papert.org/articles/ComputersInClassroom.html>

Papert, S. (1997). A Família em Rede. Lisboa: Relógio de Água.

Papert, S. (2000). What's the big idea? Towards a pedagogy for idea power. IBM Systems Journal, 39 (3-4), 720-729.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1967). The Child's Conception of Space. New York: W. W. Norton & Co.

Resnick, M. (2002). Rethinking Learning in the Digital Age. In G. Kirkman (Ed.), The Global Information Technology Report: Readiness for the Networked World. Oxford: Oxford University Press. Consultado em 9 de Fevereiro de 2009 através de http://www.cid.harvard.edu/cr/pdf/gitrr2002_ch03.pdf

Resnick, M. (2004). Edutainment? No Thanks. I Prefer Playful Learning. Associazione Civita, 1 (1), 2-4. Consultado em 23 de Janeiro de 2009 através de <http://ilk.media.mit.edu/papers/edutainment.pdf>

Resnick, M., & Ocko, S. (1991). LEGO/Logo: Learning through and about design. In I. Harel, & S. Papert (Eds.), *Constructionism: Research reports and essays, 1985-1990*. Norwood, N.J.: Ablex Publishing Corporation. Consultado em 20 de Janeiro de 2009 através de <http://llk.media.mit.edu/papers/ll.html>

Resnick, M., & Silverman, B. (2005). Some Reflections on Designing Construction Kits for Kids. *Proceedings of Interaction Design and Children conference*, Boulder, Colorado, 117-122.

Ribeiro, C. (2006). RobôCarochinha: Um Estudo Qualitativo sobre a Robótica Educativa no 1º ciclo do Ensino Básico. Dissertação de Mestrado em Educação, não publicada, Universidade do Minho, Braga

Ribeiro, I. (s/d). Robots móveis. Consultado em 22 de Janeiro de 2009 através de <http://users.isr.ist.utl.pt/~mir/pub/robots-moveis.pdf>

Rocha, R. (2006). Utilização de Robótica Pedagógica no processo de ensino-aprendizagem de programação de computadores. Dissertação de Mestrado em Educação Tecnológica, não publicada, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET – M4, Belo Horizonte.

Santos, E., Fermé, E., & Fernandes, E. (2006). Droide Virtual: Utilização de Robôs na Aprendizagem Colaborativa da Programação Através da WEB. Consultado em 20 de Janeiro de 2009 através de http://dme.uma.pt/projects/droide/portal/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=7&Itemid=21

- Santos, M., & Matos, J. F. (2008). The Role Of Artefacts In Mathematical Thinking: A Situated Learning Perspective. In A. Watson, & P. Winbourne (Eds.), *New Directions for Situated Cognition in Mathematics Education* (pp.179-204). US: Springer
- Schrage, M. (1999). *Serious Play*. Cambridge, MA: Harvard Business School Press.
- Silva, Porfírio. (2007). *Robótica Institucionalista: As ciências do artificial como ciências do humano*. Tese de doutoramento apresentada à Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Vygotsky, L. M. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Waite, T. (2005). *Activity Theory*. Indiana: Indiana University.

Anexos

Anexo 1

Requerimento ao Conselho Executivo

Exma. Senhora Presidente do
Conselho Executivo da
Escola Secundária de Camões

Paula Cristina Rolo Abrantes, Professora de Informática desta Escola, vem requer a V. Ex.^a autorização para proceder à recolha de dados, nomeadamente resposta a inquéritos, questionários ou entrevistas e de filmagens e/ou gravação de algumas aulas de AP_Robots, até ao final do 2º período, nas turmas D e E, do 12º ano. Estas aulas decorrem às segundas e quartas-feiras, das 13:30 às 15:00.

Os referidos registos visam a obtenção de dados num estudo relacionado com a utilização de estratégias baseadas nas novas tecnologias, nomeadamente a utilização de robots na sala de aula, que promovam melhores aprendizagens. O estudo surge no âmbito da elaboração da dissertação de Mestrado em TIC e Educação, do Departamento de Educação, da Faculdade de Ciências, da Universidade de Lisboa.

Oportunamente, serão informados os respectivos Directores de Turma e será solicitado aos Encarregados de Educação as devidas autorizações para a participação dos seus educandos neste estudo.

Lisboa, 16 de Setembro de 2008

Pede deferimento

(Paula Cristina Rolo Abrantes)

Anexo 2

Informação ao Director de Turma

Escola Secundária de Camões
Área de Projecto – Robots
Ano Lectivo 2008/2009

Exma. Senhora
Directora da Turma __, do 12º ano

Pretendo realizar um estudo relacionado com a utilização de estratégias de ensino/aprendizagem baseadas nas novas tecnologias, nomeadamente a utilização de robots na sala de aula, que promovam melhores aprendizagens.

O estudo insere-se na elaboração de uma dissertação referente ao 2º ano do Mestrado em TIC e Educação, do Departamento de Educação, da Faculdade de Ciências, da Universidade de Lisboa.

Para a realização do estudo e elaboração da dissertação, necessito do contributo dos meus alunos da AP-Robots, nomeadamente na resposta a inquéritos, questionários ou entrevistas e de filmagens e/ou gravação de aulas.

Por esse motivo, venho informar V. Exa. que irei fazer a recolha dos dados acima referidos nas aulas de AP-Robots.

Os dados recolhidos terão um carácter **confidencial**, servindo apenas para a fundamentação da parte empírica da dissertação, **pelo que não serão difundidos**.

Informo, ainda, que já pedi autorização ao Conselho Executivo desta Escola.

Agradeço desde já a atenção dispensada,

Com os melhores cumprimentos,

A Professora de AP-Robots

(Paula Abrantes)

Anexo 3

Autorização do Encarregado de Educação

Escola Secundária de Camões
Área de Projecto – Robots
12º E
Ano Lectivo 2008/2009

Exmo(a). Senhor(a) Encarregado(a) de Educação

Chamo-me Paula Abrantes e sou a Professora de AP-Robots do seu educando. Pretendo realizar um estudo relacionado com a utilização de estratégias de ensino/aprendizagem baseadas nas novas tecnologias, nomeadamente a robótica, que promovam melhores aprendizagens.

O estudo insere-se na elaboração de uma dissertação referente ao 2º ano do Mestrado em TIC e Educação, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Para a realização do estudo e elaboração da dissertação, a necessito do contributo do seu educando, nomeadamente na resposta a inquéritos, questionários ou entrevistas e de filmagens e/ou gravação de aulas.

Por esse motivo, venho pedir a sua autorização para a participação do seu educando no estudo e dos contributos acima referidos.

Os dados recolhidos terão um carácter **confidencial**, servindo apenas para a fundamentação da parte empírica da dissertação, **pelo que não serão difundidos**.

Agradeço desde já a atenção dispensada,

Com os melhores cumprimentos,

A Professora de AP-Robots

(Paula Abrantes)

Lisboa, 26 de Setembro de 2008

Tomei conhecimento:

A Presidente do Conselho Executivo

A Directora de Turma

(Dra. Isabel Ramos)

(Dra. Catarina Leal)



Eu, _____ Encarregado(a) de Educação do(a)
aluno(a) _____, n.º _____, da turma E, do 12º ano, autorizo o
meu educando a contribuir com a sua participação para a dissertação de mestrado da Professora de AP-
Robots, Paula Abrantes

Lisboa, 26 de Setembro de 2008

Assinatura do Encarregado de Educação

Anexo 4

Proposta de Projecto



Escola Secundária de Camões

*Caminhava lenta e
esbarrei contra qualquer
disse, e retomei a marcha
Desculpara-me perante um
pública!*



Sheila com cinco anos de idade

*cautelosamente... quando
coisa. "Peço imensa desculpa»,
apenas para colidir de novo...
candeeiro de iluminação*

Situações embaraçosas como esta eram frequentes na vida de Sheila Hocken, totalmente cega desde os últimos anos da adolescência. E prolongaram-se até ela conhecer uma cadela labrador cor de chocolate chamada “Ema” .

Esta é a história comovente e animadora de uma jovem e do seu cão-guia, de como aprenderam a trabalhar e a brincar juntos e de como , “Ema” trouxe à sua dona uma liberdade miraculosa, a possibilidade de sair do seu mundo confinado, de viver uma vida cheia e proveitosa.

QUANDO tinha quatro anos, consegui descer a vereda do jardim da minha casa até ao portão da frente. Estendendo uma das mãos, percorri com os dedos o ferro forjado até encontrar o fecho. Depois abri o portão, saí para o passeio e aí me detive, uma figura minúscula envergando um vestido de veludo, à escuta. Procurando ouvir outras crianças. À escuta, porque era essa a única forma que me permitia saber se elas estavam lá fora a brincar.

Do outro lado da rua ouvi vozes de crianças e o som de uma bola batendo contra uma parede. Chamei-os:

— Olá! Posso ir brincar com vocês? Posso ir jogar?

A bola deixou de saltar e um dos garotos respondeu:

— Não. Mesmo que tentasses não conseguias. *Zarolha!*

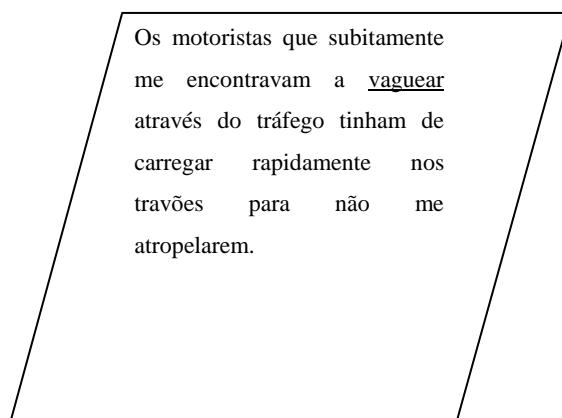
Voltei as costas e, de regresso a casa, ouvi a bola recomeçar a saltar. Estava perplexa, mas não me sentia magoada, pois não imaginava sequer o significado do epíteto que o rapaz utilizara.

— Mãe! Mãe, que quer dizer zarolha? Porque é que os outros meninos me chamam sempre isso? Porque é que não me deixam brincar com eles?

A resposta de minha mãe era sempre a mesma: «Sheila, eles são maus. Não deves tentar brincar com eles. Zarolha é um nome muito feio.» Depois mudava de assunto e trazia-me o meu urso de peluche. Brincávamos juntas e em breve me esquecia do incidente.

seguí para a próxima... . . .

acabei por percorrer oito quilómetros em sentido inverso



Os motoristas que subitamente
me encontravam a vaguear
através do tráfego tinham de
carregar rapidamente nos
travões para não me
atropelarem.

Quase imediatamente, choquei contra qualquer coisa.

Mas porque não tem um cão-guia?

Vamos imaginar que você está a dizer ao cão para andar para a frente.

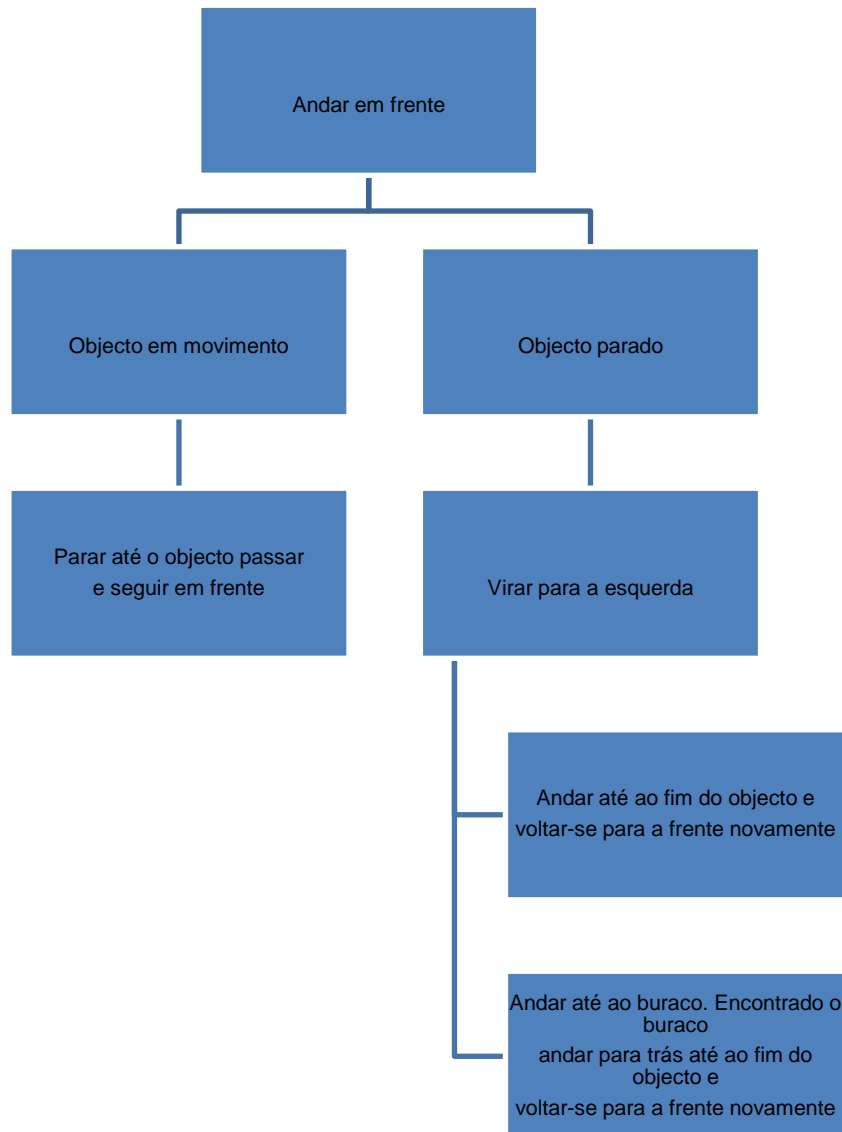
Os cães-guias são treinados para pararem e se sentarem junto da beira dos passeios

Nota: Ver os links disponíveis na disciplina - Moodle.

Anexo 5

Esquema de uma solução

(Grupo 1)



Com os motores B e C pusemos o robot a andar para a frente até encontrar um objecto

Utilizámos o Sensor sonar para detectar os objectos, quando eles começam e acabam, se estão em movimento ou se permanecem no mesmo lugar.

Se ao contornar o objecto for encontrado um buraco, com o sensor de luz, o robot deve voltar para trás e contornar o objecto pelo outro lado.

No fim encontrava-se um objecto pequeno (não detectável pelo Sonar) que servia para terminar o programa quando o sensor de toque lhe tocasse.

Anexo 6

Programa – Grupo 1

Programas do Grupo 1

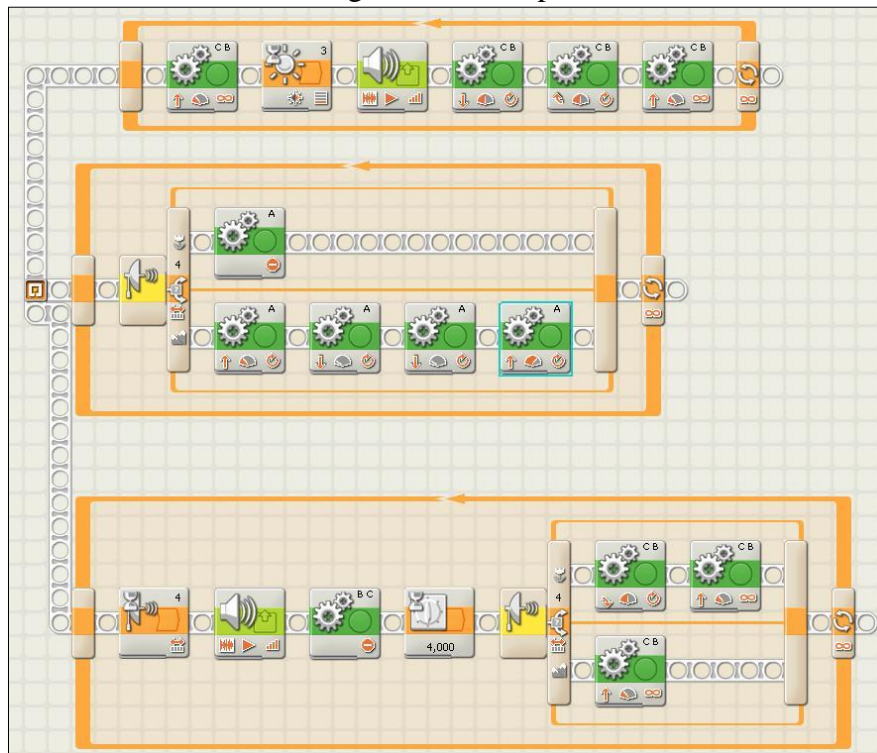


Fig.4 Esquema na programação na plataforma NXT

```

1  task main ()
2  {
3      SetSensorType(S3, sensorLightActive);
4      SetSensorType(S4, sensorSONAR);
5      nMotorEncoder[motorA] = 0;
6      while (1==1)
7      {
8          while(nMotorEncoder[motorA]<45)
9          {
10             motor[motorA]=20;
11         }
12         nMotorEncoder[motorA]=0;
13         while (nMotorEncoder[motorA]>--45)
14         {
15             motor[motorA]==-20;
16         }
17         while (SensorValue(S3) > 30 && SensorValue(S4) > 30)
18         {
19             motor[motorB] = 50;
20             motor[motorC] = 50;
21         }
22
23         motor[motorB] = 0;
24         motor[motorC] = 0;
25         wait1Msec (1000);
26     }
27 }
28
29

```

Fig. 5 Programa na plataforma RobotC