

## ROBÔCAROCHINHA: UM ESTUDO SOBRE ROBÓTICA EDUCATIVA NO ENSINO BÁSICO

**Célia Ribeiro**

IEP - Universidade do Minho  
celrose@portugalmail.pt

**Clara Coutinho**

IEP - Universidade do Minho  
ccoutinho@iep.uminho.pt

**Manuel Filipe Costa**

DF - Universidade do Minho  
mfcosta@fisica.uminho.pt

### Resumo

A Robótica, ainda que emergente, tem vindo a afirmar-se como uma ferramenta pedagógica extremamente útil em especial ao nível da educação científica e tecnológica. Neste contexto, o 1º ciclo do Ensino Básico tem constituído o parente pobre, sendo relativamente escassos os estudos da aplicabilidade desta ferramenta neste nível de ensino. Este trabalho visa contribuir para colmatar esta lacuna, na medida em que se estuda o desenvolvimento de um projecto de Robótica que envolve a construção e a programação de robôs Lego Mindstorms por alunos do 1º ciclo. O projecto passou pela dramatização com os robôs da história popular da “Carochinha”. Cada um dos robôs envolvidos representava uma das personagens da história e tinha que seguir um conjunto de passos que emergiam da própria sequência dos acontecimentos da mesma. O estudo desenvolvido foi organizado em várias fases tendo incluído uma etapa de aprendizagem dos conceitos envolvidos por parte dos alunos participantes e o desenvolvimento da “peça” propriamente dita. Foram trabalhadas competências ao nível da Matemática, das Ciências, da Língua Portuguesa e das Expressões Dramática, Musical, Plástica e tecnológica. Em termos metodológicos optou-se por um desenho de cariz qualitativo, mais concretamente por um estudo de caso. Foram usados como instrumentos de recolha de dados a observação directa, a filmagem em vídeo, questionários e entrevistas aos participantes e ainda os documentos produzidos pelos alunos. Estes últimos foram usados para aferir da evolução dos alunos ao longo do projecto. Foram analisadas as competências trabalhadas, bem como a relação destas com a teoria construtivista e construcionista do processo de ensino/ aprendizagem.

**Palavras-chave:** Robótica Educativa, Construcionismo, 1º ciclo Ensino Básico

### Abstract

Robotics has become a very useful emergent pedagogical tool in the last few years, specially in the scientific and technological education. In this scenario, elementary education has been disregarded, being quite scarce the studies regarding the applicability of this tool to this teaching level.

This work aims at making a contribution to minimize this problem, describing a study that involves the development of a Robotics project, that included the construction and programming of Lego Mindstorms robotics kits by elementary school students. The project has consisted in the dramatization of the popular tale “Carochinha”. Each robot represented one of the characters in the play, that has to follow a number of steps that emerged from the sequence of events in the tale.

The project was organized in a number of stages, including a learning initial phase where the students had to become acquainted with the main concepts involved in Robotics. Next, the dramatization of the play itself took place. A number of skills were involved in the areas of Mathematics, Science, Portuguese Language, Drama, Music and Visual Arts.

The study was of a qualitative nature, consisting in a case study. A number of instruments were used to gather data, namely direct observation, video filming, questionnaires, interviews and also documents produced by the students. These were used to evaluate the evolution of the students along the project and their attitudes. The skills needed to the activities were analyzed as well as the relationship with the constructivist/construcionist approaches to the learning processes.

**Keywords:** Educational Robotics, Constructionism, Elementary school

## 1. Introdução

### 1.1 Contextualização e motivação

A procura de novas ferramentas que sejam eficazes no processo de ensino/ aprendizagem faz parte das aspirações de qualquer profissional de educação. O objectivo último de qualquer professor é uma ferramenta que motive os alunos e potencie a aprendizagem do leque mais abrangente possível de conteúdos. Periodicamente, surgem alguns instrumentos inovadores que lançam uma luz de esperança sobre professores, alunos, pais e encarregados de educação. Algumas destas ferramentas vingam no competitivo mundo da educação e vencem o árduo teste dos tempos ... outras não e acabam por permanecer como lembranças longínquas apenas na memória de alguns.

Nenhum instrumento tem oferecido tantas esperanças à educação como as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Estas têm fomentado promessas, de grandes revoluções ... embora o seu impacto nas salas de aula dos níveis mais elementares da educação ainda esteja muito longe de atingir

os níveis desejados. De qualquer forma, é hoje inegável que as TIC desempenham já um papel importante como ferramentas privilegiadas ao serviço dos professores e da educação em geral e a questão que se coloca já não é se devemos ou não utilizar as TIC em contexto educativo, mas antes como devemos utilizá-las para delas tirar o melhor proveito.

Neste contexto, surge a Robótica Educativa (RE) que se tem vindo a afirmar progressivamente no panorama educativo ao longo dos últimos anos. De facto, potenciado pelo grande desenvolvimento tecnológico, com a importante evolução nas tecnologias da construção e programação de robôs, bem como a baixa progressiva dos custos, este novo campo tem conhecido importante desenvolvimento.

O potencial educativo desta nova ferramenta no ensino/aprendizagem em diversas áreas, com especial relevo para a Matemática, as Ciências Físicas e Naturais e a Educação Tecnológica tem sido motivo de entusiasmo por todos os actores deste processo, quer professores, quer alunos e mesmo encarregados de educação. Mas se é inegável o entusiasmo de todos aqueles que já a utilizam no quotidiano, ou mesmo daqueles que apenas tiveram oportunidade de uma experiência esporádica, muitas questões permanecem em aberto na utilização desta ferramenta nos diversos contextos educativos.

De facto, a utilização da Robótica em tarefas pedagógicas não tem progredido de forma homogénea, tratando-se ainda de casos isolados e não de uma estratégia sistemática de adopção de uma nova ferramenta e sua inclusão nos currículos dos diversos níveis de ensino. Muitas razões se perfilam para este facto, desde a falta de formação dos professores, ao custo dos materiais, à inexistência de materiais pedagógicos desenvolvidos que possam ser trabalhados por professores e alunos na sala de aula.

Muitas das questões anteriores dever-se-ão, sem dúvida, à prematuridade desta tecnologia e da sua aplicação neste contexto e serão resolvidos com naturalidade com a evolução da mesma. Neste processo, será importante que as Ciências da Educação cumpram o seu papel e desenvolvam estudos que respondam a questões como as seguintes:

- Os alunos aprendem com a Robótica?
- De que forma é que os alunos aprendem e em que medida esta aprendizagem difere da potenciada por outras ferramentas?
- Que faixas etárias têm mais a ganhar com esta ferramenta?
- Que tipos de conteúdos se podem ensinar com a Robótica?
- Que diferenças individuais (e.g. sexo) existem que possam condicionar a aprendizagem dos alunos, quando estes se envolvem em actividades de RE?

Trata-se indubitavelmente de uma tarefa grandiosa e ainda mais o será poder transformar estas respostas numa verdadeira inclusão da RE nos sistemas de ensino. Mas desta tarefa e dos seus resultados dependerá o futuro desta tecnologia como uma ferramenta poderosa a dar os seus frutos no panorama da Educação ou apenas como mais uma esperança que se desvaneceu ...

## **1.2 Objectivos**

A questão geradora da investigação realizada no âmbito deste estudo foi a seguinte:

“A Robótica constitui um instrumento apropriado para que crianças, alunos do 1º ciclo do Ensino Básico, possam aprender, adquirindo competências que contribuam para a sua formação de base?”

Esta questão poderá ser segmentada nos seguintes aspectos:

- Será que as actividades de Robótica motivam os alunos do 1º ciclo do Ensino Básico para a aprendizagem?
- A utilização de kits de RE que permitem a construção e programação de robôs, é adequada para o nível etário do 1º ciclo do Ensino Básico?
- Que componentes dos programas do 1º ciclo do Ensino Básico podem ser abordados recorrendo à implementação de actividades de RE?
- Serão as actividades de RE susceptíveis de promover a aquisição de competências do 1º ciclo do Ensino Básico e em caso afirmativo quais?

## **2. Robótica Educativa**

Desde há décadas que vêm sendo desenvolvidas em diversos pontos do mundo experiências com a utilização da Robótica como ferramenta educativa, com especial incidência ao nível do ensino universitário, mas envolvendo em alguns casos o ensino secundário ou básico. É claro que se pode pensar a introdução da Robótica no ensino como mais um conteúdo, a ensinar ou explicar aos alunos, numa perspectiva mais tradicional (Teixeira, 2006). Esta será porventura uma prática de alguns cursos universitários mais técnicos relacionados com a electrónica ou a automação. Neste trabalho referir-se-á sempre aqui a Robótica Educativa na perspectiva de uma ferramenta abrangente, que pode ser usada nos diversos níveis de ensino e como forma de abordar diversos conteúdos sendo integrada no ensino numa perspectiva construtivista.

Chella (2002) oferece uma definição de Robótica Educativa que se insere neste espírito ao defini-la como um “ambiente constituído pelo computador, componentes electrónicos, electromecânicos e programa, onde o aprendiz, por meio da integração destes elementos, constrói e programa dispositivos automatizados com o objectivo de explorar conceitos das diversas áreas do conhecimento”.

### 2.1 A plataforma Lego Mindstorms

Em 1998, fruto de uma colaboração duradoura entre a empresa Lego e o MIT Media Lab surgiu o primeiro kit do sistema Lego Mindstorms, que se baseava no controlador RCX. Este será descrito sucintamente de seguida, uma vez que foi a plataforma utilizada neste estudo. Como nota, já no final do ano de 2006, assistiu-se ao lançamento do novo kit Lego Mindstorms baseado num novo bloco central, o NXT. O kit Lego Mindstorms usado tem na sua base os seguintes componentes de hardware:

#### i) O controlador RCX

Constitui a unidade de controlo de todos os robôs que podem ser construídos com o kit (Figura 1). Este componente é o cérebro do robô executando os programas que são carregados na sua memória e sendo capaz de interagir com o ambiente a partir de sensores e actuadores (tipicamente motores).



Figura 1 - O RCX: a unidade de controlo do sistema Lego Mindstorms e respectivos interfaces

Os seus interfaces de entrada permitem a ligação de três sensores e as saídas permitem comandar três dispositivos de saída, tipicamente motores (Figura 1). O RCX possui um visor LCD que transmite informações ao utilizador como sejam o estado das baterias, o programa seleccionado ou o estado das portas de entrada/saída. Possui ainda um altifalante que permite emitir sons, tornando-o capaz inclusive de reproduzir algumas músicas.

Em termos de hardware o RCX contém um microcontrolador e memória RAM próprias sendo capaz de executar programas. Para comunicar com o exterior o RCX possui um emissor/ receptor de infra-vermelhos que lhe permite comunicar com o computador.

#### ii) Sensores

Os sensores que são suportados para recolher informação do ambiente e a transmitir ao controlador. Em todos os kits básicos são incluídos: sensores de toque que permitem detectar obstáculos pelo toque, sendo essencialmente uma espécie de interruptor que é fechado quando é pressionado e aberto quando o sensor é largado e sensores de luz, capazes de medir a intensidade luminosa de uma dada fonte.

#### iii) Motores

O RCX possui 3 saídas nas quais se pode fazer variar a tensão e que pode ser usado para acender/apagar uma lâmpada ou ligar os motores que vêm incluídos nos kits e que podem servir para diversos tipos de actividades mecânicas. A tensão da saída pode variar entre determinados limites, permitindo ao nível da programação que se especifique o grau da força a aplicar nos motores.

#### iv) Peças para construção

Uma das vantagens do sistema Lego Mindstorms passa pela possibilidade de utilização, no processo de construção do robô, de todas as peças disponíveis no catálogo da Lego. Deste modo, torna-se possível uma infindável série de construções distintas. Os kits de educação trazem um conjunto de várias centenas de peças técnicas que incluem peças de construção, vários tipos de rodas e jantes, bem diversos tipos de conectores, permitindo construir eixos, braços articulados, rodas dentadas, alavancas, roldanas e muitos outros artefactos mecânicos.

#### v) Ferramentas de programação

Neste trabalho foi usado o Robolab como ferramenta de programação dos robôs. Esta foi desenvolvida por uma parceria entre a Lego, a National Instruments e a Tufts University, possuindo diversos níveis de utilização que permitem uma evolução dos seus utilizadores que vão sendo aumentadas as suas potencialidades, tornando um pouco mais complexo o processo de programação. O Robolab tem a

sua base na programação visual ou icónica. Com o desenvolvimento do Robolab pretendeu criar-se um software suficientemente simples para ser acessível quer a crianças, quer a adultos mas que não limitasse as potencialidades dos equipamentos (Portsmore et al, 2001).

### **2.3 Estado da arte da Robótica Educativa**

Nesta secção pretende-se fazer uma resenha dos mais importantes projectos e iniciativas que foram sendo desenvolvidas ao longo das últimas décadas ao nível da RE. Neste âmbito, será incontestável que as competições ocupam um lugar de grande destaque, constituindo-se como as iniciativas que envolvem uma maior quantidade de participantes (alunos, professores e pais). Este tipo de actividades exerce sobre todos, em especial sobre as crianças, um grande fascínio, motivando níveis de participação e de entusiasmo normalmente bastante elevados. Podem, neste contexto salientar-se as seguintes iniciativas:

- First Lego League (FLL) – Trata-se de uma competição que envolve alunos dos níveis de ensino básico, com idades compreendidas entre os 9 e os 16 anos. Nasceu nos Estados Unidos de uma parceria entre a organização FIRST e a Lego. A primeira competição data já de 1992 e a adesão tem vindo a crescer anualmente. No ano 2005/2006, participaram já 7500 equipas envolvendo cerca de 60000 jovens de 32 países (incluindo Portugal). Em cada ano a competição aborda temas distintos, tendo sido já tratados temas como os oceanos, a exploração de Marte ou a questão dos deficientes físicos. Em 2006, a FLL abordou a Nanotecnologia. Em cada ano, são lançados diversos desafios que as equipas (de 5 a 10 elementos) tentam resolver. Ao final de algum tempo (tipicamente cerca de 8 semanas) dedicados à construção dos robôs usando os kits da Lego Mindstorms e de treinos, as equipas disputam provas regionais e nacionais, sendo as melhores seleccionadas para a final mundial.

- RoboCup Júnior – No âmbito do projecto RoboCup, e com a parceria do Lego Lab na Dinamarca, a partir de 1999 foram organizadas também competições destinadas a crianças entre os 9 e os 14 anos, num projecto que foi designado por RoboCup Jr. (Lund e Pagliarini, 1998). Nesta competição cada equipa tem dois robôs autónomos que disputam um jogo de futebol contra outra equipa num campo que não pode ultrapassar os 3 metros. A construção dos robôs é relativamente livre desde que as dimensões não ultrapassem os 22 cms em diâmetro e altura. Tipicamente, a plataforma Lego Mindstorms serve de base aos robôs mas estes podem ser adaptados com diferentes sensores e actuadores. Em anos mais recentes, existem já diversas equipas a construir os seus robôs de raiz.

O sucesso desta prova levou a que fossem aparecendo outras competições que foram sendo integradas no projecto. Uma delas, designada por salvamento, consiste num percurso a ser percorrido pelos robôs onde tem que ser seguida uma linha e no caminho alguns objectos (representando vítimas) têm que ser identificados, recolhidos e transportados para outro local (ou em alguns casos simplesmente identificados). Uma outra competição com grande sucesso é a competição de dança, que apareceu para tentar combater alguma prevalência do sexo masculino nestas provas. Nas provas de dança o robô deve ser construído e programado para efectuar uma coreografia ao som de uma dada música. Esta é avaliada por um júri que poderá ainda ter em consideração todos os adereços do robô.

Em Portugal, têm-se realizado diversas provas do projecto RoboCup tipicamente integradas nos festivais nacionais de Robótica que ocorrem já desde 2001. O facto de se ter realizado a principal competição mundial em Portugal, no ano de 2004 trouxe ainda mais animação a esta comunidade.

Mas nem só de competições vive a RE. De facto, muitos outros projectos em numerosas escolas em todo o mundo têm usado a Robótica quer integrada nos currícula quer ao nível de actividades extra-curriculares ou “clubes”. Citam-se em seguida um conjunto de exemplos a nível mundial que podem ilustrar os trabalhos realizados nesta área, dando-se especial relevância aos trabalhos que envolvem alunos de idades correspondentes ao Ensino Básico:

- Uma experiência interessante é reportada por Bers e Urrea (2000) descrevendo um workshop que decorreu na Argentina em Setembro de 1998, onde crianças (dos níveis de escolaridade dos 4º e 5º anos), acompanhadas pelos respectivos pais, passaram 10 dias completos desenvolvendo projectos usando kits de robótica. Neste caso, cada equipa escolhia um projecto, escolhendo os materiais necessários, fazendo a construção e a programação do robô e criando uma narrativa de forma a apresentar o seu projecto aos restantes elementos. Tanto os pais como os alunos foram imersos neste ambiente, trabalhando uma média de 8 horas por dia no projecto, 5 dias por semana, tendo assim bastante tempo para desenvolver os projectos e implementar todas as suas ideias. Cada equipa escrevia um diário sobre a sua experiência que era mantido numa página web.
- Uma das principais instituições no desenvolvimento de trabalhos de Robótica Educativa tem sido a Tufts University. Bers et al (2002) descrevem um estudo realizado com professores ainda em formação que desenvolveram um conjunto de actividades com alunos desde o ensino pré-escolar até ao 2º ano do ensino básico. Este trabalho teve como objectivos trabalhar os aspectos técnicos da Robótica Educativa com um conjunto de experiências práticas, mas também que estes

compreendessem melhor o alcance do trabalho com um ambiente construcionista (este aspecto será apresentado com mais detalhe no próximo capítulo). Alguns exemplos dos projectos desenvolvidos na sala de aula incluem a exploração do conceito de metamorfose com robôs que se transformavam de larvas em borboletas (para alunos de 3 anos), o conceito de equilíbrio através da construção de gruas (para alunos de 4 anos), a noção de ciclo de vida com o exemplo dos girinos e das rãs (para alunos de 5 anos) e finalmente um projecto de construção e programação de um robô capaz de proteger as sementes de uma planta (para alunos dos 1º e 2º anos).

Neste mesmo sentido, é de realçar o trabalho de Hacker (2003) que desenvolveu um workshop em regime extra-curricular com a duração de 11 semanas (2 horas de sessão por semana), com a participação de crianças em níveis escolares entre o 3º e o 6º ano, com o objectivo de promover os conhecimentos de ciência e engenharia. Durante este tempo, e após uma primeira fase onde aprendiam os conceitos básicos, os alunos podiam desenvolver os seus próprios projectos de robótica, que envolviam a construção de robôs e a sua programação e envolviam uma apresentação final do projecto aos pais e à comunidade.

A nível nacional, o programa Ciência Viva constitui-se como uma alavanca ao desenvolvimento de alguns projectos nesta área. Até ao ano de 2006 podiam já consultar-se na rede nacional mais de 20 projectos de Robótica nas escolas. Poder-se-ão, neste âmbito, destacar alguns projectos especificamente na área geográfica do Minho, como sejam os casos do Colégio Teresiano em Braga, da escola CENATEX em Guimarães ou da Escola EB 2,3 de Celorico de Basto (Costa e Fernandes, 2004). Mais recentemente, em 2005, foi aberto no Centro Ciência Viva em Aveiro, o primeiro centro ibérico da Lego Mindstorms.

Um outro projecto importante nesta área diz respeito ao projecto Hands On Science, um projecto coordenado pela Universidade do Minho através do Prof. Manuel Filipe Costa, e que tem como objectivo promover o ensino experimental das ciências ao nível europeu, tendo a participação de 9 países europeus. A RE tem constituído uma das áreas primordiais deste projecto tendo sido já organizados três cursos especificamente dedicados à implementação da robótica nas escolas. Ainda na Universidade do Minho foi aprovado um novo projecto que visa criar um conjunto de kits de robótica e desenvolver um portal web, de forma a que estas ferramentas possam ser usadas por professores do Ensino Básico.

#### **2.4 Fundamentação pedagógica da Robótica Educativa**

A fundamentação pedagógica da RE está fortemente relacionada com o trabalho de Seymour Papert e com a teoria que designou por *construcionismo*. O *construcionismo* tem as suas origens nas teorias construtivistas, o que se compreende melhor ao recordar que o seu criador trabalhou com Jean Piaget durante alguns anos. De facto, o construcionismo pode ser encarado como uma abordagem ao processo de ensino/ aprendizagem baseado nas teorias construtivistas.

A abordagem construcionista defendida por Papert (1980) propõe a ideia de que os seres humanos aprendem melhor quando são envolvidas no planeamento e na construção de objectos ou artefactos que considerem significativos, partilhando-os com a comunidade envolvente. O processo de construção externa do objecto é, em paralelo, acompanhado da construção interior do conhecimento sobre o mesmo. A grande inovação em relação ao construtivismo passa assim pela valorização do papel das construções físicas como suporte das construções intelectuais. Os ambientes computacionais, e a Robótica em particular, constituem ferramentas poderosas para suportar estas novas formas de pensamento e a aprendizagem envolvendo os alunos no desenvolvimento de projectos significativos (Resnick et al, 1996).

As origens do construcionismo podem ser encontradas no grupo dirigido por Papert no MIT a partir dos anos 60 e que ficou bastante conhecido com a linguagem Logo. Este grupo construiu uma visão partilhada da educação que se baseava em quatro pilares essenciais (Bers et al 2002):

i) Aprender, construindo

Resnick (2000) referiu que as interacções das crianças com a tecnologia deveriam ser mais parecidas com pintar os dedos do que com ver televisão. De facto, os computadores e a tecnologia em geral podem complementar as práticas que já estão estabelecidas e estender estas experiências ao “aprender construindo” (Kolodner et al 1998). Esta abordagem envolve os alunos na aprendizagem através da aplicação de conceitos, competências e estratégias para a resolução de problemas relevantes do mundo real, que assim possuem significado e relevância para o aluno. Neste processo os alunos envolvem-se na resolução de problemas, na tomada de decisão e num processo de colaboração (Rogers, 2004). Toda a descrição realizada no capítulo anterior, em relação às actividades de Robótica Educativa encaixa na perfeição nesta filosofia de aprendizagem. De facto, na Robótica os alunos aprendem planeando e construindo, através da resolução sucessiva de novos problemas, causados pelos obstáculos do mundo real e que é necessário resolver para atingir o objectivo final do projecto.

ii) Objectos concretos

Ao nível da educação no 1º ciclo existe uma tradição relevante no uso de materiais de manipulação, como sejam as barras de Cuisenaire. É no seguimento desta tradição que a Robótica

proporciona uma ótima oportunidade para mostrar às crianças um pouco do mundo da tecnologia e dos conceitos subjacentes. De facto, as crianças podem desenhar e criar objectos interactivos, que trabalham conceitos do mundo da engenharia (como sejam rodas, eixos, motores, roldanas, sensores ou alavancas), como ainda são encorajados a integrar materiais artísticos e objectos do dia-a-dia para tornar os seus projectos esteticamente mais agradáveis (e.g. nos concursos de dança).

iii) Ideias poderosas

A comunidade de investigadores ligados ao construcionismo usam o termo “ideia poderosa” para se referir a um conjunto de ferramentas intelectuais que, quando usadas com competência, são realmente “poderosas”, pois permitem novas formas de pensar, não só sobre um domínio em particular mas também acerca do próprio processo de pensamento. Estas ideias são “poderosas” no seu uso, nas suas conexões a outros domínios de conhecimento e interesses pessoais e nas suas raízes. Há um consenso sobre o apoio às crianças na criação de novas ideias por experimentação activa e interacção com o mundo à sua volta. Neste processo as ideias poderosas emergem e deverão encorajadas pelos professores (Bers et al 2002).

iv) Auto-reflexão

A auto-reflexão tem um papel predominante nas ideias construcionistas, relevando-se o processo que leva o autor da aprendizagem a reflectir sobre este processo de forma crítica. Neste contexto, a documentação tem uma grande importância como base para a avaliação do processo de ensino/aprendizagem e respectivo ajuste das estratégias utilizadas. Existem diversas formas de documentar os projectos e este é até um hábito comum nos diversos projectos de RE. De facto, em muitos projectos há uma “necessidade” de mostrar o trabalho realizado através de apresentações, de jornais ou de páginas na web. As competições serão o exemplo mais gritante pois são públicas e levam a que todos sejam confrontados com os resultados do seu trabalho e o apresentem a toda uma comunidade.

## ***2.5 Potencialidades da Robótica Educativa no processo de Ensino/ Aprendizagem***

Discutem-se nesta secção quais as principais potencialidades da RE, a diversos níveis, nomeadamente as competências a desenvolver, os conteúdos que poderão ser abordados e os níveis etários mais adequados. Esta discussão será organizada num conjunto de vertentes que se consideraram relevantes:

i) Motivação e entusiasmo dos alunos

Todos os estudos e investigadores realçam o entusiasmo com que os alunos participam nas actividades e a forma particularmente motivada com que encaram as tarefas que têm que realizar. Em alguns estudos este entusiasmo levou a que os investigadores notassem alunos que queriam trabalhar durante os intervalos (Portsmore et al, 2001), bem como alunos normalmente desatentos que revelavam uma inusitada aplicação nas novas tarefas (Rogers e Portsmore, 2004). Não é de estranhar então que a Robótica seja encarada como uma forma de motivar os alunos para áreas mais “difíceis”, como a Ciência, onde é reconhecida a necessidade de atrair alunos. Resultados positivos a este nível foram relatados por professores envolvidos num curso de Verão de Robótica (Nagchaudhuri et al, 2002) De facto, a Robótica oferece um campo de aplicação prática de muitos conceitos (e.g. da Física e da Matemática) tornando-os acessíveis e úteis para a prossecução de tarefas consideradas como interessantes pelos alunos.

ii) Interdisciplinaridade

A Robótica é claramente uma área multidisciplinar, envolvendo um conjunto de disciplinas como a Física, a Matemática, a Informática ou a Electrónica. Ao nível das actividades de Robótica Educativa é comum a abordagem de outras áreas da Ciência ou das Artes (como as Artes Plásticas, a Dança ou a Música). Desta forma, a Robótica reúne todas as condições para proporcionar um conjunto de actividades interdisciplinares que promovam uma aprendizagem transversal dos diversos temas.

iii) Resolução de problemas

As actividades de Robótica caracterizam-se por proporcionar uma quantidade quase infindável de problemas para os alunos resolverem, que têm como característica o serem inesperados, por vezes mesmo para o professor que coordena a actividade. O facto de estes problemas emergirem do mundo real e serem até por vezes impossíveis de resolver confere-lhes uma dimensão completamente distinta dos simples exercícios de sala de aula, que o aluno sabe que irão ser invariavelmente resolvidos (Teixeira, 2005).

iv) Trabalho em equipa e competências de comunicação

Em quase todas as actividades de Robótica os alunos trabalham em equipas de forma colaborativa com um objectivo comum. Neste processo, envolvem-se na resolução de problemas, o que implica a discussão em grupo das melhores estratégias. Todo este processo é um esforço interessante de comunicação e trabalho de grupo.

v) Imaginação e criatividade

A noção de imaginação emerge do cruzamento de ideias como a percepção, a memória, a ideia, a criação, a emoção e a metáfora. As emoções parecem estar ligadas a imagens mentais: quando imaginamos algo, temos tendência para sentir que é a realidade ou que se apresenta como tal, nem que seja temporariamente (Egan, 1986). Ao conceito de imaginação está claramente associada também a ideia

de “novidade”, por seu vez intimamente relacionada com os processos de resolução de problemas. A evolução do conhecimento humano está ligada a acontecimentos criativos de pensadores que olharam o mundo com uma visão inquiridora e partiram para a formulação de novas ideias. Os processos de construção e programação de robôs envolvem todo este processo de criatividade convidando os alunos a inovarem no processo de resolução de situações problemáticas.

vi) Raciocínio lógico e pensamento abstracto

Os processos de planeamento de um robô e da sua programação, no sentido de que este seja adequado para a resolução de uma tarefa, envolvem competências ao nível da abstracção. O processo de construção implica a capacidade de planejar ou desenhar um robô com determinadas características que o tornem apto a desempenhar uma dada função. Este processo implica a capacidade do aluno poder visualizar o comportamento do robô e avaliar da sua conformidade com a tarefa pedida. Por outro lado, há a necessidade de prever possíveis situações de erro tornando assim o robô robusto a determinadas condições do ambiente. Por outro lado, o processo de programação processa-se com base numa linguagem simbólica e visual, que o aluno terá que ser capaz de mapear no comportamento físico do robô. Isto implica a capacidade de prever o comportamento do robô a partir dos símbolos abstractos incluídos na programação (e.g. diagrama do Lego Mindstorms).

### **3. Enquadramento metodológico do estudo**

#### **3.1 A opção metodológica**

O estudo realizado enquadra-se no âmbito do paradigma de investigação qualitativa, já que adopta uma perspectiva interpretativa e subjectiva da realidade educativa. Citando Pacheco (1993), esta caracteriza-se “por uma investigação das ideias, da descoberta dos significados inerentes ao próprio indivíduo já que ele é a base de toda a investigação”. Segundo Bogdan e Biklen (1994) a investigação qualitativa tem como características essenciais o contexto da investigação ser um contexto natural, onde o investigador se torna no principal agente de recolha de dados. Assim, os dados recolhidos tomam uma forma descritiva consistindo tipicamente de palavras e imagens. A investigação centra-se essencialmente nos processos e menos nos produtos ou resultados e a análise de dados geralmente é realizada de forma indutiva. Este tipo de investigação não se limita à análise de comportamentos mas preocupa-se essencialmente com os significados que os sujeitos atribuem às suas acções e experiências e às dos outros.

Assim, ao invés da investigação quantitativa que lida com dados numéricos, a investigação qualitativa utiliza essencialmente metodologias que criam dados descritivos. Para Merriam (1988), nas metodologias qualitativas, os sujeitos não são reduzidos a simples valores numéricos mas encarados num determinado contexto natural. A utilização de dados descritivos permite captar melhor alguns comportamentos, atitudes e opiniões, permitindo conclusões mais ricas e significativas. Por outro lado, têm a limitação natural associada à falta de poder de generalização de muitas conclusões.

Ludke e André (1986) identificam várias formas distintas de pesquisa qualitativa, destacando-se a pesquisa etnográfica e o estudo de caso. Este último caso será abordado mais em detalhe pois foi a opção seguida neste estudo e é caracterizado da seguinte forma:

- Visam descobrir novos elementos e aspectos importantes para a investigação além dos pressupostos iniciais;
- Dão uma ênfase maior ao contexto onde se desenrola o estudo e à sua importância na interpretação dos resultados;
- Retratam a realidade de forma mais completa e aprofundada;
- Usam uma maior variedade de fontes de informação;
- Permitem generalizações naturalistas;
- Procuram representar as diferentes perspectivas presentes em qualquer situação;
- A linguagem utilizada é mais acessível quando comparado com outros métodos de investigação.

A opção por este modelo metodológico neste estudo é, por um lado, um resultado natural da visão construtivista no processo de aprendizagem que emerge naturalmente de tudo o que foi até aqui explanado, bem como dos próprios objectivos da pesquisa, mas é também uma imposição dos recursos postos à disposição para esta investigação.

Assim, pretendeu-se dar relevância à compreensão do fenómeno em estudo, em particular a forma como a Robótica podia ser usada como ferramenta educativa no 1º ciclo do Ensino Básico e os processos pelos quais os alunos podiam adquirir novas competências com esta ferramenta. Dá-se assim mais ênfase aos processos do que aos produtos, uma das premissas chave da investigação qualitativa.

Por outro lado, dadas as limitações temporais e materiais do estudo não seria possível obter dados numéricos convincentes sobre estas questões. Um outro factor tomado em consideração passou pelo contexto da intervenção. De facto, esta foi uma intervenção num período de ocupação de tempos livres a ocorrer com alunos com uma fluência tecnológica acima da média. Todo este contexto envolvente teve

efeitos nos resultados do estudo difíceis de quantificar na lógica de uma investigação de cariz quantitativo.

### 3.2 Descrição do estudo

No sentido de poder atingir os objectivos que foram delineados, foi realizado um estudo que envolveu o desenvolvimento de um projecto de Robótica, por parte de um conjunto de alunos do 1º ciclo do Ensino Básico, recorrendo à utilização de kits de Robótica da Lego Mindstorms. No sentido de implementar este projecto foi contactada a Associação de Pais da Escola EB 1 de São Lázaro, em Braga, que organiza todos os anos um programa de ocupação de tempos livres durante as férias de Verão. Assim, foi proposto realizar um “Clube de Robótica” para alunos do 3º e 4º anos que frequentavam este programa. Tendo havido uma resposta positiva avançou-se com a ideia. O estudo decorreu durante 5 semanas, a partir do final do ano lectivo, no final de Junho de 2006, tendo terminado no final do mês de Julho, embora algumas das actividades de divulgação tenham decorrido já em Setembro.

A Escola EB1 São Lázaro está integrada no Agrupamento de Escolas André Soares, um dos parceiros num projecto liderado pela Universidade do Minho e que contempla a avaliação das potencialidades educativas da “Robótica Educativa no Ensino Básico”. Este projecto cedeu uma parte do material necessário, tendo o restante sido obtido graças aos esforços da investigadora e à boa-vontade de uma comunidade de Robótica no Minho, que embora pequena acolhe sempre com agrado os seus novos “membros”.

A organização do estudo tinha como meta prevista a realização de três sessões semanais de Robótica, cada uma com uma duração de 2 horas, o que totalizaria um total aproximado de 30 horas. De forma a poder testar a Robótica como ferramenta pedagógica neste nível de ensino, foi delineado um projecto que passava pela dramatização de uma história infantil, a da famosa “Carochinha” e do seu infeliz “João Ratão”, usando a construção e programação de robôs Lego Mindstorms.

Pretendia-se com esta ideia criar um projecto que fosse atractivo para os alunos, que tivesse um produto final bem definido e que pudesse ser apresentado à comunidade. O objectivo de todos estes requisitos era claro: conseguir altos níveis de motivação por parte dos alunos para que estes não perdessem o ânimo numa época em que a concorrência passava por actividades ao ar livre ou idas à piscina. A intervenção educativa foi estruturada de acordo com o apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Estrutura das actividades desenvolvidas no estudo

Fase	Actividade	Sessões/ duração
<b>Fase 1:</b> Preparação: ambientação à Robótica e à plataforma Lego Mindstorms	1.1 – Contacto com a Robótica	Sessão 1 – 1 hora
	1.2 - Construção de robôs	Sessão 2 – 2 horas Sessão 3 – 2 horas
	1.3 – Programação dos robôs	Sessão 4 – 2 horas Sessão 5 – 1 hora Sessão 6 – 2 horas
<b>Fase 2:</b> Desenvolvimento do projecto <i>RobôCarochinha</i>	2.1 - Programação para o cenário preliminar	Sessão 7 – 2 horas Sessão 8 – 2 horas
	2.2 - Reconstrução e teste dos robôs	Sessão 9 – 2 horas
	2.3 – Programação para o cenário final	Sessão 10 – 2 horas Sessão 11 – 2 horas
	2.4 – Integração do “guarda-roupa” e ensaio final	Sessão 12 – 2 horas Sessão 13 – 1 hora
<b>Fase 3:</b> Apresentação do projecto à comunidade	3.1 – Apresentação ao ATL	EB1 São Lázaro – Julho de 2006
	3.2 – Apresentação à comunidade	- Conferência “Hands on Science”: Science Fair e Robotics Festival

Numa primeira fase havia a necessidade de realizar actividades com os alunos que lhes permitissem adquirir os conhecimentos e as competências básicas para o trabalho com os kits de Robótica da Lego Mindstorms. Esta fase teve duas actividades principais: a construção de robôs e a sua programação, tendo estas sido precedidas por uma sessão de apresentação, que constituiu o primeiro contacto com a Robótica. As sessões dedicadas à programação dos robôs incluíram a resolução de um conjunto de tarefas de complexidade crescente, segundo um guião pré-definido pela investigadora (Ribeiro, 2006).

A fase de desenvolvimento do projecto propriamente dito passou pela construção de um cenário preliminar mais simples. Posteriormente, tendo já mais experiência o cenário foi melhorado, os robôs foram reconstruídos para resolver alguns problemas encontrados e a programação afinada. No final desta fase, houve a integração do guarda-roupa dos robôs e o ensaio final.

Finalmente, a fase de divulgação passou pela apresentação aos colegas do ATL de férias e por apresentar o projecto na conferência *HandsOnScience*.

### **3.3 Caracterização da comunidade e dos sujeitos envolvidos no estudo**

O estudo decorreu no âmbito do programa de férias de Verão da Associação de Pais da Escola EB1 de São Lázaro que teve a participação de cerca de 40 alunos do 1º ciclo, acompanhados por 3 monitoras, todas licenciadas em Ensino Básico 1º ciclo. A Associação de Pais e a Direcção da Escola e do Agrupamento tiveram um papel primordial ao ceder a sala de informática bastante bem equipada. Apesar de só alguns dos alunos do programa de férias terem participado directamente no projecto, todos eles tiveram uma participação nas actividades que o rodearam, nomeadamente ao nível da concepção dos cenários e adereços dos robôs. Os encarregados de educação envolveram-se também no projecto, tendo colaborado ao nível da concepção dos fantoches e do guarda-roupa, bem como ajudando com alguns consumíveis, para além do apoio que foram prestando aos seus educandos.

A Escola EB1 de São Lázaro caracteriza-se por uma população escolar de classe média/ média alta, em termos sócio-económicos e culturais, com uma predominância urbana. O “Clube de Robótica” foi realizado no contexto do programa de férias referido, tendo tido como participantes os alunos voluntários dos 3º e 4º anos de escolaridade. No início estavam presentes cerca de 10 alunos, que devido a diversas questões acabaram por se reduzir a 5 na segunda e terceira fases do projecto. Os alunos participantes tinham um historial de participação nas actividades promovidas pela Associação de Pais, incluindo 3 a 4 anos de Informática, o que lhes dava algumas competências na utilização dos meios informáticos. Nos participantes verificou-se uma predominância de indivíduos do sexo masculino, tendo havido apenas uma menina que começou e completou o projecto. A distribuição em termos de anos lectivos era equilibrada, havendo cinco alunos de cada um dos anos. No final ficaram 3 alunos do 3º ano e 2 do 4º.

### **3.4 Instrumentos de recolha de dados**

Na investigação realizada foram utilizados diversos instrumentos de recolha de dados comuns na investigação qualitativa. Estes foram desenhados e implementados pela investigadora que procedeu na totalidade à recolha dos dados e ao seu tratamento e interpretação. No estudo foram utilizados os seguintes instrumentos de recolha:

#### **i) observação participante e registo vídeo**

Num estudo qualitativo, a observação dos acontecimentos é de primordial relevância. No estudo em apreço esta tomou a forma de observação participante, uma vez que a investigadora foi também um sujeito activo durante toda a intervenção. Bogdan e Biklen (1994) sugerem ainda que esta forma de observação permite uma aproximação do investigador aos significados que os sujeitos atribuem às suas acções e ao contexto que os rodeia. Algumas das vantagens deste tipo de observação residem em permitir ao observador seleccionar, registar e analisar apenas as ocorrências de relevo para o estudo, bem como desenvolver uma relação íntima e informal com os sujeitos do estudo (Bailey citado por Cohen e Manion, 1990). Neste estudo, a investigadora tomava também o papel de professora e de coordenadora de todas as acções. Sendo um papel complexo, permitia também criar uma certa cumplicidade com os alunos criando assim um vínculo que permitiu ganhar a sua confiança e criar um clima de desinibição. Foi, assim, possível que os alunos pudessem expressar-se sem receios ou restrições durante as sessões.

Por outro lado, o registo em vídeo de grande parte das actividades permitiu, com o seu visionamento posterior, captar algumas situações que, devido ao envolvimento da investigadora numa outra tarefa, se poderiam ter perdido, proporcionando um registo compreensivo dos comportamentos, das atitudes, das reacções e dos diálogos ocorridos na intervenção, sempre disponível para análise posterior melhorando a fiabilidade do estudo (Cohen e Manion, 1990).

#### **ii) questionários e entrevistas**

Uma das vertentes do estudo de caso realizado passou pela avaliação das concepções que os alunos possuíam sobre a Robótica e da forma como estas evoluíram com a realização da intervenção. Desta forma, foram aplicados a todos os alunos dois questionários, um pré-questionário, aplicado antes da intervenção e um pós-questionário, aplicado após todo o projecto ter sido concluído. O pré-questionário tinha como principal objectivo determinar quais as concepções prévias dos alunos em relação à Robótica, determinando qual era a sua definição de robô, as tarefas que julgavam possíveis ser realizadas por robôs, a forma de os construir e programar. Por outro lado, o pós-questionário pretendia avaliar se o trabalho realizado havia conduzido a uma alteração nas concepções anteriores, bem como avaliar das principais dificuldades sentidas pelos alunos e dos factores que mais os haviam motivado para a área.

Após a realização do último questionário chegou-se à conclusão que a forma escrita das respostas poderia limitar a riqueza do discurso, dado tratar-se de alunos ainda em fase de formação precoce da capacidade de expressão escrita. Para debelar este problema foi tomada a decisão de repetir as questões do pós-questionário sob a forma de entrevista oral. Nestas, os alunos podiam expressar-se mais livremente e dar respostas mais longas e mais ricas. As entrevistas foram do tipo semi-estruturado, pois seguia o esquema prévio dado pelo questionário, mas a investigadora introduzia alterações aproveitando o rumo seguido pelas respostas do aluno. Podia assim aprofundar algum tema que julgasse interessante a partir das respostas recebidas.

iii) documentos produzidos pelos alunos

Um dos instrumentos mais importantes de recolha de dados no âmbito deste trabalho passou pelos ficheiros de programação no Robolab que eram produzidos pelos alunos. À medida que iam progredindo nas suas tarefas, todos os alunos iam guardando os programas que efectuavam. Foram, assim, mantidas as diversas versões dos programas produzidos ao longo do tempo. Uma análise cuidada da evolução destes programas fornece pistas valiosas para a compreensão da evolução de cada um dos alunos, para o seu estilo de aprendizagem e para a forma como abordaram os diversos problemas que foram surgindo ao longo do processo.

#### 4. Apresentação de resultados

A Tabela 2 resume a relação entre os instrumentos de recolha de dados utilizados e as diversas categorias de análise do estudo.

Tabela 2 – Instrumentos de recolha de dados versus categorias de análise

Instrumentos de recolha de dados	Categorias de análise
<b>Observação directa / filmagem vídeo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiente geral;</li> <li>• Motivação e empenho dos alunos;</li> <li>• Organização do trabalho dos alunos;</li> <li>• Persistência na conclusão das tarefas;</li> <li>• Comportamento dos alunos perante um novo ambiente de aprendizagem;</li> <li>• Capacidade de construção e programação dos robôs;</li> <li>• Capacidade de seguir percursos e itinerários com o robô;</li> <li>• Compreender o raciocínio e as estratégias utilizadas nas tarefas realizadas;</li> </ul>
<b>Documentos produzidos pelos alunos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade de programação dos robôs;</li> <li>• Facilidade e destreza na interpretação dos comandos de programação;</li> <li>• Capacidade de programar o robô para seguir percursos e itinerários;</li> <li>• Capacidade de programar o robô para executar tarefas simples e complexas;</li> <li>• Compreender o raciocínio e as estratégias utilizadas nas tarefas realizadas;</li> </ul>
<b>Questionários e entrevistas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalidade dos alunos;</li> <li>• Percepções/ atitudes dos alunos em relação às actividades de investigação realizadas;</li> <li>• Compreender o raciocínio utilizado nas tarefas realizadas;</li> <li>• Percepções/ atitudes dos alunos em relação aos kits Lego Mindstorms e às actividades de Robótica;</li> <li>• Percepções/ atitudes dos alunos sobre a adequação da robótica a actividades de dramatização de histórias.</li> </ul>

#### 4.1 Evolução do trabalho dos alunos

Dado tratar-se de um estudo descritivo foi constante a preocupação em descrever detalhadamente as atitudes e os comportamentos dos alunos envolvidos, bem como a sua evolução ao longo da intervenção. Bogdan e Biklen (1994) sugerem que “após a conclusão do estudo efectua-se a narração dos factos tal como se observaram”. Uma narração completa pode ser encontrada em Ribeiro (2006). Aqui, dadas as limitações do texto pode apenas apresentar-se uma súmula das principais observações.

No início, havia uma grande curiosidade pelo tema e todos os alunos queriam tocar nos robôs disponibilizados e saber como funcionavam. A fase de construção dos robôs foi bastante animada como todos a tentarem construir robôs atraentes e eficientes. A necessidade de construir robôs robustos foi-se tornando cada vez mais premente. A passagem para a programação não trouxe grandes alterações e os

alunos não tinham dificuldade nos primeiros exercícios do guião, até por serem alunos com uma certa fluência tecnológica. À medida que os exercícios se foram tornando mais complexos, as dificuldades aumentaram e as reacções foram-se diferenciando ... alguns tinham claramente mais dificuldade em conseguir resolver os problemas.

As experiências iniciais para o desenvolvimento da peça trouxeram problemas mais aplicados a um caso real. Cada um tinha a sua personagem e o seu percurso. A motivação era outra, mas os problemas também complicavam. Foi necessário reconstruir alguns robôs e a necessidade de robustez tornou-se clara. Os problemas colocados pelos percursos eram solucionados, com maior ou menor dificuldade, muitas vezes recorrendo a tentativa-e-erro, outras tentando raciocinar logicamente sobre as causas do problema. O dia da apresentação da peça chegou e tudo estava em ordem. A animação foi grande em todas as apresentações públicas ... era a sensação do dever cumprido!

#### 4.2 Análise dos inquéritos e das entrevistas

No geral, os alunos revelaram nas entrevistas uma grande motivação para a área e grande vontade de participarem noutras actividades de RE. As suas concepções perante a Robótica evoluíram bastante. Puderam aperceber-se da importância de um bom planeamento na construção, da robustez e da dificuldade em programar uma dada tarefa, pois tudo tem que ser precisamente especificado. Alguns chegaram a notar a aplicação de alguns conceitos matemáticos na resolução dos problemas que enfrentaram. Os resultados mais detalhados das entrevistas podem ser encontrados em Ribeiro (2006).

#### 4.3 Competências abordadas

Ao longo do trabalho realizado foram abordados diversos conteúdos e competências identificadas como essenciais ao nível dos currículos do 1º ciclo do Ensino Básico. Estes serão explorados nesta secção fazendo-se uma descrição sucinta das actividades que contribuem para cada uma das vertentes analisadas.

##### i) Matemática

Na Tabela 3 apresentam-se as competências trabalhadas ao nível da área curricular de Matemática.

Tabela 3 – Competências trabalhadas ao nível da área curricular da Matemática

Blocos	Competências: Aptidão para ...	Actividades
Números e operações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectuar cálculos mentalmente;</li> <li>- Estimar valores aproximados;</li> <li>- Estabelecer relações de ordem entre números</li> <li>- Dar sentido a problemas numéricos, reconhecendo as operações necessárias à sua resolução</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculos envolvendo tempos, velocidades e distâncias com multiplicações, adições, divisões e subtracções</li> <li>- Estimativas de tempo para novos percursos</li> <li>- Conversões entre grandezas de tempo e de distância</li> </ul>
Geometria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificar e realizar construções geométricas e analisar as suas propriedades, recorrendo a materiais manipuláveis e a software</li> <li>- Utilizar a visualização e o raciocínio espacial na análise de situações e na resolução de problemas</li> <li>- Compreensão dos conceitos de perímetro, área, volume e amplitude</li> <li>- Efectuar medições e estimativas</li> <li>- Formular argumentos recorrendo à visualização e raciocínio espacial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificação e construção dos robôs com determinados objectivos e tendo em vista comportamentos desejáveis em termos mecânicos, através da combinação de componentes e peças individuais</li> <li>- Planeamento dos percursos dos robôs e sua programação no Robolab usando programação visual</li> <li>- Reconhecer ângulos nos itinerários e programar rotações do robô para um determinado ângulo</li> </ul>
Resolução de problemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboração de hipóteses nas actividades</li> <li>- Teste de conjecturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção e reconstrução dos robôs como resposta a comportamentos do mesmo na abordagem das tarefas desejadas</li> <li>- Programação do robô usando estratégias de tentativa e erro, como resposta a problemas inesperados com o comportamentos do robô</li> </ul>

##### ii) Estudo do Meio

O trabalho realizado terá, em termos da contribuição para o ensino na área das Ciências Físicas e Naturais como principal objectivo o de providenciar uma melhor compreensão dos procedimentos de investigação científica, baseadas na formulação e teste de hipóteses. De facto, foram disponibilizadas

experiências de aprendizagem ao nível da concepção de um projecto, passando por diversas etapas, desde a análise de um problema, ao planeamento da sua solução, passando por um processo de tentativa e erro e culminando com a apresentação pública dos resultados. Todo o projecto foi desenvolvido com uma vertente de trabalho cooperativo bastante pronunciada.

Ao nível das competências, a maior contribuição poderá ser encontradas nos seguintes aspectos:

- Conhecimento substantivo, ao nível da resolução de situações problemáticas que se foram colocando no projecto ao nível da construção e programação dos robôs;
- Conhecimento processual, ao nível da execução de experiências, avaliação dos resultados obtidos, planificação e realização de investigações.
- Raciocínio, ao nível da resolução de problemas, formulação de hipóteses, dedução e generalização.
- Atitudes, desenvolvendo a curiosidade e a perseverança.

Todas estas dimensões foram já plenamente abordadas e demonstradas em secções anteriores pelo que não se insistirá na sua descrição neste ponto. Serão, ainda assim de referir alguns pontos concretos onde a contribuição do projecto para a educação científica foi mais visível como a realização de experiências envolvendo os conceitos de velocidade e aceleração, força (nos motores), de transmissão do movimento (com roldanas e rodas dentadas), bem como o uso de sensores de toque e luz nos robôs, trabalhando conceitos físicos de força e luminosidade.

### iii) Língua Portuguesa e expressões

A área curricular de Língua Portuguesa terá sido a menos abordada neste estudo. Ainda assim, o projecto envolveu a pesquisa de uma história e a adaptação do seu texto no contexto da sua dramatização com robôs. Foram assim utilizados recursos expressivos diversos com esta intenção.

Ao nível das expressões, este projecto revela uma riqueza maior do que é típico em intervenções ao nível da Robótica Educativa, sendo destacar as seguintes:

- Ao nível da Expressão Dramática, os alunos dramatizaram a história da Carochinha, tendo cada aluno/robô assumido uma determinada personagem. Houve, assim, necessidade de explorar o espaço com os robôs, utilizar objectos dando-lhe atributos imaginados em situações de interacção. Cada robô foi caracterizado com um fantoche que ajudou assim a dar vida à personagem.
- Ao nível da Expressão Plástica, os alunos construíram os cenários, desenhando-os, recortando, dobrando e pintando. Houve necessidade de proceder à construção das casas dos animais, de uma igreja, uma gelataria e várias árvores com caixas de cartão. Foram ainda construídos os fantoches usando gesso, papel de jornal, tecido e tintas.
- Ao nível da Educação Musical, usando potencialidades dos kits Lego Mindstorms, foi possível à aluna que representava a “Carochinha” compor a marcha nupcial. Foram ainda introduzidas outras músicas predefinidas no Robolab na programação do robô Carochinha.

### iv) Educação tecnológica

As contribuições nesta área podem resumir-se no seguinte:

- Construção dos robôs usando os kits Lego Mindstorms, provendo assim os alunos de competências ao nível do processo de planeamento e construção de um robô com um dado objectivo;
- Programação dos robôs usando o ambiente de programação visual Robolab. Este permitiu aos alunos, através de um processo de crescente complexidade, serem postos perante a estrutura básica de um programa e a forma como estes são estruturados. Permitiu ainda conhecer o processo de programação e depuração típica do desenvolvimento de uma aplicação computacional.
- Todo o projecto fez uso de ferramentas informáticas diversas ao nível de software e hardware que contribuíram para uma maior fluência dos alunos, ao nível geral do uso das TICs.

Uma abordagem mais extensa e sistemática às competências que se podem trabalhar com actividades de Robótica no 1º ciclo do EB pode ser encontrada em Ribeiro (2006).

## 5. Considerações finais

Quando, no final de uma tarde de Setembro, nos despedíamos da Conferência “Hands On Science”, onde, no início da tarde, havíamos apresentado o projecto “RobôCarochinha”, havia um indesmentível sentimento de dever cumprido, uma alegria pela recepção que a comunidade da Robótica nos havia demonstrado, e acima de tudo um grande espírito de equipa. De facto, o espírito de satisfação era visível nos alunos que eram unânimes em afirmar que gostaram muito de trabalhar nesta área e que no futuro queriam ir às competições de robótica. Todos estávamos ainda mais animados com o artigo no jornal sobre o nosso projecto. E tudo isto acontecia com um conjunto de crianças que poucos meses antes não tinham tido qualquer contacto com a Robótica.

É obvio que nenhum destes sentimentos poderá ser válido para um estudo rigoroso em Educação. É também claro para todos que os sentimentos que são aqui descritos não são objectivos nem mensuráveis. Ainda assim, estes sentimentos de motivação, entusiasmo e espírito de colaboração são

apanágio de muitos estudos nesta área. E, se já havíamos recolhido estas informações na literatura, não restam dúvidas que vivê-las nos transforma ...

Mas nem tudo neste estudo é assim tão subjectivo. É um facto que foi possível convencer cinco alunos do 1º ciclo do Ensino Básico a abdicar de muitas actividades ao ar livre, durante um mês de Verão, para participarem num projecto que envolvia construir e programar robôs. O entusiasmo demonstrado e a persistência que estes demonstraram são respostas cabais à primeira das questões específicas que motivaram este estudo. Ao nível das TICs é típico que os alunos reajam com algum entusiasmo inicial à sua utilização. No entanto, não se deve confundir este entusiasmo com uma verdadeira motivação para a aprendizagem. Esta última exige persistência e o desenvolvimento de projectos significativos para os alunos. Este foi o caso do projecto desenvolvido neste trabalho que foi capaz de cativar e manter motivados os alunos ao longo de cerca de mais de um mês.

É também certo que o resultado final foi reconhecido por toda a comunidade de Robótica como uma experiência educativa de grande interesse. De facto, foi possível construir todo este projecto com alunos do 1º ciclo, o que prova que este tipo de actividades e materiais são adequados a este nível etário. De facto, se é verdade que todos tiveram algumas dificuldades na resolução de algumas tarefas ao nível da construção e da programação dos robôs, todos foram revelando gradualmente mais destreza e um desempenho cada vez mais satisfatório. No final, o projecto superou todas as expectativas iniciais quanto às capacidades dos alunos em resolver os problemas que lhes foram colocaram.

Este estudo veio mostrar que é possível usar a robótica como meio para trabalhar de forma multidisciplinar diversos conteúdos do 1º ciclo. As actividades desenvolvidas envolveram as áreas disciplinares da Matemática, da Língua Portuguesa e das Expressões Plástica, Dramática e Musical. Os resultados deste projecto mostram que se podem desenvolver actividades de robótica que promovem o adquirir das competências identificadas em cada uma destas áreas curriculares e que os projectos podem adquirir um carácter interdisciplinar difícil de conseguir com outras ferramentas.

Ao nível das competências trabalhadas não deixa de ser curioso que os próprios alunos referem frequentemente nas entrevistas que “aprenderam Matemática” nas experiências que realizaram. Este facto revela que eles se aperceberam que estavam a usar na prática conceitos matemáticos que haviam sido abordados no seu próprio currículo e lhes deram uma dimensão nova, mais concreta.

Em resumo, não se pretendeu aqui demonstrar que a Robótica constitui algum tipo de panaceia para os problemas da Educação, e isto a nenhum nível. Mas é inegável que se trata de uma actividade que motiva os alunos e foi já demonstrado que tem fundamentos pedagógicos sérios e que contribui para o adquirir de competências em áreas curriculares chave dos curricula do Ensino Básico.

Em termos da fundamentação pedagógica da robótica, e depois desta experiência, é nossa convicção de que efectivamente se justificam neste caso muitos dos epítetos associados às teorias construtivistas e às práticas construcionistas. Foi bastante claro que neste processo emergiam os princípios identificados pelo construcionismo. De facto, a actividade tinha um carácter eminentemente prático, onde os alunos desenvolviam um projecto e aprendiam através da construção e da programação dos robôs. As competências dos alunos nestas actividades foram melhorando de forma clara, através de um processo de aprendizagem baseado na resolução de problemas reais em contextos relevantes, em que o papel do professor era apenas de mediador e proporcionador de experiências de aprendizagem.

Estas actividades tinham um claro significado para eles, conduzindo ao objectivo de dramatizar a história e montar um “espectáculo” que pudessem mostrar à comunidade. Pelas entrevistas realizadas tornou-se claro que este era um objectivo importante para eles e que atingi-lo teve um significado especial. A componente de auto-reflexão tornou-se também bastante visível, pois eram frequentes as trocas de opinião entre os alunos sobre as estratégias para resolver problemas e a forma como cada um o estava a fazer. Estas conversas conduziam amiúde a alterações nos robôs e nos programas, quando o aluno percebia que tinha alguma incorrecção ou que havia formas melhores de resolver o problema.

## **6. Sugestões para trabalhos futuros**

Tendo este trabalho constituído a primeira experiência nesta área fica claramente aberto o caminho para que outros trabalhos de investigação possam ser realizados. De facto, mantendo como base o 1º ciclo do Ensino Básico, quase tudo está ainda por fazer ao nível da avaliação das potencialidades da Robótica. De facto, assumindo que no futuro outros meios tecnológicos estarão ao dispor, e há razões para crer que este desejo se torne realidade, ficam abertas as possibilidades de realizar outros estudos que conduzam idealmente a uma integração da Robótica ao nível dos curricula deste nível de ensino.

Em particular, será interessante planificar algumas actividades que possam ser implementadas por professores. Para o efeito terá que se realizar a identificação de conteúdos e competências específicas do 1º ciclo que se possam abordar com base na Robótica. Em seguida, terão que se planificar e validar um conjunto de actividades e proceder à sua documentação, criando materiais que sejam utilizáveis por

professores (e.g. guíões de sessões). Estes materiais mais normalizados poderão servir de base à realização de estudos com amostras mais abrangentes e com um carácter mais quantitativo.

### Referências

- Bers, M.; Ponte, I.; Juelich, C.; Viera, A.; Schenker, J. (2002). Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 123-145.
- Bers, M.; Urrea, C. (2000). Technological prayers: Parents and children working with robotics and values. In A. Druin and J. Hendler (eds) *Robots for kids: Exploring new technologies for learning experiences* (pp. 194-217). New York: Morgan Kaufman.
- Bogdan, R.; Biklen, S. (1994) *Investigação Qualitativa em Educação*. Coleção Ciências da Educação. Porto: Porto Editora
- Chella, M. T. (2002) *Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com SuperLogo*. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação – FEEC. Dissertação de mestrado
- Cohen, L. Manion, L. (1990) *Métodos de Investigación Educativa*. Madrid: Editorial la Muralla, SA
- Costa, M. F.; Fernandes, J. (2004) Growing up with robots. *Proceedings of Hsci2004*
- Egan, K. (1986). *Teaching as Story Telling*. London: Routledge.
- Hacker, L. (2003). *Robotics in Education: ROBOLAB and robotic technology as tools for learning science and engineering*. Honors thesis, Dep. Child Development, Tufts University  
URL:<http://www.libdgi.unicamp.br/document/?code=vtls000283839> acessado em 22 de Outubro de 2006
- Kolodner J.; Crismond, C.; Gray, J.; Holbrook, J.; Puntambekar, S. (1998) Learning by design from theory to practice. *Proceedings of the International Learning Conference of the Learning Sciences* (pp. 16-22). Association for the Advancement of Computing in Education.
- Ludke, M.; André, M. (1986). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda.
- Merriam, S. (1998). *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Ministério da Educação. Departamento da Educação Básica
- Nagchaudhuri, A.; Singh, G.; Kaur, M. e George, S. (2002). Lego Robotics Products Boost Student Creativity in Pre-college Programs at UMES. *Proceedings of the 32<sup>nd</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference – session S4D*
- Pacheco, J.A. (1993). *O Pensamento e a Acção do Professor em Formação*. Dissertação de Doutoramento. Braga: Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- Papert, S. (1980) *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. 2nd Edition. New York: Basic Books.
- Portsmore, M.; Cyr, M.; Rogers, C. (2001). Integrating the Internet, LabView, and Lego Bricks into Modular Data Acquisition and Analysis Software for K-College. *Computers in Education Journal*, 11(2)
- Resnick, M.; Berg, R.; Eisenberg, M. (2000). Beyond black boxes: Bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. *Journal of the Learning Sciences*, 9(1), 7-30.
- Resnick, M.; Bruckman, A.; Martin, F. (1996). Pianos not stereos: Creating Computational construction kits. *Interactions*, 3(6), 41-50
- Ribeiro, C. (2006). *RobôCarochinha: Um Estudo Qualitativo sobre a Robótica Educativa no 1º ciclo do Ensino Básico*. Dissertação de Mestrado. Braga: Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho
- Rogers, C.; Portsmore, M. (2004). Bringing Engineering to Elementary School *Journal of STEM Education*, 5(3,4)
- Teixeira, J. (2006). *Aplicações da Robótica no Ensino Secundário: o Sistema Lego Mindstorms e a Física*. Dissertação de Mestrado. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra