

- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice: Mind, mathematics and culture in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lerman, S. (2001). Getting used to mathematics: alternative ways of speaking about becoming mathematical. *Ways of Knowing Journal*, 1(1), 47-52.
- Matos, J. F. (1999). Aprendizagem e Prática Social: Contributos para a Construção de Ferramentas de Análise da Aprendizagem Matemática Escolar. *Actas da II Escola de Verão*. Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação. Santarém.
- Matos, J. F., Mor, Y., Noss, R. & Santos, M. (2005). *Sustaining interaction in a mathematical community of practice*. Paper presented at *Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* – Work Group 9 – 17/21 February 2005 in Sant Felu de Guixols, Spain.
- Niss, M. (2006). O projecto dinamizadores KOM e as suas relações com a formação de professores. Em M. Borba (org.) *Tendências Internacionais em Formação de Professores de Matemática*. São Paulo, Brasil: Autêntica Editora.
- Papert, S. (1993). *The Children Machine. Rethinking School in the Age of the Computer*. New York: Basis Books.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning and Identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Wenger, E., McDermott, R. & Snyder, W. M. (2002). *Cultivating Communities of Practice*. Boston, Massachusetts, USA: Harvard.

RobôCarochinha: um estudo sobre robótica educativa no ensino básico

Célia Rosa Ribeiro, Clara Coutinho e Manuel Filipe Costa

1. Introdução

1.1. Contextualização e motivação

A Robótica Educativa (RE) tem vindo a afirmar-se no panorama educativo nos últimos anos, potenciado pelo grande desenvolvimento tecnológico e pela evolução nas tecnologias da construção e programação de robôs, bem como pela baixa progressiva dos custos. A utilização da Robótica em tarefas pedagógicas não tem progredido de forma homogénea, tratando-se ainda de casos isolados e não de uma estratégia sistémica de adopção de uma nova ferramenta e sua inclusão nos currículos. 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 na sala de aula.

Muitas destas questões dever-se-ão à prematuridade desta tecnologia e da sua aplicação neste contexto e serão resolvidos com naturalidade com a evolução da mesma. 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?

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 1.º 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 1.º ciclo do Ensino Básico para a aprendizagem?
- A utilização de kits de RE que permitam a construção e programação de robôs, é adequada para o nível etário do 1.º ciclo do Ensino Básico?
- Que componentes dos programas do 1.º 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 1.º ciclo do Ensino Básico e em caso afirmativo quais?

2. Robótica Educativa

Chella (2002) define robótica educativa 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. Estado da arte

As competições ocupam um lugar de destaque, constituindo-se como as iniciativas que envolvem uma maior quantidade de participantes. Podem salientar-se as seguintes iniciativas da First Lego League (FLL) e da RoboCup Júnior que envolvem alunos dos níveis de ensino básico, com idades compreendidas entre os 9 e os 16 anos. Em Portugal, têm-se realizado diversas provas do projecto RoboCup integradas nos festivais nacionais de Robótica já desde 2001.

Mas nem só de competições vive a RE. De facto, muitos outros projectos em todo o mundo têm usado a Robótica quer integrada nos currículos quer ao nível de actividades extracurriculares ou “clubes”. Uma experiência interessante é reportada por Bers e Urrea (2000) onde crianças (dos níveis de escolaridade dos 4.º e 5.º anos), acompanhadas pelos respectivos pais, passaram 10 dias completos desenvolvendo projectos usando kits de robótica. Ainda, na 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 2.º ano do ensino básico. É ainda de realçar o trabalho de Hacker (2003) que desenvolveu um workshop em regime extracurricular com a participação de crianças em níveis escolares entre o 3.º e o 6.º ano.

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) e, ainda, outros projectos na Universidade de Évora, no Instituto Politécnico de

Beja e empresa Cnotinfor. 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, para que estas ferramentas possam ser usadas por professores do Ensino Básico.

2.2. 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 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).

O construcionismo baseia-se em quatro pilares essenciais (Bers *et al.* 2002):

i) Aprender, construindo

Resnick *et al.* (2000) referem 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 e Portsmore, 2004). 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 1.º ciclo existe uma tradição relevante no uso de materiais de manipulação. 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, motores, roldanas 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 ser encorajadas pelos professores (Bets *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. De facto, em muitos projectos há uma “necessidade” de mostrar o trabalho realizado através de apresentações, de jornais ou de páginas na web.

2.3. Potencialidades no processo de Ensino/Aprendizagem

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 (Portsmore *et al*, 2001) e (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. 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.

ii) Interdisciplinaridade

A Robótica é uma área multidisciplinar, envolvendo um conjunto de disciplinas como a Física, a Matemática, a Informática ou a Electrónica. Ao nível das actividades é comum a abordagem de outras áreas da Ciência ou das Artes (como as Artes Plásticas, a Dança ou a Música).

iii) Resolução de problemas

As actividades 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. 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, 2006).

iv) Trabalho em equipa e competências de comunicação

Em quase todas as actividades 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.

v) Imaginação e criatividade

Ao conceito de imaginação está claramente associada também a ideia de “novidade”, por sua vez intimamente relacionada com os processos de resolução de problemas. 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 envolvem competências ao nível da abstracção. O processo de construção implica a capacidade de planear 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, 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.

3. Enquadramento metodológico do estudo

3.1. A opção metodológica

O estudo realizado enquadra-se no âmbito do paradigma de investigação qualitativo, já que adopta uma perspectiva interpretativa e subjetiva 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. Para Merriam (1998), 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.

A opção seguida foi o estudo de caso que é caracterizado da seguinte forma por Ludke e André (1986):

- 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 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.

Assim, pretendeu-se dar relevância à compreensão da forma como a Robótica podia ser usada como ferramenta educativa no 1.º 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 1.º ciclo, 3.º e 4.º anos do Ensino Básico, da EB1 de S. Lázaro (Braga), recorrendo à utilização de kits de Robótica da Lego Mindstorms. O estudo decorreu durante 5 semanas, a partir do final do ano lectivo, no final de Junho de 2006. 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.

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. As sessões dedicadas à programação dos robôs incluíram a resolução de um conjunto de tarefas de complexidade crescente, segundo um guião pré-definido (Ribeiro, 2006).

A fase de desenvolvimento do projecto propriamente dito passou pela construção de um cenário preliminar mais simples. Posteriormente, 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 e por apresentar o projecto na conferência *HandsOnScience*.

3.3. Caracterização dos sujeitos envolvidos no estudo

Os alunos participantes tinham um historial de participação nas actividades promovidas pela Associação de Pais, incluindo 3 a 4 anos de Informática. Nos participantes verificou-se uma predominância de indivíduos do sexo masculino, tendo havido apenas uma menina que começou e completou o projecto.

3.4. Instrumentos de recolha de dados

Na investigação realizada foram utilizados diversos instrumentos de recolha de dados. Estes foram desenhados e implementados pela investigadora que procedeu na totalidade à recolha dos dados e ao seu tratamento e interpretação.

i) observação participante e registo vídeo

No estudo em apreço a observação 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. 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. Por outro lado, o registo em vídeo de grande parte das actividades permitiu, com o seu visionamento posterior, captar algumas situações que proporcionaram um registo compreensivo dos comportamentos, das atitudes, das reacções e dos diálogos ocorridos na intervenção, sempre disponível para análise posterior (Cohen e Manion, 1990).

ii) questionários e entrevistas

Foram aplicados aos alunos dois questionários, um pré-questionário, antes da intervenção e um pós-questionário, aplicado após todo o projecto ter sido concluído. O pré-questionário tinha como principal objectivo determinar as concepções prévias dos alunos em relação à Robótica. 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 deste questionário chegou-se à conclusão que a forma escrita das respostas poderia limitar a riqueza do discurso. Para debelar este problema foi tomada a decisão de repetir as questões do pós-questionário sob a forma de entrevista oral, onde os alunos podiam expressar-se mais livremente e dar respostas 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.

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 produzidos pelos alunos. 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.

4. Apresentação de resultados

A tab. 1 resume a relação entre os instrumentos de recolha de dados utilizados e as diversas categorias de análise do estudo.

Instrumentos de recolha de dados	Categorias de análise
Observação directa/ /filmagem vídeo	<ul style="list-style-type: none"> - Ambiente geral; - Motivação e empenho dos alunos; - Organização do trabalho dos alunos; - Persistência na conclusão das tarefas; - Comportamento dos alunos; - Capacidade de construção e programação dos robôs; - Capacidade de seguir percursos e itinerários com o robô; - Compreender o raciocínio e as estratégias utilizadas;
Documentos produzidos pelos alunos	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de programação dos robôs; - Facilidade e destreza na programação; - Capacidade de programar o robô para seguir percursos; - Capacidade de programar o robô para executar tarefas simples e complexas; - Compreender o raciocínio e as estratégias utilizadas;
Questionários e entrevistas	<ul style="list-style-type: none"> - Personalidade dos alunos; - Percepções/atitude dos alunos; - Compreender o raciocínio utilizado nas tarefas realizadas.

Tab. 1. Instrumentos de recolha de dados versus categorias de análise.

4.1. Evolução do trabalho dos alunos

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). Dadas as limitações do texto apenas se apresenta aqui uma súmula.

No início, havia uma grande curiosidade e todos os alunos queriam tocar nos robôs disponibilizados e saber como funcionavam. A fase de construção dos robôs foi bastante animada com 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 persohnagem 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. 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 as tarefas, pois tudo tem que ser precisamente especificado. Alguns chegam a notar a aplicação de alguns conceitos matemáticos na resolução dos problemas que enfrentaram.

4.3. Competências abordadas

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

i) Matemática

Na tab. 2 apresentam-se as competências trabalhadas ao nível da área curricular de Matemática.

ii) Estudo do Meio

Em termos da contribuição para o ensino na área das Ciências Físicas e Naturais o principal objectivo é o de providenciar uma melhor compreensão dos procedimentos de investigação científica, baseada 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.

Blocos	Competências: Aptidão para...	Actividades
Números e operações	- Efectuar cálculos mentalmente; - Estimar valores aproximados; - Estabelecer relações de ordem entre números - Dar sentido a problemas numéricos, reconhecendo as operações necessárias	- Cálculos envolvendo tempos, velocidades e distâncias com multiplicações, adições, divisões e subtrações - Estimativas de tempo para novos percursos - Conversões entre grandezas de tempo e de distância
Blocos	Competências: Aptidão para...	Actividades
Geometria	- Planificar e realizar construções geométricas e analisar as suas propriedades, recorrendo a materiais manipuláveis e o software - Utilizar a visualização e o raciocínio espacial na análise de situações e na resolução de problemas - Compreensão dos conceitos de perímetro, área, volume e amplitude - Efectuar medições e estimativas - Formular argumentos recorrendo à visualização e raciocínio espacial	- Planificação e construção dos robôs com determinados objectivos e comportamentos desejáveis em termos mecânicos, através da combinação de componentes e peças individuais - Planeamento dos percursos dos robôs e sua programação no Robolab - Reconhecer ângulos nos itinerários e programar rotações do robô
Resolução de problemas	- Elaboração de hipóteses nas actividades - Teste de conjecturas	- Construção e reconstrução dos robôs como resposta a comportamentos do mesmo nas tarefas desejadas - Programação do robô usando estratégias de tentativa e erro, como resposta a problemas inesperados com o comportamento do robô

Tab. 2. Competências trabalhadas ao nível da área curricular da Matemática.

Ao nível das competências, devem referir-se os seguintes aspectos:

- Conhecimento substantivo, ao nível da resolução de situações problemáticas;
- 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 demonstradas em secções anteriores pelo que não se insistirá na sua descrição neste ponto. Serão ainda 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. 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:

- Expressão Dramática: os alunos dramatizaram a história da Carochinha, tendo cada par 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;
- 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 e várias árvores com caixas de cartão. Foram ainda construídos os fantoches usando gesso, papel de jornal, tecido e tintas;
- Educação Musical: usando potencialidades dos kits Lego Mindstorms, foi possível à aluna que representava a “Carochinha” comparecer a uma marcha nupcial.

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 TIC.

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 indelével 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 óbvio 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.

Mas nem tudo neste estudo é assim tão subjectivo. É um facto que foi possível convencer cinco alunos do 1.º 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.

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 1.º 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.

Este estudo veio mostrar que é possível usar a Robótica como meio para trabalhar de forma multidisciplinar diversos conteúdos do 1.º 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 promovam 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 “apren-

deram 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. Em termos da fundamentação pedagógica da Robótica, 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.

6. Sugestões para trabalhos futuros

Fica, com este trabalho, aberto o caminho para que outros trabalhos de investigação possam ser realizados. De facto, mantendo como

base o 1.º 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, ficam abertas as possibilidades de realizar outros estudos que conduzam idealmente a uma integração da Robótica ao nível dos currículos 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 1.º 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.

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*, AACE 123-145. (PDF at: <http://www.tufts.edu/~members01/BersITCE.pdf>).
- Bers, M. & Urrea, C. (2000). Technological pravers: Parents and children working with robotics and values. In A. Druin and J. Hendlar (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*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação - FEEC.
- 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 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> accedido 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.
- 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 1.º 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.