

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Escola Superior de Educação e Comunicação

***A ROBÓTICA EDUCATIVA NO
DESENVOLVIMENTO DO
RACIOCÍNIO MATEMÁTICO***

Bruna Santos do Carmo

**Relatório da Prática de Ensino Supervisionada
Mestrado em Ensino do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico**

**Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Doutor António Manuel da Conceição Guerreiro**

2013

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Escola Superior de Educação e Comunicação

***A ROBÓTICA EDUCATIVA NO
DESENVOLVIMENTO DO
RACIOCÍNIO MATEMÁTICO***

Bruna Santos do Carmo

**Relatório da Prática de Ensino Supervisionada
Mestrado em Ensino do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico**

**Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Doutor António Manuel da Conceição Guerreiro**

2013

A Robótica Educativa no desenvolvimento do Raciocínio Matemático

Declaração de autoria do trabalho

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Copyright

Bruna Santos do Carmo

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor António Guerreiro, por ter acreditado neste relatório.

Ao Mário Saleiro, pela criação dos robôs, pela assistência e pelos ensinamentos.

À minha mãe, que me obrigou a gostar de matemática.

À professora Sara Gonçalves e à sua turma, pela dedicação.

À minha avó Antónia e à minha tia Luísa.

Ao meu irmão, que tem um ótimo raciocínio matemático.

Resumo

O presente relatório apresenta uma reflexão sobre o percurso de formação ao longo do período em que decorreu a Prática de Ensino Supervisionada, do curso de mestrado em Ensino do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico, acompanhada de uma atitude crítica e reflexiva face ao quotidiano profissional. Integra, também, uma secção de investigação desenvolvida numa das áreas de docência, com recolha de dados, sua análise e interpretação.

Tendo como tema *A Robótica Educativa no desenvolvimento do Raciocínio Matemático*, este estudo apresenta uma prática de sala de aula em que os alunos, a trabalhar em grupo, recorrem à comunicação para expressar raciocínios e ideias matemáticas, através da resolução de tarefas de programação de robôs propositadamente criados para esta investigação. Na sua base está um trabalho orientado para a mudança pedagógica na implementação de práticas interdisciplinares e de ambientes de aprendizagem diversificados e motivadores.

Nesta exposição, procede-se à análise dos percursos de desenvolvimento dos alunos, nomeadamente no que diz respeito ao visualizar e descrever posições, direções e movimentos e na aquisição de conhecimentos de Estudo do Meio, sobretudo a posição relativa de algumas serras de Portugal, com incidência no raciocínio matemático. Na exploração do pensamento dos alunos, assume-se que o raciocínio abdutivo é uma suposição razoavelmente bem fundamentada sobre uma conjectura que deve ser testada, posteriormente, por indução, como uma lei geral, que servirá de suporte para o raciocínio dedutivo.

Os resultados do estudo destacam que programar um sistema robotizado, controlando-o a partir de um computador com *softwares* especificados, permite ao aluno assumir um papel ativo na construção dos seus próprios conhecimentos matemáticos, reconhecendo a importância de refletir sobre as decisões tomadas, aprendendo com os erros, tentando evitar repeti-los.

Palavras-chave: raciocínio matemático, robótica educativa, interdisciplinaridade, práticas educacionais.

Abstract

This report offers a reflection on the training path in the course of the Supervised Teaching Practice for the Master's Degree in Teaching in the 1st and 2nd Cycles of Basic Education, informed by a critical and reflective stance of everyday professional life. This report also includes a section on a research undertaken in the areas of teaching, with data collection, analysis and interpretation.

Entitled *The Educational Robotics in the development of Mathematical Reasoning*, this study presents a practical classroom activity during which students, working in various groups, resorted to reasoning and communication to express mathematical ideas through a task-based robot programming activity deliberately created for this research. It is based on work aimed at a pedagogical change through the implementation of interdisciplinary practices with diversified and motivating learning environments.

In this presentation, we analyze the students' development paths, namely how they visualize and describe positions, directions and movements and how they acquire knowledge of basic science, in particular the relative position of some mountains in Portugal, with a focus on mathematical reasoning. Based on our the examination of students' thoughts, we assume that additive thought is a reasonable quite well-structured supposition, , built on a conjecture that needs to be later tested by induction, as a general law, which will serve as the foundation for deductive thought.

The results of the study show that by programming a robot system, and by controlling it from a computer using dedicated software, students are allowed to take an active role in building their own mathematical knowledge, recognizing the importance of the reflection on the decisions that were made, learning from errors and trying to avoid their repetition.

Keywords: mathematical reasoning, educational robotics, interdisciplinarity, educational practices.

Índice

Introdução.....	1
Percurso Formativo em Contexto Escolar.....	4
Prática de Ensino Supervisionada no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico	4
Relação com os Alunos do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico	7
Aprendizagens em contexto de Práticas Profissionais	12
Investigação sobre a Prática Profissional no Ensino da Matemática.....	18
Raciocínio Matemático no Currículo do Ensino da Matemática	18
Raciocínio Dedutivo, Indutivo e Abduativo	20
Definição e Potencialidades da Robótica Educativa	21
<i>Design</i> de Investigação e Intervenção na Sala de Aula	23
Resultados dos Alunos e Aprendizagem da Matemática	25
Conclusões.....	33
Bibliografia Referenciada	38
Anexos.....	42

Índice de Figuras

Figura 1 – Processo de desenvolvimento curricular (Ribeiro, 1999, p. 7).....	12
Figura 2 – À esquerda, o mapa de Portugal; no centro, a grelha quadriculada sobre o mapa; e, à direita, o robô junto à serra de Monchique.	52
Figura 3 – À esquerda, o mapa de Portugal. À direita, robô Infante.	60

Introdução

A revisão das condições de atribuição de habilitação para a docência na educação básica e secundária, no contexto do Processo de Bolonha, originou uma significativa reestruturação dos planos de estudo para a docência no 1.º e 2.º ciclos do ensino básico, nomeadamente com o reforço da qualidade da preparação científica, nas áreas de formação para a docência, e da valorização do respetivo estatuto socioprofissional, com a obrigatoriedade do mestrado como nível de qualificação (Decreto-Lei n.º 43/2007, de 22 de Fevereiro). O sistema de atribuição de habilitações para a docência valoriza as dimensões do conhecimento disciplinar e da iniciação à prática profissional, a par da iniciação à investigação no campo da educação. Nesta iniciação profissional, a Prática de Ensino Supervisionada surge como “um momento privilegiado e insubstituível, de aplicação de conhecimentos, capacidades, competências e atitudes ao contexto real das situações concretas da sala de aula, da escola e da comunidade escolar” (Despacho n.º 8322/2011), fruto de uma parceria entre as instituições de ensino superior e os agrupamentos de escolas de ensino básico e secundário, através da conjugação de esforços entre os respetivos professores supervisores que orientam e supervisionam os estudantes, futuros professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico.

No âmbito do regulamento do curso de mestrado em Ensino do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico da Universidade do Algarve, a unidade curricular Prática de Ensino Supervisionada é objeto de um relatório final que represente o percurso formativo do estudante e indique uma atitude profissional crítica e reflexiva, que demonstre o exercício de um processo de tomada de decisões pedagógicas, baseado em evidências. É deste modo que neste relatório se destacam quatro secções distintas: introdução, percurso formativo em contexto escolar, investigação sobre a prática profissional no ensino da matemática e conclusões. Na introdução, contextualizo a Prática de Ensino Supervisionada, salientando os aspetos de natureza organizacional, e descrevo as razões curriculares para o desenvolvimento do estudo investigativo no âmbito da educação matemática. Na secção seguinte, sintetizo o meu percurso formativo realizado no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada, refletindo sobre o meu desenvolvimento

profissional como futura docente. Integro, também, uma discussão de matérias do foro metodológico, bem como de questões relativas à aquisição, desenvolvimento e articulação de competências, capacidades e conhecimentos, do ponto de vista da melhoria da eficácia docente nos processos de ensino e de aprendizagem e da otimização da dimensão relacional e afetiva com os alunos. Na secção investigativa deste relatório, apresento o trabalho de investigação em educação matemática, contextualizado teoricamente e metodologicamente, através da apresentação da temática e da recolha de dados, com a respetiva análise e interpretação dos mesmos. Por fim, na quarta e última secção, apresento algumas considerações sobre a minha aprendizagem profissional e implicações da investigação em sala de aula no meu futuro profissional.

Distribuída em quarenta e oito semanas, a Prática de Ensino Supervisionada decorreu ao longo de dois anos letivos, 2011/2012 e 2012/2013. No primeiro ano, esta unidade curricular foi dividida em três módulos de dez semanas cada, um no 1.º ciclo, em regime de monodocência, e dois no 2.º ciclo, em regime disciplinar nas díades de Matemática e Ciências da Natureza e de Português e História e Geografia de Portugal. No segundo ano, as restantes sete semanas (intensivas) decorreram apenas no 1.º ciclo, onde foi desenvolvida a investigação para este relatório. No que diz respeito à minha integração nas escolas de ensino básico, esta ocorreu no Agrupamento de Escolas Dr. Joaquim Magalhães, localizado no concelho e cidade de Faro, selecionado pelos docentes da unidade curricular de Prática de Ensino Supervisionada. No 1.º ciclo do ensino básico, a prática decorreu sempre, ao longo dos dois anos, na mesma turma, correspondendo ao 3.º e 4.º anos de escolaridade, na Escola Básica do Bom João. No 2.º ciclo, a prática ocorreu na escola sede do referido agrupamento, numa turma do 5.º ano, a Ciências da Natureza, e no 6.º ano nas restantes áreas, sendo que a Matemática e a História e Geografia de Portugal a turma foi a mesma.

Para além da observação e colaboração em situações de educação e ensino, a unidade curricular de Prática de Ensino Supervisionada pressupõe uma componente de investigação educacional, de modo a capacitar os futuros docentes para a adoção de uma atitude investigativa no seu desempenho profissional. Neste sentido, e com base na compreensão e análise crítica de investigação educacional relevante, apresento neste relatório uma investigação desenvolvida com o propósito de compreender o papel da robótica educativa no desenvolvimento do raciocínio matemático em alunos do 1.º ciclo do ensino básico, através da análise dos momentos de discussão dos alunos, em pequenos grupos e em grupo turma, ao longo de duas aulas de Matemática.

Partindo do pressuposto de que o raciocínio matemático deve ser desenvolvido de forma integrada nos temas matemáticos do programa, optei por desenvolver atividades integradas no tema de Geometria e Medida, no tópico Orientação Espacial. Em consonância com o Programa de Matemática do Ensino Básico (PMEB), proporcionou-se aos alunos a oportunidade de (i) utilizar a visualização e o raciocínio espacial na análise de situações e na resolução de problemas e (ii) formular argumentos recorrendo à visualização e ao raciocínio espacial, através de observações, descrições e representações de objetos, configurações e trajetos (ME, 2007). Estes dois objetivos curriculares são operacionalizados explicitamente no PMEB através de indicações metodológicas: “Na localização de objectos, o aluno é chamado a utilizar o sistema de referência esquerda-direita e horizontal-vertical referido ao seu próprio corpo. Dado que vivemos num mundo tridimensional, o estudo da Geometria nos primeiros anos parte do espaço para o plano.” (ME, 2007, p. 20). Como ainda refere o PMEB, no que diz respeito aos recursos didáticos e curriculares, o computador pode surgir como facilitador de explorações que podem “enriquecer as aprendizagens realizadas no âmbito deste tema, nomeadamente através de *applets* e permitir a realização de jogos e outras actividades de natureza interactiva” (ME, 2007, p. 21).

A opção por tarefas de posição e localização adveio da necessidade de os alunos serem capazes de “agir, prever, ver e explicar o que se passa no espaço que percebem, desenvolvendo, progressivamente, a capacidade de raciocinarem com base em representações mentais” (ME, 2007, p. 20). Para tal, recorreu-se à resolução de problemas como facilitadora de múltiplas potencialidades quando associada a outros aspetos das capacidades transversais: “(...) proporciona o recurso a diferentes representações e incentiva a comunicação; fomenta o raciocínio e a justificação; (...)” (Boavida, Paiva, Cebola, Vale & Pimentel, 2008, p. 14). Em conformidade com o Currículo Nacional do Ensino Básico, os problemas são situações não rotineiras que constituem desafios para os alunos e em que, frequentemente, podem ser utilizadas várias estratégias e métodos de resolução (ME, 2001). Note-se que os problemas que foram apresentados aos alunos compreendiam mais do que um caminho para chegar à solução e mais do que uma resposta correta, correspondendo, por isso, a problemas abertos. Pretendeu-se que os alunos recorressem a explorações para descobrir regularidades e formular conjecturas, apelando, ao desenvolvimento do raciocínio, do espírito crítico e da capacidade de reflexão (ME, 2001).

Percurso Formativo em Contexto Escolar

Nesta secção apresento o meu percurso formativo ao longo do período em que decorreu a minha Prática de Ensino Supervisionada. Tento caracterizar o meu desenvolvimento profissional como futura docente, refletindo sobre aspetos de índole metodológica, questões relativas à construção de aprendizagens e ao desenvolvimento de competências e capacidades. Apresento, ainda, uma visão dos factos direcionada para o aperfeiçoamento do perfil docente na relação com os outros e nos processos de ensino e de aprendizagem dos alunos.

Prática de Ensino Supervisionada no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico

A Prática de Ensino Supervisionada é uma resposta necessária ao processo de desenvolvimento e de formação pessoal e profissional de professores. O futuro docente encontra, nesta etapa da sua vida académica, algumas respostas formativas mais adequadas às características específicas de cada momento da sua condição profissional.

Como refere Gonçalves (2009) é através do “diálogo de aconselhamento”, do “*feedback*”, da “comunicação não verbal” e da “metacomunicação”, entre os professores supervisores e os professores cooperantes, com o formando, que este pode desenvolver o pensamento reflexivo sobre a sua prática, integrar teorias com situações experienciadas e construir um estilo pessoal de atuação, auxiliando-o a tomar decisões sobre a sua ação futura. É nesta relação entre formadores e formandos que se minimizam lacunas graves de preparação científica, em relação a determinados conteúdos constantes dos programas do ensino básico, gerando uma ligação bem sucedida e bem sustentada entre a matéria de ensino e os conhecimentos relevantes sobre os processos de aprendizagem (reforçando os conhecimentos didáticos do formando).

É também durante o processo de prática profissional que o desenvolvimento de competências educacionais gerais, culturais e éticas, essenciais para a prática docente, se inicia: “As competências são então definidas (...) como as formas como os sujeitos gerem os seus recursos cognitivos e sociais na ação, numa dada situação” (Esteves, 2009, p. 42). Neste sentido, a supervisão no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada

pautou-se por momentos significativos de dimensão autorreflexiva e auto formativa, que me levaram a adquirir confiança no meu conhecimento profissional, que se revelou na capacidade de assumir um papel de investigador da minha própria prática.

Práticas de Supervisão no 1.º Ciclo. A supervisão aos alunos/professores em prática deve garantir a ajuda necessária para que estes se tornem cada vez mais independentes na tentativa de melhorar as suas competências profissionais (Metzler, 1990). Assim, no 1.º ciclo do ensino básico, a professora cooperante assegurou-me a planificação e dinamização das atividades letivas da turma, a par da lecionação das mesmas, sempre em modo de cooperação. Também durante todo o período em que decorreu a Prática de Ensino Supervisionada, foi-me dada a oportunidade de participar nas atividades da comunidade educativa, vista por esta escola como um sistema aberto que partilha responsabilidades com os parceiros sociais envolventes e, num sentido mais lato, como uma organização “que se pensa no presente para se projectar no futuro” (Alarcão, 2002 cit. por Silva & Vasconcelos, 2010, p. 66).

Por se esforçar em defender a sua própria cultura, valorizando-a e atuando em função dela, esta escola do 1.º ciclo do ensino básico mostrou-se sempre uma escola eficaz. Assumiu-se com características próprias, integradoras e de referência que são suscetíveis de se verificar, por exemplo, na sua autonomia/liderança organizacional, na articulação curricular, na otimização do tempo, na estabilidade profissional, formação do pessoal, na participação dos pais, no reconhecimento público e no apoio das autoridades, tal como aponta Nóvoa (1992). Estas características da comunidade escolar, com ambientes de trabalho colaborativos, envolvidos num clima de confiança e promotores do diálogo e de relações entre pessoas e grupos, possibilitaram a partilha contextualizada de conhecimento tácito. Os testemunhos das experiências do corpo docente, principalmente da professora cooperante, tornaram-se importantes no meu crescimento profissional, ficando a supervisão e a prática pedagógica associadas, de alguma forma, à prática de ensino da professora titular. Todos os *feedbacks* foram importantes e influenciaram a qualidade da minha experiência pedagógica.

Foi também no 1.º ciclo do ensino básico que me foi dada a oportunidade de participar nas reuniões de conselho de ano. Este espaço de reflexão, onde se concretiza a planificação de aulas, a participação em projetos conjuntos, a diferenciação de estratégias e a conceção e adequação de materiais, foi mais um aspeto importante na minha Prática de Ensino Supervisionada. Com a análise e discussão de questões de

caráter pedagógico e didático que a cada aluno e à turma dizem respeito, através da partilha de experiências, orientei a minha prática no sentido da promoção do sucesso, da redução do absentismo, da procura de coerência e de sequencialidade curricular e da fidelização dos alunos à escola.

Práticas de Supervisão no 2.º Ciclo. Tal como refere Anjos, “quando a escola recebe um novo professor que pode ser principiante ou não e que traz com ele novas formas de pensar e agir, ou seja, novos valores no sentido da inovação que podem não ser bem aceites pelos restantes colegas” (2007, p. 106), podem surgir desacordos ideológicos e pedagógicos. Foi neste sentido que, contrariamente ao que sucedeu no 1.º ciclo do ensino básico, os professores, cooperantes ou não, não se mostraram recetivos à minha (e dos meus colegas) chegada, devido, em grande parte, ao seu descontentamento perante a organização de estudos segundo Bolonha, nomeadamente em relação ao ciclo de estudos de mestrado para a habilitação para a docência.

As necessidades de mudança educativa que resultaram num complexo processo de maturação permitiram promover a dimensão europeia do ensino superior, a mobilidade e a cooperação, em particular nos domínios da avaliação e da qualidade, e tornar, assim, o espaço europeu de ensino superior mais competitivo e coeso. Contudo, não se pode exigir o máximo daqueles que pela primeira vez se encontram diretamente envolvidos nesse processo de mudança, os atuais alunos em prática profissional. Desta forma, a minha prática no 2.º ciclo do ensino básico pautou-se, em três das quatro áreas de estudo, pela ausência de comunicação efetiva com as professoras cooperantes, o que se tornou num dos principais elementos de tensão e de rutura, fazendo de mim um elemento passivo no processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

Apesar do primeiro impacto com os orientadores cooperantes, os docentes foram mudando a sua atitude, embora com níveis de envolvimento distintos. Com exceção do docente da área de Ciências da Natureza, que assumiu sempre, com particular relevância, as suas funções como orientador cooperante, promovendo o meu crescimento pessoal e profissional, fazendo uma intervenção educativa de qualidade, a relação com as restantes docentes mostrou-se mais ausente e menos cooperativa, contrastando com a abordagem mais entusiasta, cooperante e colaborativa do 1.º ciclo. Tal como clarifica Saraiva e Ponte:

O professor, individualmente ou com outras pessoas, revê, renova e amplia os seus compromissos quanto aos propósitos do ensino e adquire e desenvolve, de

forma crítica, o conhecimento, as técnicas e a inteligência (cognitiva e afectiva) essenciais a uma prática profissional de qualidade com os alunos, no contexto escolar (2003, p. 4).

Nas áreas de Português e de História e Geografia de Portugal, os docentes, com o passar do tempo, foram-se mostrando cada vez mais disponíveis. As reuniões de cooperação com ambas as professoras facilitaram a minha atuação no estágio, qualificando este processo que se tornou duplamente vantajoso: para os alunos, que disfrutaram de um ensino e de uma aprendizagem mais minuciosa, e para mim, que dispus de apoio, críticas e sugestões que me fizeram ter argumentos para refletir sobre ser professor com qualidade. O mesmo não sucedeu na área de Matemática, onde a docente acabou por ignorar o seu papel de orientadora cooperante, fazendo uma supervisão coerciva e dominadora, levando-me a sentir pressionada e controlada. Como pude verificar, alguns docentes com mais anos de experiência profissional apresentam um fosso entre o discurso que apresentam sobre a cooperação – como algo natural – e as práticas efetivas. Tal como referem Thurler e Perrenoud, “os observadores sabem que o individualismo é a figura dominante do ofício de professor” (2006, p. 367) e a minha atitude cooperativa, aprendida ao longo da minha formação académica, levou-me a afastar dos “individualistas inveterados” (Thurler & Perrenoud, 2006).

Apesar de defender uma prática cooperativa, mantive-me sempre consciente de que a teoria apresenta, por vezes, uma visão da cooperação profissional desajustada da realidade em resultado de numerosos problemas de comunicação e de interesses pessoais e de grupo. A verdadeira cooperação ocorre quando os envolvidos se motivam para tal e orientam o seu caminho rumo a objetivos comuns, o sucesso dos alunos e o próprio sucesso do seu desempenho profissional.

Relação com os Alunos do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico

Tal como refere Batista (2010), nos processos de ensino e de aprendizagem é fundamental que o professor tome consciência de que o seu papel deve ser o de compreender quem é o aluno de hoje, aquilo que pensa e o que gosta de fazer para, assim, poder organizar um ensino apropriado, pois “não se compreende a criança sem se conhecer o seu contexto de vida, o mundo onde vive, cresce e aprende” (Lage, 2010, p. 13). Uma vez que nas atuais metodologias de ensino e de aprendizagem das orientações curriculares, foi introduzida uma aprendizagem ativa, baseada na resolução de problemas, no desenvolvimento de projetos ou, até mesmo, no trabalho laboratorial e de

campo, o professor se tornou o organizador e estimulador da aprendizagem e do desenvolvimento cognitivo, social e afetivo dos alunos: a relação pedagógica é entendida, por vários autores, como o “núcleo” da educação, uma vez que “sejam quais forem, ou possam vir a ser no futuro, as mudanças introduzidas no sistema de educação, a relação professor-aluno continuará no centro do processo educativo” (Unesco, 1966, cit. por Anjos, 2007, p. 189). Em concordância com esta realidade, na relação que estabeleci com os alunos do ensino básico, tentei ir ao encontro das suas motivações e necessidades, visando sempre o seu melhor desempenho escolar e pessoal.

Apesar de, ao longo do tempo, o conceito de motivação ter sido utilizado de forma vaga e ambígua, tendo-se gerado uma crise de identidade (Jesus, 2004), devido às inúmeras teorias da motivação existentes, ao longo da minha prática esforcei-me por seguir uma forma de atuação que se fundamentasse num modelo cognitivista. Assumi uma atitude reflexiva baseada na ideia de que os alunos são ativos e seletivos do seu próprio comportamento, não se sujeitando a ser o resultado do seu passado ou de um conjunto de hábitos que não controlam, como se a sua motivação fosse exterior a si mesmos. Assim, partindo do pressuposto de que “todo o comportamento é motivado” (Abreu, 1982, cit. por Jesus, 2004, p. 59), a minha atuação nos dois ciclos de ensino centrou-se na ideia de que pode existir aprendizagem por *insight*, isto é, a descoberta de soluções fundada numa reestruturação cognitiva para a resolução de um problema ou alcance de um fim pretendido.

Relação com os Alunos no 1.º Ciclo. No caso específico do 1.º ciclo do ensino básico, a realidade pedagógica é, naturalmente, mais oportuna a uma relação mais intensa com os alunos. O número de horas de contacto entre os professores e os alunos (que permitem o desenvolvimento de uma convivência vantajosa para ambas as partes, comparativamente a outros ciclos de ensino) e o nível de maturidade das crianças, permite ao professor assumir-se, com mais facilidade, como um modelo de comportamento. Assim, e atendendo ao meu conhecimento adquirido na prática, estas particularidades levam-me a assegurar de que no 1.º ciclo a maior parte das crianças consegue estabelecer um maior à-vontade em sala de aula, expondo as suas dúvidas e opiniões sem razões para terem receios. Foi neste sentido que, para reforçar a relação de confiança nos alunos, empenhei-me por incentivá-los a ter uma participação ativa, fomentando-lhes sentimentos de entreajuda e cooperação, de modo a que todos se sentissem integrados.

No que diz respeito à aprendizagem dos conteúdos programáticos, ao enfatizar a atividade dos alunos durante a aprendizagem, pretendi levá-los a utilizar os processos cognitivos de autoinstrução e autorregulação, uma vez que “a aprendizagem e o rendimento escolar dependem de dois instrumentos fundamentais, o saber estudar e o saber pensar” (Jesus, 2004, p. 71). Neste âmbito, e visto que a procura do sucesso na relação com os alunos assenta na tentativa de responder às necessidades individuais de todos, o facto de os alunos se encontrarem todos dentro da mesma faixa etária e possuírem condições apropriadas para um bom desenvolvimento global, facilitou, da minha parte, a criação e estimulação de ambientes educativos. Desta forma, à exceção de um aluno de etnia cigana, que reclamava estratégias suplementares de motivação, as características da turma facilitaram a adoção de estratégias de ensino e, naturalmente, a minha forma de atuar no processo efetivo de ensino e de aprendizagem:

As “estratégias educativas” são dos factores relativos aos professores que influenciam os níveis de realização escolar dos alunos, sendo, naturalmente, evidente que docentes mais eficientes recorrem a metodologias de ensino-aprendizagem também mais eficazes (Marzano, 2005, p. 77).

É de salientar, também, que procurei utilizar um ritmo de ensino adequado às capacidades e conhecimentos anteriores dos alunos, privilegiando a qualidade à quantidade de conteúdos abordados, esforçando-me por estabelecer uma prática inclusiva. Tal como se pode ler na Declaração de Salamanca e enquadramento da acção na área das Necessidades Educativas Especiais, “o princípio fundamental das escolas inclusivas consiste em todos os alunos aprenderem juntos, sempre que possível, independentemente das dificuldades e das diferenças que apresentem” (1994, p. 11). Embora não tenha sido tarefa fácil, com a colaboração e cooperação de todos, foi possível proporcionar, dentro dos possíveis, um desenvolvimento harmonioso dentro e fora da sala de aula.

Sendo o professor um modelo de influência para que os alunos assumam uma postura interessada, atenta, participativa, de comportamentos adequados e que os faça obter bons resultados escolares, importa referir que o meu sucesso neste campo passou pelo reconhecimento de certas qualidades pessoais e relacionais dos alunos. Segundo Shute (2008), cit. por Cadima, Leal e Cancela, “o tipo de *feedback* que os professores fornecem aos alunos parece ser igualmente essencial para a aprendizagem e para a aquisição de competências podendo, em particular, contribuir para a motivação, ao apoiar o envolvimento continuado no processo de aprendizagem” (2011, p. 15). Assim, para motivar os alunos, utilizei diversas estratégias que passaram por: (i) expressar

entusiasmo pelas atividades realizadas com as crianças; (ii) relacionar os conteúdos programáticos à vida quotidiana; (iii) estimular diretamente a participação dos alunos menos participativos; (iv) recorrer a estratégias de trabalho individual e de grupo para estimular o desenvolvimento pessoal e social; (v) recorrer a métodos de ensino diversificados, de modo a tornar os conteúdos mais objetivos e motivadores; (vi) relacionar sempre os novos conteúdos com os conhecimentos já adquiridos; (vii) não salientar apenas os erros cometidos pelos alunos, reconhecendo e demonstrando, tentando reconhecer os seus esforços e as suas capacidades e (viii) explicitar verbalmente confiança nas capacidades dos alunos, mostrando-lhes que todos conseguem realizar as tarefas escolares.

Relação com os Alunos no 2.º Ciclo. Nesta fase do desenvolvimento dos alunos, espera-se que estes sejam mais autónomos, responsáveis, solidários e críticos, preparados para prosseguir o seu desenvolvimento intelectual de forma cada vez mais consciente. Contudo, a minha prática neste ciclo de ensino mostrou-me que este progresso pode ser condicionado pelas atitudes dos professores, que muitas vezes acabam por reprimir os alunos, devido à criação de uma relação pouco sólida entre ambos. Tendo isto em conta, e partindo do pressuposto de que “o modelo de relação pedagógica dominante nos tempos modernos “abafou”, durante muito tempo, a expressão da afectividade” (Amado, Freire, Carvalho & André, 2009, p. 76), tentei estabelecer uma relação com os alunos que se baseasse no afeto, pois, tal como refere Neves e Carvalho, “o êxito escolar depende tanto dos aspectos intelectuais como dos afectivos” (2006, p. 202).

Contrariamente ao que se pode verificar no ciclo anterior, onde os professores assumem-se como “professores de crianças” (Coelho, 2010) – estando mais perto dos alunos, lecionando apenas numa sala de aula e dando mais importância às aprendizagens fundamentais do que aos métodos –, no 2.º ciclo “o interesse dos docentes é que a sua disciplina seja aprendida” (Afonso, 2008, cit. por Coelho, 2010, p. 22). Assim, contrariamente ao que se possa pensar, motivar os alunos nestas idades pode ser uma tarefa tão (ou mais) difícil do que no 1.º ciclo. Os alunos possuem interesses bastante diversificados uns dos outros, cabendo ao professor encontrar pontos em comum nas suas motivações.

Uma vez que a minha integração no 2.º ciclo do ensino básico foi feita em três turmas, todas elas bastante heterogéneas em diversos aspetos, este facto levou-me a

adotar uma postura ainda mais reflexiva e consciente dos casos de disfunção familiar, falta de valores ou, até mesmo, falta de perspectivas para o futuro. No entanto, sabendo que os alunos apreciam, particularmente, as qualidades humanas dos professores (Oliveira, 2010), neste ciclo de ensino assumi uma posição estratégica, a de identificar e atualizar, constantemente, os desejos realmente importantes. Ou seja, o meu papel passou por identificar a legitimidade naquilo que os alunos gostariam de aprender (os seus interesses), ajudando-os a concentrar a sua atenção e as suas energias em torno da aprendizagem, conciliando, evidentemente, com o que era desejável que eles aprendessem (o conteúdo programático). Esta forma de atuar permitiu-me adequar o currículo às necessidades e interesses dos alunos, embora a relação estabelecida com os mesmos tenha assumido uma forma mais formal, comparativamente ao 1.º ciclo do ensino básico.

Tendo em consideração a falta de motivação nos alunos tentei incentivar uma melhor utilização do espaço escolar, segundo os seus interesses, apostando na vertente tecnológica, ao admitir, como ponto de partida, que os atuais estudantes do ensino básico nasceram e se desenvolveram no contexto da complexa sociedade da informação e do conhecimento. Foi neste seguimento que a estratégia principal que desenvolvi para captar a atenção dos alunos foi o recurso às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em sala de aula que, até então, era quase inexistente nas práticas dos docentes das três turmas do 2.º ciclo do ensino básico.

No que diz respeito a outras estratégias de motivação, tentei: (i) mostrar aos alunos que estudar traz mais vantagens para a vida futura do que o abandono escolar; (ii) proporcionar momentos onde os alunos detivessem um papel ativo no desenvolvimento dos seus próprios conhecimentos; (iii) partir de aspetos da atualidade e do contexto envolvente dos alunos para planificar as aulas; (v) potencializar as capacidades dos alunos diminuírem o significado da ansiedade nos momentos de avaliação; (vi) estabelecer uma comparação entre os conhecimentos atuais dos alunos e os anteriores, dando-lhes um *feedback* desse reconhecimento; (vii) clarificar algumas crenças bastante inadequadas sobre os resultados escolares que pudessem estar a contribuir para um menor esforço ou empenho nas atividades dos alunos e (viii) aproveitar as diferenças individuais dos alunos para criar um ambiente de aprendizagem colaborativa, onde os mais motivados e com mais conhecimentos desenvolvidos pudessem auxiliar os colegas com mais dificuldades, levando a que, desta forma, todos beneficiassem neste processo.

Aprendizagens em contexto de Práticas Profissionais

Atendendo às minhas expectativas aquando do início da Prática de Ensino Supervisionada, recordo-me de que o meu maior receio foi o confronto entre a teoria e a prática, ou seja, o currículo e o processo efetivo de ensino e aprendizagem. Contudo, a relação de comunicação favorável com alguns professores cooperantes e supervisores, bem como a leitura de bibliografia indicada, ajudaram-me a ultrapassar esta dificuldade.

Tal como refere Ribeiro (1999), o desenvolvimento curricular identifica-se, num sentido mais restrito, apenas com a construção (desenvolvimento) do plano curricular (tendo presente o contexto e a justificação que o suportam, assim como as condições da sua execução), seguido pela fase de implementação dos planos e programas na situação concreta de ensino e, simultaneamente, do processo de avaliação da respetiva execução. O currículo, o processo efetivo de ensino e a aprendizagem adquirida são, portanto, três mundos que se interrelacionam formando o sistema educativo: a correspondência perfeita entre estes três mundos verifica-se com a sua sobreposição total, existindo, assim, uma conformidade entre o plano curricular elaborado, a execução do currículo e a aprendizagem resultante (figura 1).

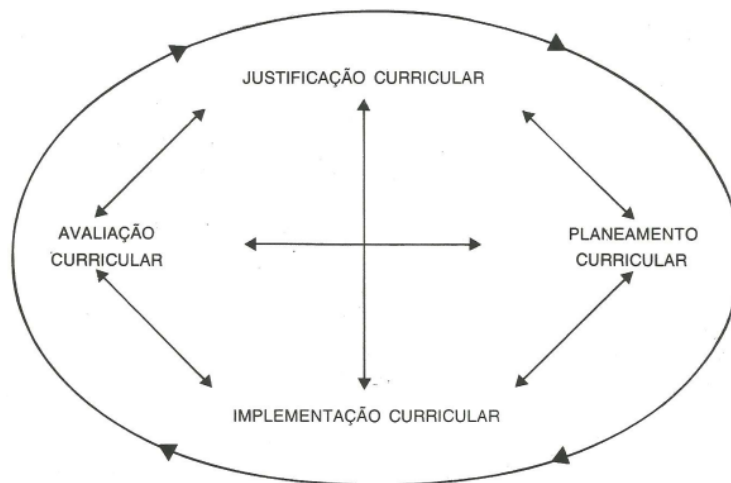


Figura 1 – Processo de desenvolvimento curricular (Ribeiro, 1999, p. 7)

Sabendo que a sobreposição destes três aspetos é, também, a finalidade essencial e a razão de ser do sistema educativo, para ultrapassar o meu receio inicial, optei por adotar uma atitude correspondente à afirmação de que “o currículo está em permanente desenvolvimento, consistindo num processo que se vai desenrolando por aproximações sucessivas que o esclarecem e enriquecem, segundo fases que se

remetem umas para as outras” (Ribeiro, 1999, p. 6). Foi nesta perspetiva que, ao longo da minha prática profissional, tentei desenvolver uma sequência organizada de conteúdos de ensino (“o que se ensina”), estipular um conjunto de objetivos (“para que se ensina”), propor materiais didáticos (“com que se ensina”) e adotar métodos e processos (“como se ensina”) que visassem atingir fins educacionais que dessem resposta aos programas de ensino e de aprendizagem.

Partindo do princípio de que a aprendizagem é “um processo continuado de descoberta e construção de significados a partir da informação e da experiência” (Jesus, 2004, p. 71), concluí que mais importante do que os programas é a organização curricular dos conteúdos programáticos que é interpretada pelo professor e as ferramentas didáticas que este utiliza para estimular os alunos. Assim, foi logo no início do primeiro módulo da Prática de Ensino Supervisionada, no 1.º ciclo do ensino básico, que percebi que os conteúdos programáticos deveriam estar de acordo com um espectro (formas de seleção), uma sequência (organização vertical dos conteúdos de ensino), integrados (equilíbrio de aprendizagens provenientes de diferentes conteúdos) e estruturados segundo um foco organizador (relação e sequência dos conteúdos numa área disciplinar, numa unidade didática ou, até, numa aula) (Ribeiro, 1999).

Após ultrapassar esta grande tensão de relacionar a teoria e a prática, as aprendizagens que se seguiram foram, essencialmente, do foro metodológico. Uma vez que também sou defensora de uma abordagem humanista, defendo a ideia de que a escola não ensina, mas que cria as condições necessárias para que os alunos aprendam, pelo que o papel do professor deve ser o de facilitador da aquisição de diversos conhecimentos culturais, científicos e tecnológicos suscetíveis de serem utilizados na análise e resolução de problemas reais do mundo físico e social. Desta forma, dediquei-me a explorar um ensino centrado na ótica do saber crítico e reflexivo. Assim, de entre as aprendizagens em contextos profissionais que pude experienciar, saliento aspetos relacionados com a minha postura no que diz respeito a: (i) procurar ligações entre as diferentes áreas do saber, seguindo um modelo de organização curricular centrado na resolução de problemas/temas transdisciplinares; (ii) recorrer, frequentemente, à constituição de grupos de trabalho para o tratamento dos problemas selecionados e propostos aos alunos e (iii) salientar as capacidades de análise e de resolução de problemas.

No que diz respeito aos modelos pedagógicos, foi no 2.º ciclo do ensino básico, na área de Ciências da Natureza, que comecei a perceber que seguia um modelo de

organização curricular centrado em núcleos de problemas/temas transdisciplinares. Recorrendo a problemas científicos, tecnológicos e sociais consegui romper com o currículo estruturado por disciplinas, eliminando barreiras entre elas. Todavia, apesar de ter desenvolvido esta estratégia de atuação, estive sempre consciente de que outras metodologias também são válidas, embora umas se apresentem mais coerentes e melhor definidas do que outras. Como refere Mialaret (1977/1981), cit. por Jesus:

A formação não pode fornecer normas de actuação ou ser centrada em “situações ideais de ensino”, uma vez que as situações educativas são complexas e diferenciadas, havendo várias formas de o professor responder adequadamente às circunstâncias com que se confronta diariamente, isto é, há vários estilos ou estratégias de ensino igualmente eficazes (2004, p. 36).

Conhecendo as limitações das escolas onde estive integrada (organização logística das escolas), para desenvolver esta metodologia tive de desenvolver os meus próprios materiais didáticos. A título de exemplo, para abordar a constituição das flores, apostei numa temática atual, bastante divulgada pelos meios de comunicação social: o desaparecimento das abelhas domésticas. No entanto, para formular uma questão-problema (“Como podemos justificar a preocupação dos apicultores com o desaparecimento das abelhas?”), mantive-me sempre consciente de que teria de pesquisar bastante para poder discutir com os alunos eventuais questões que me fossem colocadas e, naturalmente, motivá-los e levá-los a construir conhecimentos cientificamente corretos. Inicialmente, recolhi algumas notícias de jornais e adaptei a escrita de forma a ser acessível ao grupo turma dos alunos; já em sala de aula, utilizei as TIC para desenvolver a temática, tais como, projetar a notícia, visualizar vídeos ou fazer pesquisas. Tal como seria de esperar, foi notável o entusiasmo dos alunos que, ao longo das tarefas, permaneceram atentos e se mostraram participativos, comentando alguns aspetos que lhes foram significativos.

Embora esta metodologia de trabalho seja fundamentalmente utilizada nas ciências naturais, a minha experiência provou-me que também é possível aplicá-la nas ciências sociais. Por exemplo, no terceiro módulo de ensino, em Língua Portuguesa, parti de uma problemática atual – a dependência excessiva do computador por parte das crianças – para introduzir o *e-mail* (correio eletrónico) como um tipo de texto expositivo. Nesta aula, os alunos analisaram o poema *O Computador*, da autoria de Luísa Ducla Soares, tiveram acesso a termos específicos da informática e da internet (os “netpalavrões”, como *download*, *browser*, *homepage*, *link...*), terminando com a elaboração de um *e-mail* dirigido à personagem do poema, que tinha como objetivo

alertá-la sobre a sua utilização exagerada do computador. Com esta aula, também foi possível desenvolver um pensamento crítico e reflexivo sobre a diversidade entre as pessoas: a introdução do *e-mail*, como sendo um tipo texto expositivo, foi iniciada através da exploração de uma fotografia, estrategicamente selecionada, onde se pôde observar uma família de pele negra a utilizar um computador. Conseguir que entre todos exista respeito, solidariedade e amizade são alguns dos pontos essenciais para se conseguir uma educação que se pretende diversificada e inclusiva.

Também em História e Geografia de Portugal, por se tratar de uma área bastante extensa e abstrata para os alunos, mais do que tudo, quis ser fiel a este modelo de temas transdisciplinares. Contudo, para implementá-lo tive de me descentrar dos conteúdos e pesquisar temas atuais. Mais do que nas outras áreas, apostei em recursos audiovisuais, de forma a facilitar a compreensão dos factos históricos. Os alunos aprenderam conteúdos sobre a crise ou a liberdade, fazendo analogias com situações da atualidade.

Para justificar a constituição de grupos de trabalho para o tratamento dos problemas selecionados e propostos aos alunos, basta refletir sobre as situações educacionais mais comuns, em que nos deparamos sempre com uma educação existente apenas dentro de grupos e, inclusive, de instituições sociais (Cabanas, 1989). Sabendo que a função educacional é, acima de tudo, uma forma de comunicação, uma modalidade de interação que requer uma situação social, a aprendizagem de novos conceitos e de esquemas de comportamento pode ser efetuada socialmente pela observação de outras pessoas. No que diz respeito a resultados, verifiquei que as turmas mais unidas apresentaram uma maior predisposição para o trabalho colaborativo: os alunos organizaram-se, partilharam ideias e recursos e apoiaram-se mutuamente na resolução cooperada dos problemas. Em consequência destas atitudes, constatei também que, tanto no 1.º como no 2.º ciclo, esta metodologia é suscetível de influenciar positivamente o modo como os alunos enfrentam as tarefas que lhes são propostas: no trabalho em grupo todos são responsáveis por todos, sendo conferido um caráter ético à tarefa de aprender.

No que diz respeito às capacidades de análise e de resolução de problemas, nos dois ciclos de ensino e em qualquer área de estudo, aprendi que o clima que se pretende em sala de aula consegue-se através: (i) da seleção de problemas acessíveis aos alunos, de modo a que estes não se sintam frustrados, mas que, ao mesmo tempo, não deixem de constituir um desafio para eles; (ii) de estímulos à participação, fomentando o espírito crítico e a argumentação; (iii) do trabalho coletivo, onde os alunos possam

comunicar as suas ideias e confrontar os diferentes pontos de vista e (iv) da motivação dos alunos para processos estimuladores de conhecimento, tais como observar, propor hipóteses, demonstrar, generalizar, questionar-se e questionar os outros.

Contudo, na área de Matemática, a resolução de problemas tem outra representação. No 2.º ciclo de ensino básico, o conceito é fortemente marcado por dois termos: memorização e mecanização (pelo menos na experiência vivenciada). Embora seja necessário que os alunos memorizem, por exemplo, a tabuada da multiplicação, o professor não se pode esquecer de que as crianças deste ciclo têm idades compreendidas entre os 10 e os 12 anos. Apesar de, nestas idades, os alunos já conseguirem efetuar operações corretamente, ainda precisam de estar em contacto com a realidade, revelando um pensamento descritivo e intuitivo (partindo do particular para o geral). Ao dependerem de uma prática de ensino tradicional, muito pautada por raciocínios abstratos, os alunos não recorrem a estratégias de resolução de problemas nem ao desenvolvimento de ideias e estratégias matemáticas pessoais, o que contraria as orientações curriculares para o ensino e a aprendizagem da matemática:

A educação é, também, uma experiência social, mediante a qual a criança descobre-se a si mesma, desenvolve as relações com os outros, adquire as bases do conhecimento e do *savoir-faire* (Delors et al, 1996, p. 16).

Também ao longo da minha prática profissional, verifiquei que o recurso ao manual – como um material curricular de interpretação dos programas que se encontra elaborado de acordo com os objetivos, conteúdos e orientações de uma determinada área disciplinar – facilita o papel dos professores na procura e seleção de tarefas, principalmente quando estes não se sentem à vontade com métodos de ensino mais atuais. Como percebi que esta prática é mais comum no 2.º ciclo, onde os docentes se esforçam por terminar a leção dos conteúdos programáticos, aprendi a projetar as situações de ensino propondo sempre um carácter lúdico. Assumi uma forte relação entre entretenimento e educação: tudo o que agrada ensina mais eficazmente. Com esta minha forma de agir, consegui, principalmente, contrariar nos alunos, durante o tempo em que estive em prática, a ideia de que os exames são “uma complexa máquina de fiscalização de conhecimentos” (Pacheco, 2001, p. 228).

Por fim, falta referir que sendo o aluno o interveniente fundamental na aprendizagem, só despertando o gosto de aprender é que se conseguirá que ele se envolva profundamente neste processo. O professor deve ter em conta que os alunos não são “tábuas rasas” e que possuem consigo ideias prévias. Este deve estar ciente de que o

ambiente de sala de aula não pode ser visto como o *input* de informação, mais ou menos dirigido, para ser acumulado num organismo que, por sua vez, emite o comportamento de *output*. Tal como aponta Freire (1970), na “visão bancária da educação”, o saber é uma doação daqueles que se julgam sábios àqueles que julgam nada saber, sendo que essa doação se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão, a absolutização da ignorância, que constitui aquilo a que se chama de alienação da ignorância, segundo o qual esta se encontra sempre no outro. Em oposição a esta visão, Gadotti afirmou que “aprender não é acumular conhecimento”, pois “aprendemos história não para acumular conhecimentos, datas, informações, mas para saber como os seres humanos fizeram a história para fazermos história” e “o importante é aprender o pensar (a realidade, não pensamentos), aprender a aprender” (2003, p. 48).

Investigação sobre a Prática Profissional no Ensino da Matemática

Nesta secção apresento um trabalho de investigação concretizado no contexto da Prática de Ensino Supervisionada, onde se pretendeu conhecer de que modo se manifesta o raciocínio matemático, através da robótica educativa. Desta forma, contextualizo teoricamente e metodologicamente a temática, a recolha de dados e a respetiva análise e interpretação dos mesmos.

Raciocínio Matemático no Currículo do Ensino da Matemática

O Programa de Matemática do Ensino Básico (ME, 2007) considera o raciocínio matemático como uma das capacidades transversais a toda a aprendizagem da matemática. Encontrando-se ao mesmo nível dos temas matemáticos do programa, a capacidade transversal do raciocínio matemático é perspectivada enquanto conteúdo de aprendizagem, pois, tal como acontece com os temas matemáticos, esta surge associada a um conjunto de tópicos e objetivos específicos que devem enquadrar o trabalho a desenvolver ao longo da escolaridade: “Na introdução de cada tema matemático e das capacidades transversais (...) [enunciam-se] os objetivos gerais de aprendizagem (desse tema ou capacidade), as indicações metodológicas (específicas do tema ou capacidade) e os respetivos tópicos e objetivos específicos de aprendizagem” (ME, 2007, p. 1).

Yackel e Hanna (2003) consideram o raciocínio matemático como uma atividade partilhada, onde o aprendiz participa ao mesmo tempo que interage com os outros para resolver problemas matemáticos. Esta ideia vai ao encontro da definição de Ball (2002), que entende o raciocínio matemático como um conjunto de práticas e normas, que não têm de ser obrigatoriamente individuais e idiossincráticas. Já do ponto de vista de Lannin, Ellis e Elliot (2011), o raciocínio matemático é considerado como a natureza da atividade matemática, auxiliando a compreensão da existência das relações matemáticas, sendo fundamental para o desenvolvimento de um entendimento mais profundo da matemática.

Estas perceções sobre o raciocínio matemático estão em concordância com as normas do National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 1994), que afirma que os alunos devem ser estimulados a explicar os raciocínios que seguiram para chegar

a determinada conclusão ou para justificar por que razão o seu modo de abordar um problema é apropriado. Neste sentido, o NCTM (1994) salienta, ainda, a importância do raciocínio matemático para o desenvolvimento do poder matemático dos alunos, atribuindo-lhes também um papel relevante na sua própria aprendizagem, para que possam chegar a conclusões e justificar as suas afirmações sem necessitar da validação do professor ou do manual. Neste âmbito, o desenvolvimento do raciocínio matemático é fundamental para que os alunos percebam e acreditem que a matemática faz sentido, encarando-a como uma disciplina lógica e coerente (ME, 2007).

Com o objetivo de clarificar o que significa raciocinar em matemática, em contexto escolar, considera-se que raciocinar é uma atividade que os alunos exercem quando têm a oportunidade de explicar e justificar o seu próprio pensamento durante o processo de resolução de problemas. Tal como salientam Whitenack e Yackel, “explicar e justificar são aspectos importantes do raciocínio sobre ideias matemáticas” (2008, p. 85). Apesar da dissemelhança entre explicar e justificar parecer impercetível, determinar se um aluno está a explicar ou a justificar o seu pensamento, obriga a considerar as razões pelas quais o aluno está a apresentar um argumento: umas vezes, o aluno pode explicar uma ideia para clarificar o seu pensamento aos outros; noutras, o aluno apresenta um argumento para validar o seu pensamento ou para justificar a sua atividade (Whitenack & Yackem, 2008).

Segundo o NCTM (1991), todos os alunos devem participar frequentemente em diversas experiências que lhes permitam: (i) desenvolver hábitos de pensamento matemático; (ii) ser estimulados a explorar, a fazer tentativas e a errar; (iii) a formular conjecturas, a testá-las e a construir argumentos sobre a sua validade e (iv) a questionar, discutindo o seu próprio raciocínio e o dos outros. No que concerne aos primeiros anos, o NCTM (2000) salienta que os alunos do 3.º ao 5.º ano de escolaridade deverão formular conjecturas sobre relações matemáticas, investigar essas conjecturas e elaborar argumentos matemáticos apoiados nas suas experiências. É neste sentido que parece desajustado conceber o ensino da matemática como uma mera ação de contar e calcular, uma ideia que pressupõe que as crianças não possuem a capacidade de produzir raciocínios matemáticos não elementares (Canavarro & Pinto, 2012). Em concordância com estas ideias, Boavida e Menezes apontam:

Raciocinar remete para calcular, mas também para usar a razão para julgar, compreender, examinar, avaliar, justificar e concluir, o que conduz a que, em Matemática, não raciocinamos apenas quando provamos algo. Também raciocinamos ao apresentar razões que justificam afirmações ou

posicionamentos, ao tentar convencermos-nos a nós próprios, ou a outros, da razoabilidade destas justificações ou ao procurar explicar a coerência entre o que se aceita como válido e as suas consequências (2012, p. 289).

Para o 1.º ciclo do ensino básico, o PMEB realça que “o desenvolvimento do raciocínio é promovido suscitando a explicação de ideias e processos, a justificação de resultados e a formulação e teste de conjeturas simples por parte dos alunos” (ME, 2007, p. 29), salientando, também, a importância das experiências que são oferecidas aos alunos para que estes se possam exprimir, desenvolver ideias e clarificar e organizar os seus raciocínios, sem esquecer os momentos de partilha dinamizados pelo professor:

“A confiança na capacidade de raciocinar e justificar pensamentos desenvolve a autonomia das crianças, embora estas necessitem de muito tempo e de um grande número de experiências para desenvolver a sua capacidade de construir argumentos válidos” (Martins, 2010, p. 38).

Raciocínio Dedutivo, Indutivo e Abduutivo

O pensamento matemático manifesta um padrão similar aos três tipos de raciocínio: dedução, indução e abdução. Todos os três se baseiam na ideia de uma hipótese: a abdução inventa ou propõe hipóteses, a dedução explica-as e a indução testa-as. Neste sentido, é necessário conceber os três tipos de inferência de uma forma global e articulada, como três estádios de investigação científica (Marcos & Dias, 2005).

Dos três tipos de raciocínio, a dedução é o mais natural e fidedigno; parte de uma premissa maior para uma menor. Carecendo de criatividade, não adiciona nada para além do que já é conhecido. Já o raciocínio indutivo é um tipo de inferência que produz generalizações a partir de casos particulares, sendo utilizado quando o indivíduo raciocina por analogia, quando faz previsões a partir de situações particulares ou ainda quando tenta detetar regularidades que lhe permita postular leis gerais.

No que diz respeito ao raciocínio abduutivo, este é caracterizado essencialmente pela formulação de hipóteses que são propostas como candidatas explicativas de eventos que resistem à explicação dedutiva ou indutiva (Gutierre, Gonzalez & Broens, 2011). A abdução é um processo para formar hipóteses explicativas, isto é, é uma forma de raciocínio onde é adotada uma hipótese como uma possível explicação para um determinado facto observado. Este tipo de raciocínio inicia-se com a percepção de algo anómalo, uma circunstância curiosa, em que a surpresa e a dúvida geram um processo de procura e conceção de hipóteses que, se ponderadas verdadeiras, podem explicar o problema aparentemente anómalo. Mais precisamente, se um facto é observado e sabe-

se que está relacionado com outro, então esse pode ser adotado como uma possível explicação para o facto. Constituída como a forma mais fraca de uma argumentação, a abdução proporciona novas ideias em função de situações reais.

A surpresa despertada perante uma anomalia constitui o primeiro passo do raciocínio abductivo. O segundo passo consiste em levantar possíveis hipóteses explicativas para a anomalia em causa. Neste processo, apenas algumas hipóteses serão candidatas a transformar a nova situação numa situação comum. Após escolhida uma hipótese, entendida provisoriamente como verdadeira, o próximo passo do raciocínio abductivo surge através do teste dessa hipótese, geralmente realizado através da sua observação.

Em suma, enquanto a dedução testemunha algo que «deve ser» e a indução mostra algo que atualmente «é operatório», a abdução faz uma simples sugestão de algo que «pode ser». Para apreender ou compreender os fenómenos, a abdução também pode funcionar como método, a par dos outros raciocínios. A inferência abductiva é uma suposição razoavelmente bem fundamentada sobre uma conjectura que deve ser testada, posteriormente, por indução, essa hipótese assumirá a forma de uma lei geral, que servirá de base para o raciocínio dedutivo. A abdução é, portanto, a base de todo o conhecimento, uma vez que é a operação particular da mente em que emergem hipóteses que, ainda que falíveis, permitem explicar não só a aparição de novos dados, de nova informação, mas também de novos conceitos qualitativamente distintos dos anteriores; permitem explicar o salto em que o entendimento dá no vazio, o descobrimento (Barrena, 2003).

Definição e Potencialidades da Robótica Educativa

Segundo Chella (2002), cit. por Ribeiro, a robótica educativa é definida 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” (2006, p. 14). São estas características que tornam a robótica educativa particularmente interessante no processo de ensino e aprendizagem da matemática e das ciências naturais.

Focando apenas o computador como umas das ferramentas a que os docentes podem recorrer para a programação de robôs, este pode ser encarado como um recurso com relevantes valências educacionais: (i) os alunos que utilizam o computador

aprendem mais e retêm mais ou aprendem o mesmo mas mais depressa que os alunos sujeitos ao ensino tradicional e (ii) o ensino auxiliado por computador está associado a uma maior eficácia do que o ensino tradicional (Moreira, 1989). Todavia, não se pode afirmar que os alunos fiquem mais inteligentes. Sendo que “a inteligência não é uma qualidade básica da mente mas, antes, o produto da interacção entre as suas estruturas e os instrumentos culturais de que nos servimos para pensar” (Olson, 1985, cit. por Moreira, 1989, p. 3), cabe aos professores proporcionar os estímulos necessários para que os alunos se desenvolvam. Assim, permitir que os alunos resolvam problemas de programação, recorrendo ao computador como um instrumento cultural, pode levar a uma expansão das suas capacidades de organização e de planeamento (Moreira, 1989).

Nos últimos anos, a robótica educativa tem surgido como um dos instrumentos educativos emergentes de maior potencial. A sua introdução nas práticas de sala de aula, como uma ferramenta de apoio, tem-se vindo a mostrar adequada, nomeadamente numa aprendizagem baseada na resolução de problemas concretos, “cujos desafios criados promovem o raciocínio e o pensamento crítico de uma forma activa, elevando também os níveis de interesse e motivação dos alunos por matérias por vezes complexas” (Ribeiro, Coutinho & Costa, 2011, p. 440).

Estas características, que tornam a robótica educativa particularmente atractiva para o ensino e a aprendizagem da matemática, permitem ao professor trabalhar os conteúdos de uma forma alternativa ao ensino tradicional. Uma planificação inteiramente direccionada para o ano em questão, com tarefas práticas da utilização de robôs, pode ajudar os alunos a estabelecer relações e experimentar os conceitos aprendidos durante as aulas de matemática em diversos contextos e a encará-los noutras perspetivas, possibilitando o desenvolvendo do seu próprio conhecimento. Tal como refere Silva, a robótica também pode ser entendida como uma ferramenta de mediação que “possibilita o estabelecimento de novas relações para a construção do conhecimento e novas formas de atividade mental” (2009, p. 33). Em concordância com estas ideias, Ribeiro, Coutinho e Costa clarificam:

Nos ambientes de robótica educativa, os alunos desenvolvem uma capacidade de abstracção ao terem que planear os robôs e desenhar os programas pensando como se fossem o próprio robô. Ao projectar-se no robô, na forma como ele aprende e como ele pensa, a criança está a pensar sobre o pensamento (metacognição). 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 (2011, p. 442).

Em síntese, o ato de programar o seu próprio sistema robotizado, controlando-o a partir de um computador com *softwares* especializados, permite ao aluno assumir um papel ativo na construção dos seus próprios conhecimentos, por meio de observações e da própria prática. Durante a aprendizagem com robôs, os alunos reconhecem a importância de refletir sobre as decisões tomadas, aprendendo com os erros e, assim, tentando evitar repeti-los. Neste processo de reflexão, os alunos, ao se esforçarem por perceber a origem de um determinado erro e compreender as dificuldades em causa para a sua resolução, empenhar-se-ão na sua correção. Tal como refere Sousa, “o pensamento tem origem na motivação, interesse, necessidade, impulso, afeto e emoção” (2009, p. 14), pelo que colocar um robô a movimentar-se parece ser um motivo suficientemente válido para que os alunos se envolvam numa maior exploração e compreensão do que têm de aprender de forma a solucionar determinado problema.

Design de Investigação e Intervenção na Sala de Aula

O *design* do presente estudo reúne o desenvolvimento de procedimentos de planeamento e ensino, assim como a investigação sobre a aprendizagem e desenvolvimento dos alunos num contexto social, a sala de aula (Gravemeijer & Cobb, 2006), procurando ser, simultaneamente, uma investigação educativa e científica (Kelly, 2003), tendo-se desenvolvido em três etapas: (i) situação de diagnóstico e projeto da experiência de ensino, (ii) realização da experiência de ensino em contexto de sala de aula e (iii) avaliação da mesma.

Steffe e Thompson (2000) definem “experiência de ensino” como sendo uma sequência de episódios de ensino que combina um professor com um ou mais alunos, uma testemunha e uma metodologia de recolha de dados que recai sobre esses mesmos episódios. Neste tipo de abordagem, o professor surge como professor-investigador, pretendendo compreender os processos de ensino e aprendizagem. Desta forma, as duas aulas destinadas a esta experiência de ensino foram conduzidas por mim, professora em prática profissional, tendo a professora titular de turma adotado um papel colaborativo.

A recolha de dados, aqui analisada, decorreu numa sala de aula do ensino regular, numa turma do 4.º ano de escolaridade da Escola Básica do Bom João, em Faro. A pesquisa contou com 23 alunos, com idades compreendidas entre os 9 e os 10 anos, entre eles 15 do sexo masculino e 8 do sexo feminino. As aulas foram registadas em

áudio e vídeo e, posteriormente, visualizadas e comentadas por mim, pela professora titular de turma e pelo respetivo orientador deste relatório. A recolha de dados assumiu a forma de observação e participação na sala de aula, o que possibilitou um contacto mais estreito e pessoal com o fenómeno observado.

Na situação de diagnóstico e projeto da experiência de ensino, as tarefas, da minha responsabilidade, foram propostas a todos os participantes, com o intuito de conhecer o seu nível de desenvolvimento espacial (em anexo planificação das tarefas matemáticas – Anexo 1). Partindo do pressuposto de que no processo de construção do espaço, o que importa é a manipulação ativa do meio espacial, que implicam elaborações e reelaborações do sujeito, os alunos foram convidados a deslocar-se sobre o espaço de sala de aula, entre as mesas de trabalho, dispostas segundo uma malha quadriculada (idealizada a partir da geometria do táxi). Com esta primeira tarefa pretendia-se que os alunos visualisassem e descrevessem as posições, direções e movimentos do seu próprio corpo. Ao receberem as informações do percurso que deveriam fazer, os alunos deveriam, antes de se deslocar, planejar o trajeto e comunicá-lo oralmente, utilizando vocabulário como: à esquerda, à direita, em frente, entre, dentro, fora, antes, depois.

Na fase de realização da experiência de ensino em contexto de sala de aula, no que diz respeito à sua iniciação por parte dos alunos, o trabalho com robôs foi feito em grupos de quatro a cinco elementos. Foi distribuída uma ficha com cinco problemas a cada um dos alunos dos grupos que tinha como objetivo programar um robô, utilizando o computador, fazendo-o deslocar por um mapa de Portugal Continental (sobre uma malha quadriculada), onde estavam representadas algumas serras. A opção por uma prática interdisciplinar adveio da necessidade de os alunos conhecerem alguns pontos mais altos do país e identificá-los geograficamente num mapa hipsométrico.

Cada problema foi lido em voz alta aos alunos, que seguiram a leitura através da ficha que tinha sido previamente distribuída. Em seguida, foram interpretados, também oralmente, prestando-se atenção às contribuições dos alunos, de modo a que todos ficassem esclarecidos quanto aos objetivos que eram propostos. Depois de os alunos terem colocado algumas dúvidas, dispuseram de aproximadamente uma hora e meia para resolver os problemas proposto aos alunos.

Nesta fase, devido à escassez de recursos informáticos para a realização deste estudo, os alunos dispuseram de três computadores portáteis Magalhães, trazidos pelos próprios, um computador portátil e um *tablet* trazidos por mim. Já os cinco robôs foram

desenvolvidos e disponibilizados especialmente para esta investigação, por pessoal especializado na área de robótica, que se presenteou a colaborar neste estudo. Os robôs foram construídos com alguns materiais reutilizáveis, tornando-os, assim, de baixo custo, e fizeram-se acompanhar do respetivo *software*, baseado na linguagem Logo, com a intenção de proporcionar aos alunos a oportunidade de acertar, de errar e de procurar conhecer a causa dos seus erros: “ao trabalhar em Logo, os alunos demonstram em geral comportamentos de envolvimento nas tarefas, de apreciação da actividade matemática subjacente, e de gosto pelo domínio de computadores” (Matos, 1991, cit. por Vale, 2005, p. 4).

A interface de programação dos robôs foi concebida de modo a requerer apenas a existência de um *browser* de internet instalado no computador e o estabelecimento de uma ligação sem fios ao controlador. Desenvolvido a partir de uma adaptação do projeto de código aberto *Blockly*, criado pela *Google*, o ambiente de programação gráfico resultante baseia-se em apenas três ordens: (i) «ir em frente», o robô avança até ao próximo cruzamento; (ii) «rodar para a esquerda», o robô roda sobre si mesmo 90° para a esquerda e (iii) «rodar para a direita», o robô roda sobre si mesmo 90° para a direita. Assim, os robôs, equipados com sensores que lhes permitem seguir linhas pretas e detetar cruzamentos entre as mesmas, quando encontram estas interseções, executam a instrução seguinte da programação.

O controlador dos robôs, que consiste num minicomputador *Raspberry Pi* (desenvolvido pela *Raspberry Pi Foundation* para fins educativos) que faz de servidor *web*, ponto de acesso *wireless* e servidor *Bluetooth*, permite o estabelecimento de ligações com os robôs, de forma transparente e sem quaisquer configurações. Ou seja, o utilizador liga-se à rede *wireless* do minicomputador, acede à página *web* disponibilizada pelo mesmo e, ao enviar as instruções de programação, o controlador estabelece uma ligação *Bluetooth* com o respetivo robô, transmitindo-lhe essas mesmas instruções. Após todos os grupos terminarem a resolução dos problemas, promoveu-se um espaço de partilha, onde os alunos apresentaram algumas dificuldades sentidas e o modo como as superaram.

Resultados dos Alunos e Aprendizagem da Matemática

Nesta secção apresentar-se-á a exploração dos momentos mais pertinentes da situação de diagnóstico e da experiência de ensino que evidenciaram algumas características dos processos de formulação de conjecturas plausíveis, a sua verificação e

a apresentação do raciocínio utilizado, ainda que sem o formalismo associado à demonstração matemática. Será também nesta divisão que se verificarão as potencialidades do uso da robótica no desenvolvimento do raciocínio matemático.

Situar-se em relação aos outros e aos objetos segundo a sua posição. Partindo do pressuposto de que a matemática nos pode auxiliar a desvendar o mundo que nos rodeia, e sendo uma parte dessa compreensão de natureza espacial, Le Bouch, cit. por Bastos (1999), afirma que o espaço é o primeiro lugar ocupado pelo corpo, no qual se desenvolvem os movimentos do mesmo. Assim, a primeira tarefa em análise neste estudo – “O jogo do táxi” (ver anexo 2) –, de caráter diagnóstico, explorou a capacidade do indivíduo situar-se, orientar-se e localizar outra pessoa ou objetos num determinado espaço.

Durante esta fase de diagnóstico, verificou-se que algumas crianças mostraram alguma incapacidade de se orientar segundo outros pontos de referência e de entender outras perspetivas, que não as próprias, assumindo, assim, o seu próprio corpo como ponto de referência. Ao receberem as informações do percurso que deveriam fazer, os alunos deveriam, antes de se deslocar, planejar o trajeto, recorrendo à comunicação. Contudo, a maior parte dos alunos não percebeu a posição dos outros, não só em relação ao seu corpo, como em relação aos outros objetos, tendo confundido várias vezes a direita com a esquerda (e vice-versa) e ocultado o termo «em frente». Esta dependência do ponto de vista do próprio sujeito (observador), limitou-os. Tendo em conta esta situação, não foi possível observar raciocínio matemático significativo, pois as dificuldades em reconhecer a direita e a esquerda, não deixaram que os alunos comunicassem, nem justificassem, os percursos que fizeram.

Sendo a orientação espacial uma capacidade não inata, ou seja, que não nasce com o indivíduo, a sua estruturação é uma composição e uma construção mental que se realiza através dos seus movimentos em relação aos objetos que se encontram no meio. O universo espacial é construído no decorrer de evoluções complexas, formando-se a partir de ações realizadas no espaço: “As representações espaciais se formam através da organização de ações realizadas com objetos no espaço, inicialmente ações motoras e, mais tarde, ações interiorizadas que se convertem em sistemas operacionais” (Flavell, 1992, cit. por Gomes, 1998, p. 33).

Visualizar e descrever posições, direções e movimentos. A atividade dos alunos, durante a experiência de ensino, teve como objetivo levar um robô a executar determinadas ordens. Para o conseguirem, os alunos envolveram-se na realização de diferentes tarefas: (i) elaborar os mapas; (ii) aprender a programar o robô; (iii) interpretar os problemas propostos; (iv) planear o percurso para o robô percorrer e (v) realizar o teste da programação (figura 2).



Figura 2 - À esquerda, o mapa de Portugal; no centro, a grelha quadriculada sobre o mapa; e, à direita, o robô junto à serra de Monchique.

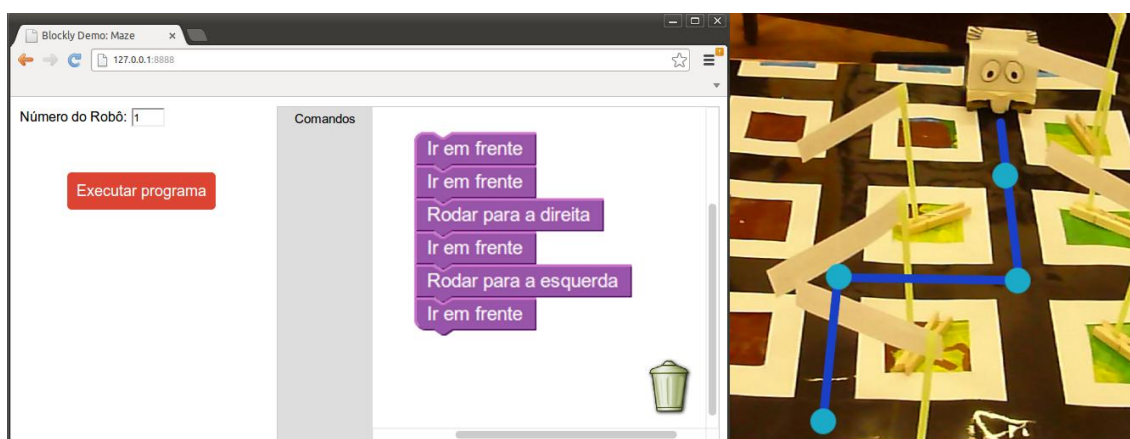


Figura 3 – Interface de programação por blocos.

Após todos os grupos de trabalho terem iniciado a interpretação dos problemas, foi dada liberdade aos alunos para que estes iniciassem a exploração do *software* (figura 3). Um aluno, Carlos, pediu ajuda aos elementos do seu grupo para programar. Ao tentar compreender a forma como os alunos do seu grupo descobriram as tarefas e entenderam a experiência da programação de robôs, aproximei-me promovendo o seguinte diálogo:

Professora: – Como estão a resolver este problema?

Carlos: – Eu estou a tentar fazer assim: «em frente», «em frente», «esquerda», «esquerda», «em frente». Mas não sei se vai dar.

Renato: – Não vai dar, Carlos...

Carlos: – Então?

Renato (apontado para o caminho): – Se não dermos a ordem «em frente» no meio das duas esquerdas, ele (o robô) vai virar duas vezes e, portanto, já não vira 90° , vira duas vezes 90° , que é 180° .

Carlos – Ah! O robô tem de parar antes disso para ir em frente. Então temos de programar «em frente», «em frente», «esquerda», «em frente», «esquerda», «em frente» e acho que assim já deve dar...

A exploração dos problemas, por parte dos alunos deste grupo, iniciou-se com a surpresa, que automaticamente lhes reclamou compreensão, tendo-se estabelecido a inquirição, problematizando a dúvida. Durante a fase de programação foi perceptível o interesse de todos os elementos dos grupos. Foi importante e necessário que todos se ouvissem mutuamente, de modo a ficarem esclarecidos, quando não compreendiam, e contestassem, argumentando quando não estavam de acordo. Nesta situação específica, por exemplo, foi possível perceber que o Renato procurou ser entendido por todos, esforçando-se por clarificar a sua linguagem, com paciência e perseverança. Também a forma como este grupo, e também os restantes, encararam as tarefas de programação (de planeamento de ordens), observando-as como algo novo que tentaram descobrir, permitiu perceber que o primeiro raciocínio foi de origem abdutiva: iniciou-se com a perceção de um problema, dando origem a um processo de procura de hipóteses.

Nos cinco grupos, foi possível verificar que os alunos não se limitaram a procurar respostas específicas, mas procuraram entender os problemas com que foram confrontados. Neste sentido, todo o processo dos alunos, ou seja, todas as tentativas que fizeram, foi com o intuito de estabelecer uma compreensão, pois, o facto de, no início de cada problema, não conhecerem ou não compreenderem qual a programação correta, não quis dizer que esta não pudesse ser conhecida e compreendida:

Professora: – E se agora, a partir da serra do Gerês, eu fizer «executar programa», o que vai acontecer?

Mafalda Marques: – Vai fazer o mesmo caminho, porque as ordens são as mesmas. Mas vai dar a outro sítio, não é?

Uma vez que o professor tem um papel fundamental no processo comunicativo dos alunos, sendo o grande impulsionador da comunicação matemática e de momentos de discussão entre os alunos, a questão que foi levantada teve como objetivo levá-los a explicitar os seus raciocínios com clareza e analisar e reagir aos raciocínios dos colegas, perante uma situação nova, que não estava prevista na ficha de tarefas. Assim, após colocarem a sua hipótese e a explicarem, este grupo quis confirmar a sua veracidade, tendo acabado por formular uma lei geral:

Renato: – Se agora fizéssemos sempre «executar programa», ele ia fazer sempre as mesmas ordens, o caminho é que ia ser diferente.

O salto lógico que o grupo do Renato deu para fazer uma suposição que o ajudasse a entender o problema não foi nada mais do que um processo abdutivo: a abdução está relacionada com a origem da hipótese provável que pode explicar o problema, quer no raciocínio científico, quer no pensamento quotidiano. Assim, desde o início da resolução deste problema, a atividade deste grupo consistiu: (i) na introdução de uma ideia nova (hipótese), sugerindo algo que «poderia ser» (raciocínio abdutivo); (ii) no teste dessa ideia, provando algo que «deveria ser» (dedução) e (iii) na sua confirmação, onde verificaram que a sua hipótese «era efetivamente» operativa (indução).

Contudo, neste estudo, o raciocínio não surgiu apenas como uma lógica de descobrimento. No grupo da Maria Inês, por exemplo, o raciocínio foi também entendido como uma lógica que consistiu em valorar, selecionar ou dar preferência a uma hipótese em comparação com outras hipóteses possíveis:

Maria Inês: – Nós já tínhamos planeado como haveríamos de programar o robô, mas a Gabriela teve outra ideia que nós achamos que é melhor.

Professora: – E que ideia é essa?

Gabriela: – Eu pensei num caminho que é mais rápido.

Professora: – E todos concordam com o caminho da Gabriela? Porquê?

André: – Nós concordamos. Os dois caminhos davam para chegar lá, mas com a ideia da Gabriela não vamos perder muito tempo a programar, porque ele (o robô) vai fazer um caminho mais curto...

Neste diálogo é bastante perceptível a admissão de possibilidades alternativas à hipótese até então estabelecida. Nesse processo de levantamento de possíveis hipóteses explicativas para o problema em questão, o grupo selecionou apenas aquela que lhes pareceu ser a mais adequada, testando-a através da observação. Foi durante este processo de teste que se iniciou o raciocínio indutivo, um raciocínio heurístico, desenvolvendo-se do particular para o geral, sem uma conclusão necessária e com um papel de criação de conhecimento (Oliveira, 2002).

Já no grupo do Mateus, houve uma dificuldade comum entre os seus elementos. O grupo deixou-se levar pela hipótese de programação do Mateus e, quando verificaram que esta não levava o robô ao seu destino, não se conseguiu descentrar para pensar noutras alternativas. O Diogo assumiu de imediato que o problema residia no robô, enquanto o Henrique colocou a hipótese de o Diogo se ter enganado na programação:

Professora: – De facto, ele (o robô) está a girar sobre si próprio... Será que isso quer dizer alguma coisa? Olhem bem para a vossa programação...

Carolina: – Espera, espera! Acho que já sei! Nós já tínhamos visto nos outros problemas que entre cada «esquerda» e cada «direita» tem de haver um «em frente» e ali temos duas vezes «esquerda»...

Diogo: – Não, o robô tem de ir para ali (apontando para a esquerda) e depois outra vez para ali (apontando novamente para a esquerda), por isso o robô só pode estar maluco!

Henrique: – Não, Diogo! Eu acho que a Carolina tem razão, porque se o robô fizer duas vezes «esquerda», ele vai rodar... Nós queremos que ele vá em frente e que só vire para a esquerda depois!

Tal como no grupo do Renato, o raciocínio iniciou-se com a perceção de uma circunstância curiosa, seguida de um processo de procura de hipóteses. Contudo, neste grupo, a Carolina considerou que o problema podia ser explicado através de uma regra geral (entre cada ordem «esquerda» e «direita» tem de existir uma ordem «em frente»), adotando, portanto, essa suposição. Ou seja, a partir da observação de um determinado número de factos, a Carolina concluiu uma lei geral válida que se aplicou a todos os casos da programação do robô, tendo-a testado. Atendendo a esta atividade mental, pode-se concluir que a Carolina raciocinou indutivamente.

Quanto ao raciocínio dedutivo, no grupo da Ana Sofia, o Ricardo mostrou-se bastante motivado pela descoberta que fez com a colega. O caso que foi registado prendeu-se, naturalmente, com uma situação de argumentação no qual a forma lógica válida garantiu a veracidade da conclusão, pois as premissas apresentadas foram verdadeiras.

Ricardo: – Eu e a Ana Sofia descobrimos que se o robô rodar 90°, vira para a esquerda...

Professora: – E isso é problemático?

Ricardo: – Sim, porque se ele (o robô) virar para a esquerda, roda sobre si próprio. Ou seja, ao rodar 90°, vai girar sobre si mesmo...

Ana Sofia: – E para chegar à serra do Marão, nós precisamos de meter «em frente» depois de virar à esquerda.

Sendo o raciocínio dedutivo uma forma básica de raciocínio válido, que parte do geral para uma instância específica, o princípio básico do pensamento do Ricardo e da Ana Sofia fundamentou-se num processo pelo qual as conclusões são tiradas com base em factos e não apenas por adotar ou pensar numa cláusula pré-definida: (i) se o robô rodar 90°, vai virar à esquerda; (ii) se o robô virar à esquerda, vai girar sobre si próprio; então (iii) ao rodar 90°, também irá girar sobre si próprio.

O raciocínio dedutivo ocupa um lugar característico na matemática, por se tratar de um raciocínio formal, relacionado com as demonstrações e com a lógica: “raciocinar envolve sobretudo encadear asserções de forma lógica e justificar esse encadeamento” (Ponte, Branco & Matos, 2008, p. 89). Contudo, apesar de o raciocínio dedutivo constituir “o elemento estruturante, por excelência, do conhecimento matemático” (Oliveira, 2002, p. 178), as funcionalidades do *software* foram concebidas para analisar propositadamente os raciocínios abduutivo e indutivo: “o impacto dos computadores no desenvolvimento cognitivo dos alunos depende da forma como forem usados. (...) Há, pois, que reflectir na relação entre as potencialidades do computador e os objectivos educativos que se perseguem” (Moreira, 1989, p. 5).

Noutro grupo, o João Pedro mostrou algumas dificuldades em programar o robô, pois não conseguia localizá-lo no espaço, uma dificuldade que ocorreu em todos os grupos com pelo menos um dos elementos:

Professora: – Então, João Pedro, qual é a vossa dificuldade?

João Pedro: – Aqui diz para voltar a Faro passando por todas as serras que ficam junto à fronteira entre Portugal e Espanha, mas o robô não vai para onde nós queremos...

Professora: – Como assim? Programaram-no corretamente?

João Pedro: – Uhm... Penso que que sim... Ele tem de virar primeiro à direita para estar virado para o oceano e só depois é que pode ir em frente, até ao litoral, não é?

Bernardo: – Direita?!

João Pedro (colocando-se na mesma direção que o robô e acenando com o braço para a sua esquerda): – Tem de ir para ali!

Professora: – Que direção é essa que estás a apontar, João Pedro?

João Pedro: – Esquerda...

Neste grupo, as crianças encontravam-se numa etapa onde a sua imagem do corpo adquire as suas características fundamentais, mas a precisão e a variedade de detalhes difere de uma criança para a outra. Na situação apresentada, o João Pedro mostrou alguma dificuldade na capacidade de se situar e orientar e localizar o robô no mapa. Esta faculdade, que é indispensável para o ser humano se conseguir situar no meio em que vive, tem como função determinar a posição de um objeto em relação às referências espaciais (vertical, horizontal e pontos cardeais) assim como determinar um momento em relação a um anterior e a um posterior (Gomes, 1998).

Le Bouch (1987), cit. por Gomes (1998), considera dois níveis de relações do indivíduo com o espaço: (i) o da experiência vivida, que se traduz numa adequada

orientação espaço-temporal, que implica a apreciação das direções (envolvendo diferentes pessoas e objetos ao mesmo tempo) e das distâncias (que se traduz na pontaria e localização de um objeto em movimento; envolve a trajetória do objeto, velocidade); (ii) o da estruturação espaço-temporal, que implica a análise do intelecto dos dados proporcionados pela experiência vivida. Neste sentido, e uma vez que para o desenvolvimento da orientação espacial é necessário o desenvolvimento das habilidades de lateralização e de lateralidade, as atividades desenvolvidas com os robôs levaram as crianças a reconhecer, organizar e sintetizar as informações oriundas do meio à sua volta, proporcionando um momento onde estas estiveram a movimentar-se e a localizar objetos, neste caso as serras de Portugal, tendo como base pontos de referência.

Com a assimilação das noções espaciais, as crianças vão adquirindo consciência dos objetos situados no seu espaço. Esta consciencialização da orientação no meio proporciona uma melhor orientação espacial noutras áreas, tais como a leitura e a escrita. Depois de desenvolvida a orientação espacial, a criança deixa de utilizar o seu próprio corpo como ponto de referência e passa a orientar-se segundo outros pontos.

Em síntese, fazendo uma apreciação global, as experiências realizadas com os alunos demonstraram que o trabalho de grupo permitiu momentos de comunicação, tanto de raciocínios, como de ideias matemáticas, oralmente e por escrito, de autoconfiança, de criatividade, de rotinas de trabalho e de persistência. Em todos os grupos se verificaram momentos de partilha e negociação de informações que contribuíram para uma programação eficaz, tendo coexistido uma tentativa clara de negociação das ordens a colocar na programação para que o robô realizasse os percursos corretamente. Nos cinco grupos, foi possível verificar que os alunos não se limitaram a procurar respostas específicas, mas procuraram entender os problemas com que foram confrontados. Neste sentido, todo o processo dos alunos, ou seja, todas as tentativas que fizeram, foi com o intuito de estabelecer uma compreensão, pois, tal como já foi referido, o facto de, no início de cada problema, não conhecerem ou não compreenderem qual a programação correta, este não foi motivo para que a programação não pudesse ser conhecida e compreendida.

Conclusões

O reconhecimento da importância da formação de professores tem-se constatado, ao longo do tempo, um incremento na preocupação de conhecer mais e melhor a forma como se processa o modo de ensinar e de aprender. É neste sentido que no presente relatório foi dada especial atenção ao percurso formativo em contexto escolar, onde foram feitas referências aos aspetos mais significativos da minha prática de ensino supervisionada, e à componente de investigação numa das áreas curriculares. Contudo, embora, ao longo da construção deste relatório, tenha apresentado, simultaneamente, os aspetos mais relevantes do meu percurso de estágio juntamente com uma apreciação crítica e reflexiva, em jeito de conclusão, apresento, nesta secção, um balanço final da Prática de Ensino Supervisionada.

Perante o desafio de iniciar o meu estágio supervisionado, encontrei a possibilidade de, finalmente, colocar em prática os fundamentos teóricos que me foram ensinados ao longo do seu percurso formativo e de os relacionar às situações concretas do contexto escolar. A minha integração gradual no processo de ensino e de aprendizagem dos alunos permitiu-me aproveitar cada momento no seu tempo. A fase inicial de observação das duas primeiras semanas e o registo continuado de informações auxiliaram-me na construção de um quadro geral de características de cada contexto onde estive inserida, o que me permitiu planificar um ensino com coerência. Contudo, ao saber que “o conhecimento que os estudantes possuem no estágio pode não ser o mais adequado para o ensino” (Garcia, 1998, p. 52), uma vez que podem possuir concepções erradas ou baseadas em modelos de ensino transmissivos, entreguei uma parte da responsabilidade da minha aprendizagem aos orientadores supervisores e cooperantes. Assumi que a aprendizagem de um professor não se realiza “num vácuo” (Herdeiro & Silva, 2011) e recebi as orientações dos professores supervisores e cooperantes que se mostraram disponíveis em colaborar para a minha formação, de modo a que esta experiência fosse bem sucedida. A boa relação que conseguimos estabelecer, baseada no diálogo, permitiu-me aumentar as minhas visões sobre os mais diversos aspetos, tais como, por exemplo, a sensibilização para questões tão simples como eventuais imprevistos que pudessem surgir, incitando-me a conceber alternativas,

a gestão do tempo, a inclusão social das minorias étnicas e religiosas ou questões relacionadas com as necessidades educativas especiais.

Ao manter uma atitude recetiva a opiniões, críticas e sugestões, consegui integrar os novos conhecimentos nas ideias que sempre me esforcei por seguir, tais como as questões da cooperação dentro do grupo docente, a motivação dos alunos e um ensino centrado em núcleos de problemas e temas transdisciplinares. Por ter fundamentado as minhas opções pedagógicas e didáticas, consegui ser bem aceite e respeitada pela maior parte dos intervenientes deste processo, principalmente no 1.º ciclo do ensino básico. Estes factos fizeram com que a minha prática de acabasse por ter sido bastante completa e rica em experiências diversificadas.

Também a atenção dada à motivação dos alunos levou-me a conceber materiais diversificados e que atenderam aos gostos do grupo. Apesar de não ter podido desenvolver mais este assunto no 2.º ciclo, considero que os momentos que me foram proporcionados para tal corresponderam às minhas expectativas e às dos orientadores. Todavia, em ambos os ciclos de ensino sempre me foram dados incentivos e indicações de como construir materiais pedagógicos e didáticos adequados e diversificados e de como os utilizar com correção, pertinência e adequação.

Uma vez que a minha prática de ensino supervisionada começou no 1.º ciclo do ensino básico, a responsabilidade que a professora cooperante me confiou desde o primeiro instante levou-me a adquirir um conjunto de competências que levei para o 2.º ciclo. De entre elas, saliento: (i) a sensibilidade para perceber que a linguagem falada e escrita deve ser acessível a todos os alunos, tendo em atenção as suas experiências de linguagem e de alfabetização, sucedidas fora do contexto escolar; (ii) a promoção de atividades de apresentação oral e discussão, ouvir, ler, escrever, desenhar, resolver problemas, pesquisar em livros, recorrer a materiais audiovisuais ou atividades informáticas; (iii) facultar aos alunos a oportunidade de registar os seus trabalhos em diversos suportes e (iv) recorrer à diversidade da turma, enquanto fator de enriquecimento curricular.

Quanto às questões da avaliação, esta foi uma área que gostaria de ter desenvolvido mais, nomeadamente no que diz respeito à avaliação sumativa. No 1.º ciclo, foi-me dada a oportunidade de entrar no processo de avaliação das aprendizagens dos alunos, mas no 2.º ciclo só me foi dada a oportunidade de fazê-lo na área de Ciências da Natureza.

No que diz respeito às implicações da investigação aqui apresentada no futuro

profissional, é importante referir, em primeiro lugar, a ideia de que as escolas de hoje requerem um professor mais crítico, criativo e que empreenda, de modo a integrar-se neste grande contexto global de mudanças que é o século XXI. É através da adoção de uma atitude investigativa que se pode conseguir dar resposta às grandes transformações que vão surgindo na sociedade e é neste sentido que os profissionais de educação devem ser capazes de comandar as mudanças, isto é, compreendê-las e fazer uso delas no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. A função da escola deve ser a de acompanhar essa evolução que tanto exige uma nova forma de alfabetização.

Tendo em conta que a revolução informática alterou, e continua a alterar, os padrões culturais, é preciso ter consciência de que uma utilização educativa que tire partido das potencialidades que a informática propõe modificará substancialmente a maneira de aprender e de ensinar, os métodos de trabalho e o próprio funcionamento das instituições escolares. Desta forma, ao estarmos inseridos na realidade da complexa sociedade de informação, promovida pela revolução informática, é fundamental que os professores reconheçam a necessidade de aprender conhecimentos dentro desta área e que se mantenham sempre informados, para poderem fazer uso de algumas aplicações de carácter geral e possam, assim, inserir o computador como uma nova prática pedagógica e como um ambiente de aprendizagem alternativo. Trata-se de um novo desafio à educação que pretende dar resposta às sociedades atuais, permitindo, paralelamente, formar alunos tecnologicamente alfabetizados.

Como foi possível verificar nesta investigação, as atividades de programação, recorrendo ao computador e a sistemas robotizados, oferecem vantagens bastante interessantes, devido à tridimensionalidade dos autómatos, que se movem no espaço real e que simulam comportamentos. Como resultados gerais, os alunos aprenderam mais depressa do que ao lidar com abstrações. Tal como foi referido no *II Encontro Nacional TIC e Educação para Alunos do Ensino básico e Secundário* (comunicação apresentada – Anexo 3), “as experiências realizadas pelos alunos demonstraram que o trabalho de grupo lhes permitiu comunicar - tanto raciocínios, como ideias matemáticas – e desenvolver a autoconfiança, a criatividade, rotinas de trabalho e persistência” (Carmo, 2013, p. 9).

No que diz respeito ao desenvolvimento do raciocínio matemático, nomeadamente no que diz respeito aos raciocínios abduutivo e indutivo, os alunos iniciaram a resolução das tarefas com a objeção, onde se estabeleceu a inquirição, problematizando a dúvida. Este modo de raciocinar, fundamentalmente abduutivo, levou-

me a considerar que os alunos encararam a programação como um problema, ou seja, uma situação não rotineira, que tentaram compreender, em alternativa a, simplesmente, encontrar uma resposta por tentativa e erro. Esta atividade de procura de soluções levou os alunos a selecionar hipóteses explicativas, que lhes levou a compreender os problemas. As tentativas de resolução basearam-se, principalmente, pelo estabelecimento de uma compreensão, pois, “o facto de, no início de cada problema, os alunos não conhecerem ou não compreenderem a programação correta, não foi motivo para que esta não pudesse ser conhecida e compreendida” (Carmo, 2013, p. 9). Já a atividade de testar as hipóteses explicativas gerou o raciocínio indutivo, onde os alunos acabaram por, várias vezes, formular leis gerais válidas.

Durante a atividade de programar, também foi possível verificar que os alunos se basearam numa lógica de descobrimento. Numas situações, programaram segundo uma lógica pela qual se gerou uma nova hipótese e, noutras, numa lógica que consistiu em valorizar, selecionar ou dar preferência a uma determinada hipótese em relação a outras igualmente válidas. Deste modo, os caminhos que os grupos optaram para fazer chegar os robôs ao seu destino obedeceram às regras dos problemas (por exemplo: “Partindo da serra de Sintra: ajuda o Infante a deslocar-se até à serra mais alta de Portugal Continental, sem o fazer passar pela serra da Gardunha que tem uma estrada um pouco perigosa.”), mas também a critérios que os próprios definiam e justificavam como sendo, por exemplo, caminhos mais curtos, caminhos que passassem junto ao oceano Atlântico ou perto da fronteira entre Portugal e Espanha, etc.

Uma vez que a resolução de problemas estimula o raciocínio e a fundamentação, permitindo estabelecer ligações entre os vários temas matemáticos e entre a matemática e as outras áreas curriculares, foi possível recorrer a uma prática interdisciplinar, que se revelou uma vantagem bem perceptível nesta investigação. Tal como os próprios alunos referiram no final da aula com robôs, durante o espaço de partilha promovido para a discussão de ideias, as atividades de programação ajudaram-nos a desenvolver a capacidade de orientação e localização no espaço e a aquisição de conhecimentos na área do estudo do meio. Os alunos assumiram que a sua maior dificuldade foi deixar de se orientarem segundo o seu próprio corpo como ponto de referência e conseguir fazê-lo segundo o ponto de vista do robô.

No processo de construção do espaço, destaca-se a primazia das ações em relação à perceção, ou seja, valoriza-se o conhecimento dos objetos resultantes do contacto direto com os mesmos, pelo que durante este processo, o que importa é a

manipulação ativa do meio espacial, que implica elaborações e reelaborações por parte dos alunos. Em relação a esta temática, a turma afirmou que o trabalho de grupo possibilitou uma maior compreensão dos problemas, devido ao diálogo entre os elementos dos diferentes grupos, onde os colegas mais desenvolvidos ajudaram os colegas com mais dificuldades. No que diz respeito à aquisição de conhecimentos na área do estudo do meio, foi evidente que os alunos passaram a conhecer a posição relativa de algumas elevações do país no mapa (sul, centro e norte), uma vez que foram sujeitos a utilizar em todas as resoluções dos problemas os nomes das serras que lá constavam. Também o erro de programação foi um dos aspetos positivos durante o trabalho realizado com a robótica educativa. Este levou os alunos a refletir sobre os seus modos de proceder e, desta forma, a compreender a sua origem. O ato de conseguir colocar um robô a movimentar-se mostrou ser um facto bastante motivador para que os alunos não desistissem perante as primeiras dificuldades, fazendo-os, então, envolver-se numa maior reflexão para conseguir solucionar os problemas.

Embora tenha sentido um receio inicial em recorrer à robótica, por se tratar de um instrumento inovador em sala de aula, esta ferramenta mostrou ser suficientemente forte para estimular os alunos a querer aprender sempre mais. É neste sentido que se pode afirmar que, de qualquer que seja a metodologia escolhida, o ensino através de meios lúdicos cria um ambiente atrativo e motivador, estimulando o gosto pelas áreas curriculares e despertando o interesse dos alunos. Esta motivação dos alunos, que se tornou bastante compensadora para mim, na condição de professora, levou-me a construir a ideia de que o importante não é somente levar os alunos a gostar de matemática, mas sim que eles tenham vontade de aprender mais e que esta seja uma atividade apazível.

Por fim, é importante reter ainda que este estudo sobre robótica educativa e raciocínio matemático é um exemplo entre tantos outros daquilo que pode ser feito em educação matemática. Ao se mostrar um momento onde foi dada importância à criatividade como uma estratégia inovadora a utilizar nos processos de ensino e aprendizagem, esta investigação deu origem, também, a uma comunicação (anexo 4) no Instituto Politécnico de Viana do Castelo, no *I Encontro Ensinar e Aprender Matemática com Criatividade dos 3 aos 12 anos*, onde foram convidados todos os interessados e preocupados com a melhoria das capacidades matemáticas dos alunos a apresentarem relatos de estudos académicos concluídos ou em curso, experiências de ensino, projetos, ideias inovadoras e criativas para ensinar e/ou aprender matemática.

Bibliografia Referenciada

- Anjos, M. (2007). **Identidade Profissional dos Professores do 1.º CEB: Uma Identidade em Crise**. Porto: Universidade Portucalense.
- Amado, J., Freire, I., Carvalho, E. & André, M. (2009). O lugar da afectividade na Relação Pedagógica. Contributos para a Formação de Professores. **Sísifo**. N.º 8, p. 75-86.
- Batista, F. (2010). O computador portátil no ambiente de sala de aula numa escola do Alentejo Litoral. **Educação, Formação e Tecnologias**. Vol. 3, n.º 1, p. 41-58. [Consult. 15 de maio de 2012]. Disponível em <http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/86/95>.
- Boavida, A., Paiva, A., Cebola, G., Vale, I. & Pimentel, T. (2008). **A Experiência Matemática no Ensino Básico**. Lisboa: Ministério da Educação / Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Boavida, A., & Menezes, L. (2012). Ensinar Matemática desenvolvendo as capacidades de resolver problemas, comunicar e raciocinar: contornos e desafios. Em: A. P. Canavarro, L., Santos, A. Boavida, H. Oliveira, L. Menezes & S. Carreira (Eds.), **Investigação em Educação Matemática – Práticas de ensino em Matemática** (p. 287-295). Portalegre: Sociedade Portuguesa de Investigação em Educação Matemática.
- Cabanas, J. M. (1999). **Sociologia de la Educación**. Madrid: Dykinson.
- Cadima, J., Leal, T. & Cancela, J. (2011). Interações professor-aluno nas salas de aula no 1.º CEB: Indicadores de qualidade. **Revista Portuguesa de Educação**. Vol. 1, n.º 24, p. 7-34.
- Carmo, B. (2013). Promovendo o Raciocínio Matemático através da Robótica Educativa. **Atas do II Encontro Nacional TIC e Educação para Alunos do Ensino Básico e Secundário**. Instituto Superior de Educação, Lisboa, p. 7-12.
- Coelho, M. (2010). **A Transição do 1.º para o 2.º Ciclo do Ensino Básico**. Dissertação de mestrado em Observação e Análise da Relação Educativa. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas – Universidade do Algarve.
- Decreto-Lei n.º 43/2007, de 22 de Fevereiro. **Diário da República**, 1.ª série – N.º 38. Ministério da Educação: Lisboa.
- Despacho n.º 8322/2011, de 16 de Junho. **Diário da República**, 2.ª série – N.º 115. Ministério da Educação / Gabinete do Secretário de Estado Adjunto e da Educação: Lisboa.
- Delors, J. et al (1996). **Educação: um tesouro a descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre educação para o século XXI**. Porto: Edições ASA.
- Esteves, M. (2009). Construção e desenvolvimento das competências profissionais dos professores. **Sísifo**. N.º 8, p. 37-48.
- Freire, P. (1970). **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra.

- Gadotti, M. (2003). **Boniteza de um sonho: Ensinar-e-aprender com sentido**. Novo Hamburgo: Feevale.
- Garcia, C. M. (1998). Pesquisa sobre formação de professores: o conhecimento sobre aprender a ensinar. **Revista Brasileira de Educação**. N.º 9, p. 51-75. [Consult. 20 de janeiro de 2013]. Disponível em <http://prometeo.us.es/idea/miembros/01-carlos-marcelo-garcia/archivos/Pesquisa.pdf>.
- Gomes, J. (1998). **Construção de coordenadas espaciais, psicomotricidade e desempenho escolar**. Dissertação de mestrado em Psicologia Educacional. Faculdade Educação – Universidade Estadual de Campinas. [Consult. 12 de outubro de 2012]. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000134714>.
- Gonçalves, J. A. (2009). Desenvolvimento profissional e carreira docente – fases da carreira, currículo e supervisão. **Sísifo**. N.º 8, p. 23-36.
- Gutierrez, J., Gonzalez, M. & Broens, M. (2011). **Teoria do Conhecimento**. [Consult. 10 de março de 2013]. Disponível em http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/40429/3/2ed_filo_m1d2.pdf.
- Herdeiro, R. & Silva, A. M. (2011). Desenvolvimento Profissional Docente: contextos e oportunidades de aprendizagem na escola. Em: A. B. Lozano et al (orgs.), **Libro de Actas do XI Congreso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia**. Coruña: Facultad de Ciências da Educación, p. 2717-2728.
- Jesus, S. (2004). **Psicologia da Educação**. Lisboa: Nova Era.
- Lannin, J., Ellis, A. B. & Elliott, R. (2011). **Developing essential understanding of mathematical reasoning for teaching mathematics in prekindergarten-grade 8**. Reston Va: National Council of Teachers of Mathematics, USA.
- Martins, I. (2010). **O raciocínio matemático em actividades de investigação numa turma do 5º ano do ensino básico**. Dissertação de mestrado em Didática e Inovação no Ensino das Ciências (Matemática). Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade do Algarve.
- Metzler, M. (1990). **Instructional supervision for Physical Education**. Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Ministério da Educação (2001). **Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais**. Lisboa: Ministério da Educação / Departamento de Educação Básica.
- Ministério da Educação (2007). **Programa de Matemática do Ensino Básico**. Lisboa: Ministério da Educação / Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Moreira, M. L. (1989). **A Folha de Cálculo na Educação Matemática**. Lisboa: Projecto Minerva / Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- NCTM (1991). **Normas para o currículo e a avaliação em Matemática escolar**. Lisboa: Associação de Professores de Matemática e Instituto Internacional de Educação.

- NCTM (1994). **Normas profissionais para o ensino da matemática**. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- NCTM (2000). **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Neves, M. C. & Carvalho, C. (2006). A importância da afetividade na aprendizagem da matemática em contexto escolar: Um estudo de caso com alunos do 8.º ano. **Análise Psicológica**. Vol. 2, n.º 24, p. 201-215.
- Nóvoa A. (1992). **As Organizações Escolares em Análise**. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Oliveira, P. (2002). **A investigação do professor, do matemático e do aluno: Uma discussão epistemológica**. Dissertação de mestrado em Educação. Faculdade de Ciências – Universidade de Lisboa.
- Oliveira, M. (2010). **O director de turma aos olhos dos alunos do 2.º e 3.º ciclos do ensino básico**. Dissertação de mestrado em Educação (Administração Educacional). Instituto Superior de Educação e Trabalho do Porto. [Consult. 13 de fevereiro de 2013]. Disponível em http://www.iset.pt/iset/DissertacoesPDF/5_celeste_oliveira_web.pdf.
- Pacheco, J. (2001). **Currículo: Teoria e Praxis**. Porto: Porto Editora.
- Ponte, J. & Serrazina, M. (2000). **Didática da Matemática do 1.º Ciclo**. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ponte, J. P., Branco, N. & Matos, A. (2008). O simbolismo e o desenvolvimento do pensamento algébrico. **Educação e Matemática**. N.º 100, p. 89-96.
- Ribeiro, A. (1999). **Desenvolvimento Curricular**. Alfragide: Texto Editora.
- Ribeiro, C. (2006). **RobôCarochinha: Um Estudo Qualitativo sobre a Robótica Educativa no 1.º Ciclo do Ensino Básico**. Dissertação de mestrado em Educação (Tecnologia Educativa). Instituto de Educação e Psicologia – Universidade do Minho. [Consult. 27 de julho de 2012]. Disponível em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6352/2/teseRoboticaCeliaribeiroFinal.pdf>.
- Ribeiro, C., Coutinho, C., Costa, M. (2011). A Robótica Educativa como Ferramenta Pedagógica na Resolução de Problemas de Matemática no Ensino Básico. **Sistemas e Tecnologias de Informação**. Vol. 1, p. 440-447.
- Saraiva, M. & Ponte, J. P. (2003). O trabalho colaborativo e o desenvolvimento profissional do professor de Matemática. **Quadrante**. Vol. 12, n.º 2, p. 25-52.
- Silva, A. (2009). **RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional**. Dissertação de doutoramento em Engenharia Elétrica (Engenharia da Computação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Centro de Tecnologia.
- Silva, R. & Vasconcelos, T. (2010). Supervisão da Prática Pedagógica: Um processo de Aprendizagem e Desenvolvimento Organizacional? Estudo de Caso numa Escola do 1.º Ciclo do Ensino Básico. **Da investigação às Práticas – Estudos de Natureza Educacional**. Vol. 10, n.º 1, p. 65-89.

- Steffe, L. P. & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. Em: R. Lesh & A. E. Kelly (Eds.), **Research design in mathematics and science education**, p. 267-307 Hillsdale, NJ: Erlbaum. [Consult. 17 de abril de 2013]. Disponível em <http://pat-thompson.net/PDFversions/2000TchExp.pdf>.
- Thurler, M. G. & Perrenoud, F. (2006). Cooperação entre professores: A formação inicial deve preceder as práticas? [versão eletrônica]. **Cadernos de pesquisa**. Vol. 36, n.º 128, p. 357-375. [Consult. 18 de abril de 2013]. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/cp/v36n128/v36n128a05.pdf>.
- UNESCO (1994). **Declaração de Salamanca e enquadramento da acção na área das Necessidades Educativas Especiais**. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Vale, I. (2005). **O contributo da linguagem Logo no ensino e aprendizagem da geometria: uma proposta de ensino de geometria no 5º ano de escolaridade**. Dissertação de mestrado em Educação (Supervisão Pedagógica em Ensino da Matemática). Instituto de Educação e Psicologia – Universidade do Minho. [Consult. 4 de março de 2013]. Disponível em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/3971>.
- Whitenack, J. & Yackel, E. (2008). Construindo argumentações matemáticas nos primeiros anos: a importância de explicar e justificar ideias. **Educação e Matemática**. N.º 100, p. 85-88
- Yackel, E & Hanna, G. (2003) Reasoning and proof. Em: J. Kilpatrick, W. Martin, & D. Schifter (Eds.), **A research companion to Principles and Standards for School Mathematics**, p. 227-236. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.

Anexos

Anexo 1 – Guiões das duas aulas

Guião de aula 1 (aula de diagnóstico)

Tema matemático: geometria

Tópicos matemáticos: orientação espacial

Subtópicos matemáticos: posição e localização

Capacidades transversais: comunicação matemática e raciocínio matemático

Duração prevista: 2 horas

Data: 29 de janeiro, 2013

Tratando-se de uma sessão de diagnóstico, os objetivos específicos selecionados correspondem ao 1.º e 2.º ano de escolaridade. Desta forma, pretende-se nesta aula, segundo o Programa de Matemática do Ensino Básico, que os alunos (1) se situem no espaço em relação aos outros e aos objetos e relacionem objetos segundo a sua posição no espaço; (2) selecionem e utilizem pontos de referência; (3) descrevam a localização relativa de pessoas ou objetos no espaço, utilizando vocabulário apropriado e (4) realizem, representem e comparem diferentes itinerários ligando os mesmos pontos (inicial e final) e utilizando pontos de referência.

No início da aula as mesas são dispostas pela sala de aula segundo a orientação da geometria do táxi, formando uma “grelha quadriculada”. Em seguida, os alunos são distribuídos pelas mesas de modo aleatório, onde, em grande grupo, e recorrendo à comunicação como recurso, vão, à vez, recebendo as instruções contidas nos cartões de jogo e vão descrevendo o trajeto que escolheram para efetuar as ordens dos mesmos, justificando as suas opções. Com esta proposta de jogo de percursos, espera-se que a maior parte dos alunos consiga utilizar corretamente vocabulário como “à esquerda”, “à direita”, “atrás”, “à frente”, “entre”, “antes” e “depois”. Espera-se, também, introduzir no seu vocabulário o termo “meia-volta”, tal como recomenda as Metas Curriculares do Ensino Básico para a área de matemática.

No final da aula, com o intuito de consolidar as ideias resultantes deste jogo, solicita-se aos alunos que resolvam quatro pequenas tarefas de orientação, inseridas numa ficha de trabalho intitulada “Os caminhos do Fred”, onde será feita articulação com os conteúdos da área de estudo do meio.

Guião de aula 2

Tema matemático: geometria

Tópicos matemáticos: orientação espacial

Subtópicos matemáticos: posição e localização

Capacidades transversais: comunicação matemática e raciocínio matemático

Duração prevista: 2 horas

Data: 4 de fevereiro, 2013

Pretende-se nesta aula, segundo o Programa de Matemática do Ensino Básico, que os alunos (1) visualizem e descrevam posições, direções e movimentos; (2) identifiquem, numa grelha quadriculada, pontos equidistantes de um dado ponto; (3) descrevam a posição de figuras numa grelha quadriculada, recorrendo à identificação de pontos através das suas coordenadas e (4) leiam e utilizem mapas.

No início da aula, dispõem-se os alunos em grupos de 4 a 5 elementos e são distribuídos pelas mesas os mapas de relevo elaborados na área de estudo do meio. Em seguida, os alunos têm um primeiro contacto com os robôs Infante, feitos com materiais elétricos e eletrónicos reutilizados. Nesta fase, tenta-se sensibilizar os alunos para o facto de vivemos num mundo cada vez mais marcado pela cultura informática, fazendo-se alusão à quantidade de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos que aumenta de dia para dia. Pretende-se que todos observem os componentes dos robôs, de modo a compreenderem que estes provieram de equipamentos obsoletos, tais como impressoras avariadas, computadores antigos e comandos de televisão. Com este pequeno momento espera-se que a turma passe a equacionar os resíduos elétricos e eletrónicos a par dos resíduos domésticos mais comuns, para que, futuramente, possam propor medidas e ações para solucionar a problemática dos resíduos elétricos e eletrónicos, pilhas e acumuladores no meio ambiente. Seguidamente, os grupos ligam os seus computadores, acedem ao controlador dos robôs e iniciam a exploração do *software*. São distribuídas as fichas “Pelas serras de Portugal”, e os grupos tentam resolver as tarefas. Durante a resolução das mesmas, os alunos assumem um papel ativo na construção dos próprios conhecimentos, sendo o professor apenas o impulsionador da comunicação matemática e de momentos de discussão entre os alunos. Por fim, passadas as 2 horas previstas para este trabalho, os alunos regressam aos seus lugares habituais, para que se possa fazer um balanço final das suas atividades com os robôs: dificuldades sentidas, aprendizagens significativas, sentimentos, etc.

Anexo 2 – Tarefas

Jogo do Táxi

Cartões de jogo:

<p>Diogo: Entrega o cartão à Mafalda Marques.</p>	<p>Mafalda Marques: Entrega o cartão ao Ricardo, sem passar pelo Gerson.</p>	<p>Ricardo: Entra o cartão à Ana Isabel, passando obrigatoriamente pela Carolina.</p>
<p>Ana Isabel: Entrega o cartão ao Henrique, sem passar pela Mafalda Afonso e pelo André.</p>	<p>Henrique: Entrega o cartão ao Pedro, sem passar pelo André, pelo Gerson e pelo Gonçalo.</p>	<p>Pedro: Entrega o cartão à Maria Inês, passando obrigatoriamente pela Isabel, mas sem passar pelo Renato.</p>
<p>Maria Inês: Entrega o cartão ao Gabriel, passando obrigatoriamente pelo Bernardo e pela Ana Sofia.</p>	<p>Gabriel: Entrega o cartão ao Gerson, fazendo o percurso mais curto.</p>	<p>Gerson: Entrega o cartão ao João Palma.</p>
<p>João Palma: Entrega o cartão ao Mateus, fazendo o caminho mais curto.</p>	<p>Mateus: Entrega o cartão à Catarina, sem passar pelo Pedro.</p>	<p>Catarina: Entrega o cartão a Bernardo, sem passar pela Isabel e pela Ana Isabel.</p>

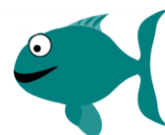
<p>Bernardo:</p> <p>Entrega o cartão ao João Diogo, sem passar pelo Carlos.</p>	<p>João Diogo:</p> <p>Entrega o cartão ao André, passando pela Mafalda Afonso.</p>	<p>André:</p> <p>Entrega o cartão à Ana Sofia, sem passar pela Mafalda Afonso.</p>
<p>Ana Sofia:</p> <p>Entrega o cartão à Isabel, passando pelo Renato.</p>	<p>Isabel:</p> <p>Entrega o cartão ao Carlos, passando apenas por três cruzamentos.</p>	<p>Carlos:</p> <p>Entrega o cartão ao Renato, passando pelo Gabriel.</p>
<p>Renato:</p> <p>Entrega o cartão ao Rafael, passando pelo Ricardo.</p>	<p>Rafael:</p> <p>Entrega o cartão à Mafalda Afonso, sem passar pelo João Diogo.</p>	<p>Mafalda Afonso:</p> <p>Entrega o cartão à Carolina passando obrigatoriamente pelo Carlos, mas sem passar pelo Gerson e pelo Gabriel.</p>
<p>Carolina:</p> <p>Entrega o cartão ao João Pedro, fazendo o caminho mais curto.</p>	<p>João Pedro:</p> <p>Entrega o cartão ao Henrique, passando obrigatoriamente pelo Pedro.</p>	<p>Henrique:</p> <p>Entrega o cartão à Gabriela, passando obrigatoriamente pelo Gabriel.</p>
<p>Gabriela:</p> <p>Entrega o cartão ao Diogo, passando obrigatoriamente pela pelo João Palma.</p>		

Ficha de matemática “Os caminhos do Fred” (frente)

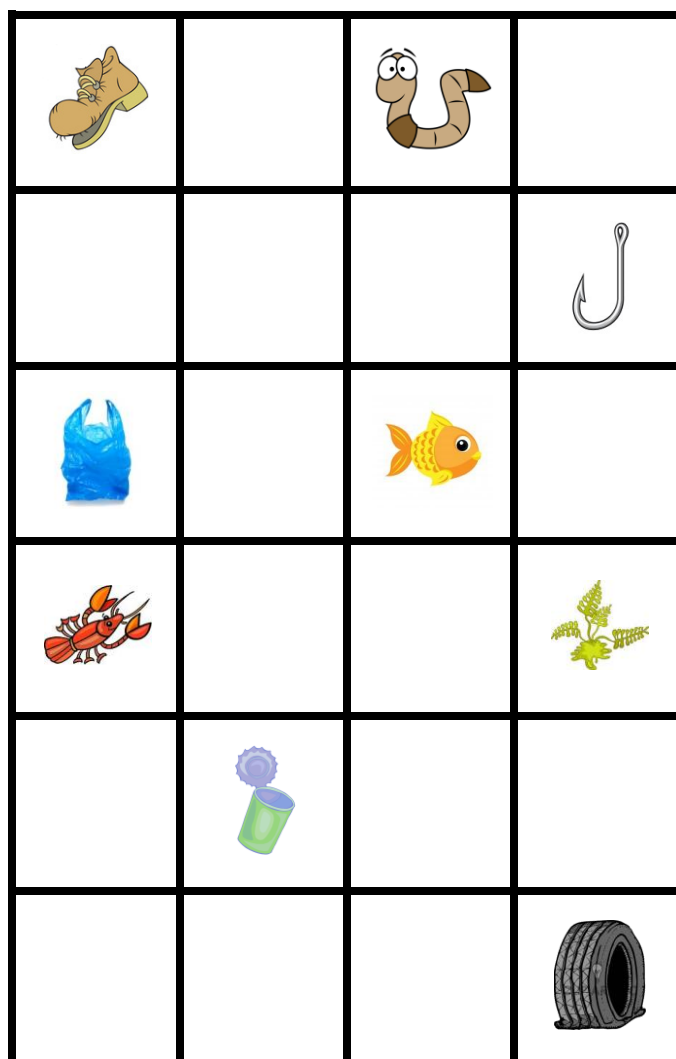
Nome: _____

Data: ____ / ____ / 2013

Os caminhos do Fred



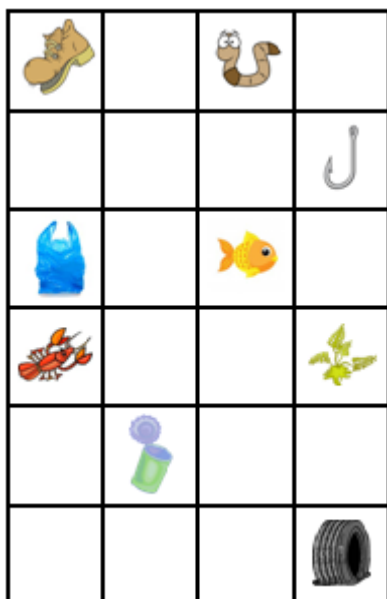
O Fred é um peixe muito curioso. Ele passa o dia a passear entre os rios e os seus afluentes e descobre muitos amigos para brincar. Mas com tanta poluição, o Fred só consegue nadar por cima dos caminhos que o Grande Deus das Águas fez. O Fred pode andar para a direita, para a esquerda e para a frente, seguindo as linhas pretas do desenho.



Ficha de matemática “Os caminhos do Fred” (verso)

Os caminhos do Fred

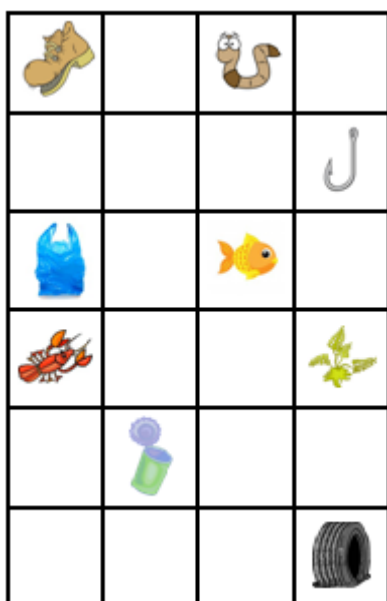
Ajuda o Fred a encontrar a sua amiga Rita, mas tem cuidado! Não podes passar pela lata velha.



Ajuda o Fred a encontrar as algas e a levá-las ao lagostim Agostinho.



Ajuda o Fred a descobrir a lata e a bota velha, mas cuidado! Não podes passar pela sua amiga Rita, pois ela pode correr perigo!



O Fred sente-se com fome, ajuda-o a encontrar uma boa minhoca para se alimentar. Cuidado, não podes passar por nenhum perigo!



Ficha de matemática “Pelas serras de Portugal”

Nome: _____ Data: ____ / ____ / 2013

Elementos do grupo:



Pelas serras de Portugal



O Infante é um robot muito interessado pelo relevo de Portugal e passa os dias na internet a consultar mapas físicos para tentar identificar serras. Farto de procurar sozinho, o Infante teve uma ideia para a turma b4B do Bom João:

- ✍ Com a ajuda do Magalhães e de um mapa de relevo, ajuda este robot a descobrir algumas serras de Portugal. Mas não te esqueças, o Infante só consegue andar pelas estradas representadas pelas linhas pretas da maquete. Ele pode virar para a direita, para a esquerda e andar para a frente!

TAREFA 1

Partindo de Faro: ajuda o Infante a visitar a serra de Grândola, mas antes passa pela serra de Monchique para que ele possa experimentar a sua famosa água.

TAREFA 2

Partindo da serra de Grândola: ajuda o Infante a passear pela serra de Sintra. Atenção! Não percas tempo a passar pela serra da Arrábida, o Infante já a conhece. Escolhe outro caminho.

TAREFA 3

Partindo da serra de Sintra: ajuda o Infante a deslocar-se até à serra mais alta de Portugal Continental, sem o fazer passar pela serra da Gardunha que tem uma estrada um pouco perigosa.

TAREFA 4

Partindo da serra da Estrela: ajuda o Infante a deslocar-se até à serra do Gerês, mas antes ajuda-o a ir à serra do Mogadouro, perto de Espanha, onde se compram bons rebuçados!

TAREFA 5

Partindo da serra do Gerês: volta a Faro passando por todas as serras que ficam junto à fronteira entre Portugal e Espanha.

**Anexo 3 – Comunicação apresentada no II Encontro Nacional TIC e Educação
para alunos do Ensino Básico e Secundário**

**PROMOVENDO O RACIOCÍNIO MATEMÁTICO ATRAVÉS DA ROBÓTICA
EDUCATIVA: UM EXEMPLO NO 4.º ANO DE ESCOLARIDADE**

Bruna Carmo

*Escola Superior de Educação e Comunicação, Universidade do Algarve
b.santos.carmo@gmail.com*

Resumo

Neste estudo testemunha-se uma prática de trabalho de grupo, onde os alunos recorrem à comunicação para expressar raciocínios e ideias matemáticas, através da resolução de tarefas de programação. Na base desta investigação está um trabalho orientado para a mudança pedagógica na implementação de práticas interdisciplinares e de ambientes de aprendizagem diversificados e motivadores. Neste enquadramento, procede-se à análise dos percursos de desenvolvimento dos alunos, nomeadamente no que diz respeito a visualizar e descrever posições, direções e movimentos e na aquisição de conhecimentos de estudo do meio, sobretudo a posição relativa de algumas serras de Portugal Continental.

Palavras-chave: raciocínio matemático, raciocínio abdutivo, raciocínio indutivo, robótica educativa, programação, interdisciplinaridade

O RACIOCÍNIO MATEMÁTICO NO CURRÍCULO DE MATEMÁTICA

O pensamento matemático manifesta um padrão similar aos três tipos de raciocínio - abdução, indução e dedução - que se baseiam na ideia de uma hipótese: a abdução inventa ou propõe hipóteses, a dedução explica-as e a indução testa-as. É neste sentido que o atual *Programa de Matemática do Ensino Básico* (ME, 2007) considera o raciocínio matemático como uma das capacidades fundamentais a desenvolver nos alunos.

Segundo o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 1994), os alunos devem ter um papel relevante na sua própria aprendizagem, para que possam chegar a conclusões e justificar as suas afirmações sem necessitar da validação do professor, explicando os raciocínios que seguiram para chegar a determinada conclusão ou para justificar o seu modo de abordar determinado problema. Neste âmbito, o desenvolvimento do raciocínio matemático é também fundamental para que os alunos percebam e acreditem que a matemática faz sentido, encarando-a como uma disciplina lógica e coerente (ME, 2007).

Partindo do pressuposto de que o raciocínio pode ser entendido como uma atividade partilhada (Yackel & Hanna, 2003), onde o aprendiz participa ao mesmo tempo que interage

com os outros para resolver problemas matemáticos, ou considerado como a natureza da atividade matemática (Lannin, Ellis & Elliot, 2011), sendo fundamental para o desenvolvimento de um entendimento mais profundo desta área, é importante referir que o ensino da matemática não deve ser entendido como uma mera ação de contar e calcular, uma ideia que pressupõe que as crianças não possuem a capacidade de produzir raciocínios matemáticos não elementares (Canavarro & Pinto, 2012).

DESIGN DE INVESTIGAÇÃO

A recolha de dados aqui analisada decorreu numa sala de aula do ensino regular, numa turma do 4.º ano de escolaridade da Escola Básica do Bom João - Faro. A pesquisa contou com 23 alunos, com idades compreendidas entre os 9-10 anos. Para além do registo em áudio e vídeo, foi utilizada a observação e participação na sala de aula, o que possibilitou um contacto mais estreito e pessoal com o fenómeno observado.

Partindo da ideia de que o raciocínio matemático deve ser desenvolvido ao mesmo tempo que se desenvolvem os outros temas do programa, optou-se por tarefas de *posição e localização*, advindas da necessidade de os alunos serem capazes de «agir, prever, ver e explicar o que se passa no espaço que percebem, desenvolvendo, progressivamente, a capacidade de raciocinarem com base em representações mentais» (ME, 2007:20). Para tal, recorreu-se à resolução de problemas como facilitadora de múltiplas potencialidades quando associada a outros aspetos das capacidades transversais: «(...) proporciona o recurso a diferentes representações e incentiva a comunicação; fomenta o raciocínio e a justificação; (...)» (Boavida et al., 2008:14).

No que diz respeito ao trabalho com robôs (em grupos de cinco elementos), os alunos receberam uma ficha com cinco problemas, que tinha como objetivo programarem-no, utilizando o computador, fazendo-o deslocar sobre um mapa de Portugal Continental (sobre uma malha quadriculada), onde estavam representadas algumas serras. A opção por uma prática interdisciplinar adveio da necessidade de os alunos conhecerem alguns pontos mais altos do país e identificá-los num mapa hipsométrico.

Resultados dos alunos e aprendizagem

As experiências realizadas pelos alunos demonstraram que o trabalho de grupo lhes permitiu comunicar - tanto raciocínios, como ideias matemáticas - e desenvolver a autoconfiança, a criatividade, rotinas de trabalho e persistência. Para resolver as tarefas, o raciocínio iniciou-se com a dúvida, tendo-se estabelecido a inquirição, problematizando-a. Ao raciocinarem desta forma, fundamentalmente abdutiva, os alunos encararam a programação como um problema, uma situação não rotineira que tentaram compreender. Esta atividade de procura de soluções

levou-os a selecionar hipóteses que tentaram explicar, não se limitando apenas a procurar respostas específicas; as tentativas de resolução das tarefas passaram, essencialmente, pelo estabelecimento de uma compreensão, pois, o facto de, no início de cada problema, os alunos não conhecerem ou não compreenderem a programação correta, não foi motivo para que esta não pudesse ser conhecida e compreendida. Contudo, foi durante o processo de teste das hipóteses que se iniciou o raciocínio indutivo, um raciocínio heurístico que se desenvolve do particular para o geral, onde os alunos formularam, várias vezes, leis gerais válidas.

Para programar, os alunos basearam-se numa lógica de descobrimento: nuns casos, numa lógica pela qual se gerou uma nova hipótese; noutros casos, numa lógica que consistiu em valorizar, selecionar ou dar preferência a uma hipótese em comparação com outras hipóteses possíveis. Os caminhos que foram escolhidos pelos alunos, que levavam os robôs a visitar as serras de Portugal, obedeceram às regras dos problemas (por exemplo: «Partindo da serra de Grândola: ajuda o robô Infante a passear pela serra de Sintra. Atenção! Não percas tempo a passar pela serra da Arrábida, o Infante já a conhece. Escolhe outro caminhoh.»), mas também a critérios que os próprios definiam e justificavam como sendo, por exemplo, caminhos mais curtos, caminhos que passassem pelo litoral, pela fronteira entre Portugal e Espanha, pelo oceano Atlântico, etc.



Figura 2 – À esquerda, o mapa de Portugal; no centro, a grelha quadriculada sobre o mapa; e, à direita, o robô junto à serra de Monchique.

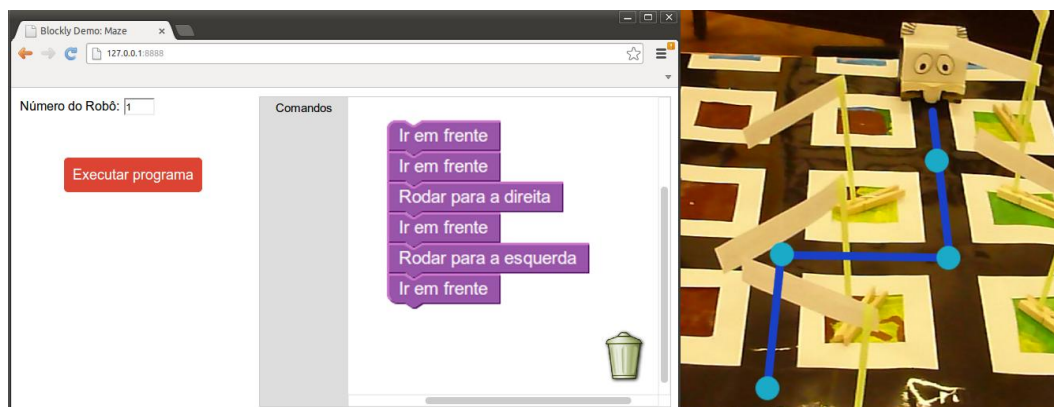


Figura 2 – Interface de programação por blocos.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deste estudo sobre a promoção do raciocínio matemático através da programação de robôs, os alunos realçaram alguns aspetos que foram emergindo ao longo das suas investigações: o desenvolvimento da capacidade de orientação e localização no espaço e a aquisição de conhecimentos na área do estudo do meio. Os alunos afirmaram que o trabalho de grupo permitiu estabelecer diálogos entre os elementos dos próprios grupos, levando a uma compreensão mútua, e, portanto, a uma atitude de cooperação, onde os colegas mais desenvolvidos ajudaram os outros a superar as suas dificuldades. Os alunos assumiram ainda que as suas maiores dificuldades foram deixar de utilizar o seu próprio corpo como ponto de referência, passando a orientar-se segundo o ponto de vista do autómato, e que apesar de, no início, não terem conseguido programar corretamente, devido à forte dependência do seu ponto de vista (observador), esta foi-se descentrando.

O erro de programação também foi um dos aspetos positivos mencionados pelos alunos. Estes afirmaram que o erro os levou a refletir sobre os seus procedimentos e, portanto, a perceber a sua origem. Assim, programar um robô e vê-lo a movimentar-se mostrou ser suficientemente motivador para que os alunos tentassem ultrapassar as suas dificuldades, envolvendo-se numa maior reflexão para solucionar os problemas.

Por fim, os alunos mostraram-se conscientes de que passaram a conhecer a posição relativa no mapa (sul, centro e norte) de algumas elevações do país e afirmaram que, ao longo da realização das tarefas, utilizaram sempre os nomes das serras, assumindo, ainda, que foi uma forma lúdica de aprender conteúdos da área do estudo do meio.

REFERÊNCIAS

- Boavida, A., Paiva, A., Cebola, G., Vale, I. & Pimentel, T. (2008). *A experiencia matemática no ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Direção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Canavarro, A. & Pinto, M. O raciocínio matemático aos seis anos: Características e funções das representações dos alunos. In: *Quadrante*. Vol. XXI, N.º 2 (2012), pp. 51-79.
- Lannin, J.; Ellis, A. B. & Elliott, R. (2011). *Developing essential understanding of mathematical reasoning for teaching mathematics in prekindergarten-grade 8*. Reston Va: National Council of Teachers of Mathematics, USA.
- ME (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Direção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- NCTM (1994). *Normas profissionais para o ensino da matemática*. Lisboa: Associação de

Professores de Matemática.

NCTM (2007). *Princípios e normas para a matemática escolar*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.

Yackel, E. & Hanna, G. (2003) Reasoning and proof. In J. Kilpatrick, W. Martin, & D. Schifter (Eds.), *A research companion to Principles and Standards for School Mathematics* (pp. 227-236). Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.

**Anexo 4 – Comunicação apresentada no I Encontro Ensinar Matemática com
Criatividade dos 3 aos 12 anos.**

**Robótica Educativa e Raciocínio Matemático no 1.º Ciclo do
Ensino Básico**

Bruna Carmo e António Guerreiro

Escola Superior de Educação e Comunicação, Universidade do Algarve

Resumo

Nesta comunicação pretende-se apresentar uma prática de sala de aula em que os alunos, a trabalhar em grupo, recorrem à comunicação para expressar raciocínios e ideias matemáticas, através da resolução de tarefas de programação de robôs propositadamente criados para este estudo. Na sua base está um trabalho orientado para a mudança pedagógica na implementação de práticas interdisciplinares e de ambientes de aprendizagem diversificados e motivadores. Nesta exposição, procede-se à análise dos percursos de desenvolvimento dos alunos, nomeadamente no que diz respeito a visualizar e descrever posições, direções e movimentos, na aquisição de conhecimentos de estudo do meio, sobretudo a posição relativa de algumas serras de Portugal, com incidência no raciocínio matemático, tendo por recurso a robótica educativa.

Palavras-chave: robótica educativa, raciocínio matemático, trabalho em grupo, interdisciplinaridade.

Introdução

O raciocínio matemático pode ser entendido como uma atividade onde o aprendiz participa ao mesmo tempo que interage com os outros para resolver problemas matemáticos (Yackel & Hanna, 2003) ou percecionado como um conjunto de práticas e normas que não têm de ser obrigatoriamente individuais e idiossincráticas (Ball, 2002) ou, ainda, considerado como a natureza da atividade matemática (Lannin, Ellis & Elliot, 2011). Em qualquer dos casos, o conceito de raciocínio matemático espelha-se nas normas do *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 1994), que atesta que os alunos devem ser estimulados a explicar os raciocínios que desenvolveram para chegar a determinada conclusão ou para justificar a autenticidade do seu modo de abordar um problema.

É neste sentido que o NCTM (1994) salienta a importância do raciocínio matemático no desenvolvimento do poder matemático dos alunos, conferindo-lhes um papel bastante relevante na sua própria aprendizagem, de modo a que se sintam confiantes para chegar a conclusões e justificar as suas afirmações sem necessitar da validação do professor ou do manual, levando-os a perceber e a acreditar que a matemática faz sentido, encarando-a como uma disciplina lógica e coerente. Para o NCTM (1991), os professores devem facultar aos alunos a oportunidade de estes participarem frequentemente em variadas experiências que lhes possibilitem (i) desenvolver hábitos de pensamento matemático, (ii) ser estimulados a explorar, a fazer tentativas e a errar, (iii) a formular conjecturas, a testá-las e a construir argumentos sobre a sua validade e (iv) a questionar, discutindo o seu próprio raciocínio e o dos outros.

Para os primeiros anos de escolaridade, o NCTM (2000) realça que os alunos do 3.º ao 5.º ano do ensino básico deverão formular conjecturas sobre relações matemáticas, investigá-las e elaborar argumentos matemáticos fundamentados nas suas experiências. No mesmo sentido, o Programa de Matemática do Ensino Básico (ME, 2007) destaca que “o desenvolvimento do raciocínio é promovido suscitando a explicação de ideias e processos, a justificação de resultados e a formulação e teste de conjecturas simples por parte dos alunos” (p. 29), salientando a importância dos momentos de partilha impulsionados pelo professor que permitem que os alunos se expressem, desenvolvam ideias e clarifiquem e organizem os seus raciocínios.

Em concordância com estas orientações, esta comunicação pretende discutir uma atividade matemática na sala de aula do 4.º ano do ensino básico com recurso à robótica educativa, em que se explora as diferentes formas de raciocínio matemático, salientando a existência de raciocínios dedutivos, indutivos e abduativos no pensamento explícito dos alunos, a propósito da programação de robôs que se movimentam, sobre uma malha quadrangular, para a direita, para a esquerda e em frente.

Raciocínio Dedutivo, Raciocínio Indutivo e Raciocínio Abduativo

Qualquer que seja o tipo de raciocínio – dedução, indução e abdução – todos eles se baseiam na ideia de uma hipótese. Enquanto a abdução inventa ou propõe hipóteses, a dedução explica-as e a indução testa-as (Marcos & Dias, 2005). É deste modo que, para se falar em raciocínio, é necessário conceber os três tipos de inferência de uma forma global e articulada. De entre os três tipos de raciocínio, a dedução é considerado o mais natural e fidedigno.

Partindo de uma premissa maior para uma menor, este tipo de pensamento não acrescenta nada de novo para além do que já é conhecido. No que diz respeito ao raciocínio indutivo, este é um tipo de inferência que produz generalizações a partir de casos particulares, sendo utilizado quando o indivíduo raciocina por analogia, quando faz previsões a partir de situações particulares ou ainda quando tenta detetar regularidades que lhe permita formular leis gerais.

Quanto ao raciocínio abductivo, este é caracterizado essencialmente pela formulação de hipóteses que são propostas para explicar determinados factos que resistem à explicação dedutiva ou indutiva. Ou seja, no processo abductivo são adotadas hipóteses como possíveis explicações para um determinado facto observado, proporcionando novas ideias em função de situações reais. O primeiro passo da abdução é a perceção de um problema, o segundo passo consiste em propor possíveis hipóteses explicativas para a anomalia em causa e o terceiro passo surge com o teste dessas hipóteses, geralmente realizado através da sua observação.

Potencialidades da Robótica Educativa

A robótica educativa pode ser definida como um “ambiente constituído pelo computador, componentes eletrónicos, eletromecânicos e programa, onde o aprendiz, por meio da integração destes elementos, constrói e programa dispositivos automatizados com o objetivo de explorar conceitos das diversas áreas do conhecimento” (Chella, 2002 citado por Ribeiro, 2006, p. 14). São estas as características que tornam a robótica educativa particularmente interessante no processo de ensino e aprendizagem da matemática e das ciências naturais.

Nos últimos anos, a robótica educativa tem surgido como um dos instrumentos educativos emergentes de maior potencial. Tal como referem Ribeiro, Coutinho e Costa (2011), a introdução da robótica educativa nas práticas de sala de aula tem-se vindo a mostrar adequada, nomeadamente numa aprendizagem baseada na resolução de problemas concretos, “cujos desafios criados promovem o raciocínio e o pensamento crítico de uma forma ativa, elevando também os níveis de interesse e motivação dos alunos por matérias por vezes complexas” (p. 440).

A planificação de tarefas matemáticas com recurso a robôs pode ajudar os alunos a estabelecer relações e a experimentar os conceitos aprendidos durante as aulas de matemática em diversos contextos e a encará-los noutras perspetivas, possibilitando o desenvolvimento do seu próprio conhecimento. É neste sentido que a robótica também pode ser entendida como uma ferramenta que “possibilita o estabelecimento de novas relações para a construção do

conhecimento e novas formas de atividade mental” (Silva, 2009, p. 33). Assumindo esta ótica, Ribeiro, Coutinho e Costa (2011) defendem:

Nos ambientes de robótica educativa, os alunos desenvolvem uma capacidade de abstração ao terem que planejar os robôs e desenhar os programas pensando como se fossem o próprio robô. Ao projetar-se no robô, na forma como ele aprende e como ele pensa, a criança está a pensar sobre o pensamento (metacognição). 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 abstratos incluídos na programação (p. 442).

Nesta perspetiva, o aluno, ao programar um sistema robotizado, controlando-o a partir de um computador com *softwares* especificados, assume um papel ativo na construção dos seus próprios conhecimentos, através de observações e da própria prática. Assim, partindo do pressuposto de que o pensamento tem origem na motivação, que se funda na emoção, no interesse e na necessidade, colocar um robô a movimentar-se parece ser um motivo suficientemente válido para que os alunos se envolvam numa maior exploração e compreensão do que têm de aprender para solucionar determinado problema.

Experiência de ensino na sala de aula

A experiência de ensino (Steffe & Thompson, 2000) ocorreu numa sala de aula do 4.º ano de escolaridade de uma Escola Básica da cidade de Faro. A pesquisa contou com 23 alunos de ambos os sexos, com idades compreendidas entre os 9 e os 10 anos. As aulas foram registadas em áudio e vídeo. Este estudo assumiu a natureza de experiência de ensino desenvolvida em três etapas: (i) situação de diagnóstico e projeto da experiência de ensino, (ii) realização da experiência de ensino em contexto de sala de aula e (iii) avaliação da mesma. As tarefas matemáticas na sala de aula foram desenvolvidas pela primeira autora (na situação de aluna em prática de ensino supervisionada) com a orientação do segundo autor.

A realização da experiência de ensino em contexto de sala de aula assumiu uma natureza prática de intervenção dos alunos, em grupos de quatro a cinco elementos. Foi distribuída uma ficha de trabalho com cinco problemas a cada um dos alunos, com o objetivo de programar um robô, recorrendo ao computador, fazendo-o deslocar por um mapa de Portugal (sobre uma malha quadriculada), onde estavam apresentadas algumas serras do país. A opção por uma

prática interdisciplinar surgiu da necessidade de os alunos conhecerem alguns pontos mais altos do país e identificá-los geograficamente num mapa de relevo.

Inicialmente, os problemas foram lidos em voz alta aos alunos, tendo sido, posteriormente, interpretados, também oralmente, onde foram ouvidas as diferentes dúvidas dos alunos, de modo a que todos ficassem esclarecidos quanto aos objetivos que eram propostos. Após este momento, os alunos dispuseram de, aproximadamente, uma hora e meia para resolver os problemas. Depois de todos os grupos terminarem a resolução dos problemas, promoveu-se um espaço de partilha, onde os alunos apresentaram algumas dificuldades sentidas e o modo como as superaram.

Os recursos robóticos do estudo incluíram três computadores portáteis Magalhães, trazidos pelos alunos, um computador portátil e um *tablet*. Quanto aos cinco robôs, estes foram desenvolvidos e disponibilizados especialmente para esta situação de ensino, por pessoal especializado na área de robótica que se presenteou a colaborar neste estudo. Os autómatos foram desenvolvidos com alguns materiais reutilizáveis, tornando-os, desta forma, de baixo custo, e fizeram-se acompanhar do respetivo *software*, desenvolvido em linguagem Logo, de modo a proporcionar aos alunos a oportunidade de acertar, de errar e de procurar conhecer a causa dos seus erros: “ao trabalhar em Logo, os alunos demonstram em geral comportamentos de envolvimento nas tarefas, de apreciação da atividade matemática subjacente, e de gosto pelo domínio de computadores” (Matos, 1991 citado por Vale, 2005, p. 4).

Para realizar este estudo, a interface de programação dos robôs foi concebida de modo a requerer apenas a existência de um *browser* de internet instalado no computador e o estabelecimento de uma ligação sem fios ao controlador. Desenvolvido a partir de uma adaptação do projeto de código aberto *Blockly*, criado pela *Google*, o ambiente de programação gráfico resultante baseia-se em apenas três ordens: (i) «ir em frente», o robô avança até ao próximo cruzamento; (ii) «rodar para a esquerda», o robô roda sobre si mesmo 90º para a esquerda e (iii) «rodar para a direita», o robô roda sobre si mesmo 90º para a direita. Desta forma, os robôs, providos com sensores que lhes permitem seguir linhas pretas e detetar cruzamentos entre as mesmas, quando encontram estas interseções, executam a instrução seguinte da programação.

O controlador dos robôs, que consiste num mini computador *Raspberry Pi* que faz de servidor *web*, ponto de acesso *wireless* e servidor *Bluetooth*, permite o estabelecimento de ligações com os robôs, de forma transparente e sem quaisquer configurações. Funcionalmente, o utilizador liga-se à rede *wireless* do mini computador, acede à página *web* disponibilizada pelo

mesmo e, ao enviar as instruções de programação, o controlador estabelece uma ligação *Bluetooth* com o respetivo robô, transmitindo-lhe essas mesmas instruções.

Raciocínio Matemático e Aprendizagem da Matemática

A exploração dos robôs através da sua programação resultou numa tarefa matemática adequada ao desenvolvimento dos raciocínios dedutivo, indutivo e abduutivo. Esta tarefa matemática proporcionou igualmente um ajusto da linguagem matemática e social relacionada com a lateralização e a lateralidade. Durante a experiência de ensino, os alunos envolveram-se na realização de diferentes tarefas: (i) elaborar os mapas; (ii) aprender a programar o robô; (iii) interpretar os problemas propostos; (iv) planear o percurso para o robô percorrer e (v) realizar o teste da programação.



Figura 3 – À esquerda, o mapa de Portugal. À direita, robô Infante.

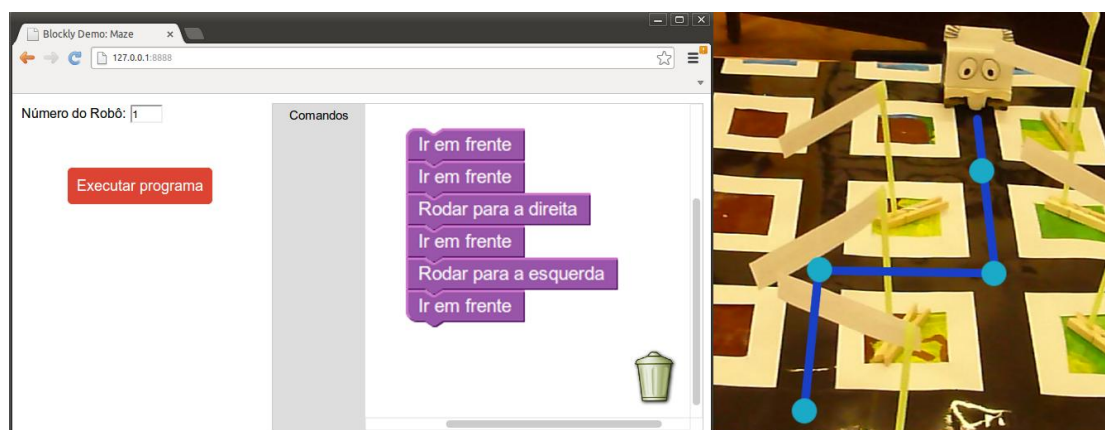


Figura 2 – Interface de programação por blocos.

Após todos os grupos de trabalho terem iniciado a interpretação dos problemas, os alunos

iniciaram a exploração do *software*. O aluno Carlos pediu ajuda aos elementos do seu grupo para programar o robô. Ao tentar compreender a forma como o seu grupo descobriu as tarefas e entendeu a programação de robôs, a primeira autora (na situação de professora) promoveu o seguinte diálogo:

Professora: – Como estão a resolver este problema?

Carlos: – Eu estou a tentar fazer assim: «em frente», «em frente», «esquerda», «esquerda», «em frente», mas não sei se vai dar.

Renato: – Não vai dar, Carlos...

Carlos: – Então?

Renato (apontado para o caminho): – Se não dermos a ordem «em frente» no meio das duas esquerdas, ele (o robô) vai virar duas vezes e, portanto, já não vira 90º, vira duas vezes 90º, que é 180º.

Carlos: – Ah! O robô tem de parar antes disso para ir em frente. Então temos de programar «em frente», «em frente», «esquerda», «em frente», «esquerda», «em frente» e acho que assim já deve dar...

Em todos os grupos, a exploração dos problemas iniciou-se com a surpresa, que automaticamente lhes reclamou compreensão, tendo-se estabelecido a inquirição, problematizando a dúvida. Durante a fase de programação foi bastante visível o interesse de todos os elementos dos grupos. Foi importante e necessário que todos se ouvissem mutuamente, de modo a esclarecerem as suas dúvidas e a contestar, argumentando quando não estavam de acordo. No grupo do Carlos, por exemplo, foi possível perceber que o Renato se esforçou por utilizar uma linguagem clara, de modo a ser entendido por todos. Também a forma como este grupo, e também os restantes, encararam as tarefas de planeamento de ordens, encarando-as como algo novo e curioso, permitiu perceber que o primeiro raciocínio efetuado foi abduutivo, ou seja, iniciou-se com a perceção de um problema, dando origem a um processo de procura de hipóteses.

Durante a programação dos robôs, em qualquer um dos cinco grupos, foi possível verificar que os alunos não se limitaram a procurar respostas específicas, mas procuraram entender os problemas com que foram confrontados. Neste sentido, todas as tentativas que os alunos fizeram foram com o intuito de estabelecer uma compreensão, pois, apesar de, no início de cada problema, não conhecerem ou não compreenderem a programação correta, não foi motivo que esta não pudesse ser conhecida e compreendida:

Professora: – E se agora, a partir da serra do Gerês, eu fizer «executar programa», o que vai acontecer?

Mafalda Marques: – Vai fazer o mesmo caminho, porque as ordens são as mesmas, mas vai dar a outro sítio, não é?

Uma vez que o professor tem um papel fundamental no processo comunicativo dos alunos, sendo o grande impulsionador da comunicação matemática e de momentos de discussão entre as crianças, a questão que foi levantada teve como objetivo levá-las a explicitar os seus raciocínios com clareza, analisando e reagindo aos raciocínios dos colegas perante uma situação nova que não estava prevista na ficha de problemas. Assim, após colocarem a sua hipótese e explicarem-na, este grupo quis confirmar a sua veracidade, tendo acabado por formular uma lei geral:

Renato: – Se agora fizéssemos sempre «executar programa», ele ia fazer sempre as mesmas ordens, o caminho é que ia ser diferente.

O salto lógico que o grupo do Renato deu para fazer uma suposição que o ajudasse a entender o problema não foi nada mais do que um processo abdutivo: a abdução está relacionada com a origem da hipótese provável que pode explicar o problema, quer no raciocínio científico, quer no pensamento quotidiano. Assim, desde o início da resolução deste problema, a atividade deste grupo consistiu (i) na introdução de uma ideia nova (hipótese), sugerindo algo que «podia ser» (raciocínio abdutivo), (ii) no teste dessa ideia, provando algo que «devia ser» (dedução) e (iii) na sua confirmação, onde verificaram que a sua hipótese «era efetivamente» operativa (indução).

Contudo, neste estudo, o raciocínio não surgiu apenas como uma lógica de descoberta. No grupo da Maria Inês, por exemplo, o raciocínio foi também entendido como uma lógica que consistiu em valorar, selecionar ou dar preferência a uma hipótese em comparação com outras hipóteses possíveis:

Maria Inês: – Nós já tínhamos planeado como haveríamos de programar o robô, mas a Gabriela teve outra ideia que nós achamos que é melhor.

Professora: – E que ideia é essa?

Gabriela: – Eu pensei num caminho que é mais rápido.

Professora: – E todos concordam com o caminho da Gabriela? Porquê?

André: – Nós concordamos. Os dois caminhos davam para chegar lá, mas com a ideia da Gabriela não vamos perder muito tempo a programar, porque ele (o robô) vai fazer um caminho mais curto...

Neste diálogo é bastante perceptível a admissão de possibilidades alternativas à hipótese até então estabelecida. Nesse processo de levantamento de possíveis hipóteses explicativas para o problema em questão, o grupo selecionou apenas aquela que lhes pareceu ser a mais adequada, testando-a através da observação. Foi durante este processo de teste que se iniciou o raciocínio indutivo, desenvolvendo-se do particular para o geral, sem uma conclusão necessária e com um papel de criação de conhecimento (Oliveira, 2002).

Já no grupo do Mateus, houve uma dificuldade comum entre os seus elementos. O grupo deixou-se levar pela hipótese de programação deste aluno e, quando verificaram que esta não levava o robô ao seu destino, não se conseguiu descentrar para pensar noutras alternativas. O Diogo assumiu de imediato que o problema residia no robô, enquanto o Henrique colocou a hipótese de o Diogo se ter enganado na programação das ordens:

Professora: – De facto, ele (o robô) está a girar sobre si próprio... Será que isso quer dizer alguma coisa? Olhem bem para a vossa programação...

Carolina: – Espera, espera! Acho que já sei! Nós já tínhamos visto nos outros problemas que entre cada «esquerda» e cada «direita» tem de haver um «em frente» e ali temos duas vezes «esquerda»...

Diogo: – Não, o robô tem de ir para ali (apontando para a esquerda) e depois outra vez para ali (apontando novamente para a esquerda), por isso o robô só pode estar maluco!

Henrique: – Não, Diogo! Eu acho que a Carolina tem razão, porque se o robô fizer duas vezes «esquerda», ele vai rodar... Nós queremos que ele vá em frente e que só vire para a esquerda depois!

Tal como no grupo do Renato, o raciocínio iniciou-se com a perceção de uma circunstância curiosa, seguida de um processo de procura de hipóteses. Contudo, neste grupo, a Carolina considerou que o problema podia ser explicado através de uma regra geral (entre cada ordem «esquerda» e «direita» tem de existir uma ordem «em frente»), adotando, portanto, essa suposição. Ou seja, a partir da observação de um determinado número de factos, a Carolina concluiu uma lei geral válida que se aplicou a todos os casos da programação do robô, tendo-a testado. Atendendo a esta atividade mental, pode-se concluir que a Carolina raciocinou indutivamente.

Quanto ao raciocínio dedutivo, no grupo da Ana Sofia, o Ricardo mostrou-se bastante motivado pela descoberta que fez com a colega. O caso que foi registado prendeu-se, naturalmente, com uma situação de argumentação no qual a forma lógica válida garantiu a veracidade da

conclusão, pois as premissas apresentadas foram verdadeiras:

Ricardo: – Eu e a Ana Sofia descobrimos que se o robô rodar 90º, vira para a esquerda...

Professora: – E isso é problemático?

Ricardo: – Sim, porque se ele (o robô) virar para a esquerda, roda sobre si próprio. Ou seja, ao rodar 90º, vai girar sobre si mesmo...

Ana Sofia: – E, para chegar à serra do Marão, nós precisamos de meter «em frente» depois de virar à esquerda.

Sendo o raciocínio dedutivo uma forma básicas de raciocínio válido, que parte do geral para o particular, o princípio básico do pensamento do Ricardo e da Ana Sofia fundamentou-se num processo pelo qual as conclusões são tiradas com base em factos e não apenas por adotar ou pensar numa condição pré-definida: (i) se o robô rodar 90º, vai virar à esquerda, (ii) se o robô virar à esquerda, vai girar sobre si próprio, então (iii) ao rodar 90º, também irá girar sobre si próprio.

Noutro grupo, o João Pedro mostrou algumas dificuldades em programar o robô, pois não conseguia localizá-lo no espaço, uma dificuldade que ocorreu em todos os grupos com pelo menos um dos elementos:

Professora – Então, João Pedro, qual é a vossa dificuldade?

João Pedro – Aqui diz para voltar a Faro passando por todas as serras que ficam junto à fronteira entre Portugal e Espanha, mas o robô não vai para onde nós queremos...

Professora – Como assim? Programaram-no corretamente?

João Pedro – Hum... Penso que sim... Ele tem de virar primeiro à direita para estar virado para o oceano e só depois é que pode ir em frente, até ao litoral, não é?

Bernardo – Direita?!

João Pedro (colocando-se na mesma direção que o robô e acenando com o braço para a sua esquerda) Tem de ir para ali!

Professora – Que direção é essa que estás a apontar, João Pedro?

João Pedro – Esquerda...

As crianças encontravam-se numa etapa onde a sua imagem do corpo adquire as suas características fundamentais, mas a precisão e a variedade de detalhes difere de uma criança para a outra. Na situação apresentada, o João Pedro mostrou alguma dificuldade na capacidade de se situar e orientar e localizar o robô no mapa. Esta faculdade, que é

indispensável para o ser humano conseguir situar-se no meio em que vive, tem como função determinar a posição de um objeto em relação às referências espaciais (vertical, horizontal e pontos cardeais) assim como determinar um momento em relação a um anterior e a um posterior (Gomes, 1998).

Algumas considerações finais

O raciocínio dedutivo ocupa um lugar característico na matemática, por se tratar de um raciocínio formal, relacionado com as demonstrações e com a lógica: “raciocinar envolve sobretudo encadear asserções de forma lógica e justificar esse encadeamento” (Ponte, Branco & Matos, 2008, p. 89). Contudo, apesar de as funcionalidades do *software* desta aplicação robótica induzirem à análise propositada dos raciocínios abduutivo e indutivo, não se quis excluir o raciocínio dedutivo, “o elemento estruturante, por excelência, do conhecimento matemático” (Oliveira, 2002, p. 178). Assim, as situações foram adaptadas de modo a que se pudessem observar os três tipos de raciocínio, pois, tal como refere Moreira (1989), “o impacto dos computadores no desenvolvimento cognitivo dos alunos depende da forma como forem usados. (...) Há, pois, que refletir na relação entre as potencialidades do computador e os objetivos educativos que se perseguem” (p. 5).

No que diz respeito ao desenvolvimento da orientação espacial, nomeadamente das capacidades de lateralização e de lateralidade, as atividades desenvolvidas com os robôs, levaram as crianças a reconhecer, organizar e sintetizar as informações oriundas do meio à sua volta, proporcionando um momento onde estas estiveram a movimentar-se e a localizar objetos, neste caso as serras de Portugal, tendo como base pontos de referência. Esta experiência realizada com os alunos demonstrou que o trabalho de grupo permitiu momentos de comunicação, tanto de raciocínios, como de ideias matemáticas, oralmente e por escrito, de autoconfiança, de criatividade, de rotinas de trabalho e de persistência, facilitando o desenvolvimento destas competências.

Em todos os grupos se verificaram momentos de partilha e negociação de significados que contribuíram para uma programação eficaz, tendo coexistido uma tentativa clara de ajuste das ordens a colocar na programação para que o robô realizasse os percursos corretamente, não se limitando à busca de respostas específicas, mas procurando entender os problemas de modo generalizável. Neste sentido, os alunos tentaram estabelecer uma compreensão das ações do robô, através de raciocínios matemáticos fundados na dedução, indução e abdução.

Referências Bibliográficas

- Ball, D. L. (2002). What does it take to (teach to) reason in primary grades? In *Proceedings for the Mathematics* (pp. 908-911). Beijing, China: Higher Education Press.
- Gomes, J. (1998). *Construção de coordenadas espaciais, psicomotricidade e desempenho escolar*. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Campinas.
- Lannin, J., Ellis, A. B. & Elliott, R. (2011). *Developing essential understanding of mathematical reasoning for teaching mathematics in prekindergarten-grade 8*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Ministério da Educação (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Moreira, M. L. (1989). *A Folha de Cálculo na Educação Matemática*. Lisboa: Projecto Minerva.
- NCTM (1991). *Normas para o currículo e a avaliação em Matemática escolar*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática e Instituto Internacional de Educação.
- NCTM (1994). *Normas profissionais para o ensino da Matemática*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Marcos, S. & Dias, I. (2005). *As Espécies de Raciocínio: Dedução, Indução e Abdução*. [Disponível em http://joapizani.hopto.org/graduacao/disciplinas/ine5430/4_raciocinioIndutivoDedutivoAbdutivo.pdf].
- Oliveira, P. (2002). *A investigação do professor, do matemático e do aluno: uma discussão epistemológica*. Dissertação de Mestrado – Universidade de Lisboa.
- Ponte, J.P., Branco, N., & Matos, A., (2008). O simbolismo e o desenvolvimento do pensamento algébrico. *Educação e Matemática*, N.º 100, 89-96.
- Ribeiro, C. (2006). *RobôCarochinha: Um Estudo Qualitativo sobre a Robótica Educativa no 1.º Ciclo do Ensino Básico*. Universidade do Minho – Instituto de Educação e Psicologia. Dissertação de mestrado.
- Ribeiro, C., Coutinho, C., & Costa, M., (2011). A Robótica Educativa como Ferramenta Pedagógica na Resolução de Problemas de Matemática no Ensino Básico. *Sistemas e Tecnologias de Informação*, Vol. 1, 440-447.
- Silva, A. (2009). *RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional*. Dissertação de doutoramento – Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Centro de Tecnologia.

- Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In R. Lesh & A. E. Kelly (Eds.), *Research design in mathematics and science education* (pp. 267-307). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Vale, I. (2005). *O contributo da linguagem Logo no ensino e aprendizagem da geometria: uma proposta de ensino de geometria no 5º ano de escolaridade*. Dissertação de mestrado – Universidade do Minho.
- Yackel, E. & Hanna, G. (2003). Reasoning and proof. In J. Kilpatrick, W. Martin, & D. Schifter (Eds.). *A research companion to Principles and Standards for School Mathematics* (pp. 227-236). Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.