



Centro de Ciências Exactas e da Engenharia

Construindo Conhecimento

Utilização de robots na aprendizagem de funções

Florinda Isabel Moreira Gomes

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada para a
obtenção do Grau de Mestre em Ensino da Matemática
no 3.º Ciclo do Ensino Básico e Secundário

Ano lectivo 2009/2010



Centro de Ciências Exactas e da Engenharia

Construindo Conhecimento

Utilização de robots na aprendizagem de funções

Florinda Isabel Moreira Gomes

Licenciada em Matemática (Ramo Científico)

Universidade da Madeira

Orientadora:

Professora Doutora Elsa Maria dos Santos Fernandes

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada para a
obtenção do Grau de Mestre em Ensino da Matemática
no 3.º Ciclo do Ensino Básico e Secundário

Ano lectivo 2009/2010

Aos meus filhos
João, Patrícia, Rodrigo e Filipe.

Agradecimentos

À Comissão Executiva e todo o pessoal docente e não docente da Escola Básica e Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva por nos terem recebido e ajudado.

Aos alunos da Escola Básica e Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva que foram os actores principais deste trabalho o nosso muito obrigado.

À Professora Doutora Elsa Fernandes que ao longo destes dois anos me mostrou que existem outros caminhos.

Ao Dr. Vítor Teixeira pelo rigor, disponibilidade e paciência com que nos orientou.

Ao Dr. Luís Gaspar por me apresentar os robots e pela sua preciosa ajuda.

À Comissão Executiva Instaladora da Escola Básica do 2.º e 3º Ciclos do Curral das Freiras na pessoa do Dr. Joaquim Sousa pelo seu apoio e amizade.

Aos colegas e alunos da Escola Básica do 2.º e 3º Ciclos do Curral das Freiras pela ajuda e incentivo em todos os momentos.

Aos meus amigos que me ajudaram nas alturas difíceis.

À Ana pelas boleias, almoços de quiche e salada e acima de tudo pelo ombro amigo.

Ao meu pai pela lição de vida, pela sua persistência e confiança no futuro.

À minha mãe e à minha madrinha pela ajuda com as crianças na minha ausência, eu não teria conseguido sem vocês.

A ti Nelson não existem palavras suficientes, sem ti não teria sido possível...

Ao João fã da tecnologia, não sei como seria o *CD* sem o teu apoio.

Aos meus filhos que compreenderem a ausência da mãe durante estes dois longos anos. Pipo, obrigada por esperares pela mamã.

Resumo

A Escola e o Ensino, através da evolução dos diferentes sistemas que os caracterizaram ao longo dos tempos, tiveram e têm por objectivo não só a transmissão de conhecimentos mas também a preparação dos cidadãos mais jovens para a sua integração na vida social da sua comunidade. A escola atravessa momentos difíceis e os papéis dos intervenientes são questionados diariamente. Tal tem dado origem a alterações e a mudanças na concepção organizacional, de estratégia e de objectivos da escola e do próprio ensino. A profissão docente deixou de ser uma mera transmissão de saber, exigindo-se muito mais ao professor. O seu papel inclui já novas questões, tais como, *como ensinar?*, *como fazer aprender?* e *como motivar os outros para que queiram aprender?* A evolução tecnológica e a sua integração no ensino têm sido das principais fontes para a alteração operada sobre a escola e o seu objectivo. O desenvolvimento das tecnologias de informação e de comunicação (TIC) têm vindo a proporcionar novas formas de comunicar e de transmitir informação. A habilitação profissional para a docência no ensino básico e secundário implica a Prática de Ensino Supervisionado. Para além das planificações e da implementação das metodologias adoptadas visando o processo de ensino-aprendizagem da Matemática ao nível do 10º ano de escolaridade, desenvolvemos um projecto de cariz qualitativo cujo objectivo seria a análise da aplicabilidade da robótica, na sala de aula, enquanto elemento mediador e potenciador do processo de aprendizagem no tema das funções. A revisão bibliográfica demonstra que a robótica tem merecido elogios enquanto factor motivador e elemento que faculta uma conexão entre diversas representações, nomeadamente, os conceitos teóricos e a praticabilidade. O desenvolvimento de diversas actividades com duas turmas do 10º ano de escolaridade, utilizando robots LEGO Minstorms, revelou que a robótica não só é um elemento mediador do processo ensino-aprendizagem mas também, e sobretudo, é um catalisador da motivação, cooperação e envolvimento dos alunos, levando-os, numa perspectiva construcionista, a construir conhecimento e a concretizar o simbolismo abstracto presente na Matemática.

Palavras-chave: Matemática; Robots na Educação; Robótica Educacional; Conceito de Função; Ensino-aprendizagem na Matemática; LEGO Mindstorms

Abstract

School and Education, due to the evolution of the different systems that have characterized them through the years, have had and still have the goal of not only transmitting knowledge but also the preparation and integration in the community of society's younger citizens. School now beholds difficult moments and the roles of the actors are questioned daily. This has originated changes in the organizational concept, the strategy and the goals of School and Teaching itself. The professional activity of teaching is no longer a simple transmission of knowledge. Much more is now required from teachers. Their role now includes new questions, such as, *how to teach?*, *how to make one learn?* and *how to motivate one to want to learn?* Technological evolution and its integration in education has been one of the principle sources of change that has occurred in School and in its goals. The developments in information and communication technologies have provided new forms of transmitting information. Teacher's professional qualification in basic and secondary schools require Supervised Teaching Practice. Beyond the planning and adopted methodology implementation regarding the teaching-learning process of Mathematics in the 10th grade, we developed a qualitative natured project that aimed to analyze the applicability of robotics, in the classroom, whilst mediator and enhancer of the learning process of functions. The bibliographic review shows how robotics has earned many complements as a motivating factor and as an element that provides the connexion between diverse representation, such as, theoretical concepts and *practability*. The development of activities within two 10th grade classes, using LEGO Mindstorm robots, showed to be not only a mediating element of the teaching-learning process but also, and above all, a motivation, cooperation and student involvement catalyst, taking students, in a constructionist perspective, to build knowledge and to concretize the abstract symbolism present in Mathematics.

Keywords: Mathematics; Robots in Education; Educational Robotics; Function Concept; Learning-teaching in Mathematics; LEGO Mindstorms

Índice

Introdução	1
1. Descrição da prática de Ensino Supervisionada	6
1.1. Programa de Matemática do 10º ano de escolaridade	6
1.2. Metodologia e estratégias de ensino	7
1.2.1. Módulo inicial	7
1.2.2. Geometria no Plano e no Espaço I	7
1.2.3. Funções e Gráficos	8
1.2.4. Estatística	9
1.3. As tecnologias e os recursos utilizados no Ensino	9
1.4. Avaliação	10
2. A Robótica no Ensino	12
2.1. A Robótica Educacional	12
2.2. Mais-valias da utilização dos Robots	16
2.3. Lego Mindstorms	18
2.4. E na sala de aula de Matemática?	20
3. Projecto de estudo	24
3.1. Objectivo do estudo	24
3.1.1. As Funções	24
3.2. Opções Metodológicas	25
3.3. Participantes	26
3.4. Materiais utilizados	27

3.5. Tarefas	29
3.5.1. Tarefa inicial	29
3.5.2. Ficha de Trabalho 1	32
3.5.3 Tarefa 1/Tarefa 2/Tarefa 3	33
3.5.3.1. Tarefa 1	34
3.5.3.2. Tarefa 2	35
3.5.3.3. Tarefa 1	36
3.6. Recolha de dados	37
3.7. Análise e discussão de dados	37
3.7.1. Tarefa inicial	37
3.7.2. Ficha de Trabalho 1	38
3.7.2.1. Relatório da Ficha de trabalho 1	44
3.7.3. Tarefa 1	50
3.7.4. Tarefa 2	53
3.7.5. Tarefa 3	53
3.7.6. Teste de avaliação	55
4. Conclusões	57
Bibliografia	60
Anexos	73
Anexo 1 – Autorização do encarregado de educação (Turma 2)	75
Anexo 2 – Autorização do encarregado de educação (Turma 3)	77
Anexo 3 – Autorização do encarregado de educação para Actividade extra	79
Anexo 4 – Autorização do encarregado de educação para Actividade extra	81

Anexo 5 – Actividade “ Passeando com Robots na cidade do Funchal”	83
Anexo 6 – Ficha informativa – Instruções de programação	86
Anexo 7 – Ficha de Trabalho 1	88
Anexo 8 – Tarefa 1	92
Anexo 9 – Tarefa 2	95
Anexo 10 – Tarefa 3	98
Anexo 11 – Teste de Avaliação	101

Índice de Figuras

Figura 1. Robot LEGO Minstorm modelo “Todo-o-Terreno”.....	27
Figura 2. RCX <i>Robotic Command System</i>	28
Figura 3. Ambiente de programação do <i>Robotic Invention SystemTM</i>	28
Figura 4. Equipamento LEGO Mindstorms, robot, ambiente de programação e torre de infra-vermelhos.	29
Figura 5. Mapa 1 – percurso vermelho	30
Figura 6. Mapa 1 – percurso amarelo	31
Figura 7. Mapa 2	31
Figura 8. Mapa da Ficha de Trabalho 1	32
Figura 9. Cartolina da Tarefa 1	34
Figura 10. Cartolina da Tarefa 2	35
Figura 11. Cartolina da Tarefa 3	36
Figura 12. Aluna na execução da Tarefa Inicial	38
Figura 13. Aluno na execução da Ficha de Trabalho 1	40
Figura 14. Tabela elaborada pelo Grupo1	44
Figura 15. Tabela elaborada pelo Grupo2	44
Figura 16. Tabela elaborada pelo Grupo3	44
Figura 17. Resposta do grupo 1 à questão 1.3.	46
Figura 18. Resposta do grupo 1 à questão 1.3.	46
Figura 19. Resposta do grupo 1 à questão 1.4.	47
Figura 20. Resposta do grupo 1 à questão 1.5.	47
Figura 21. Resposta do grupo 1 à questão 1.5.	48
Figura 22. Tabela elaborada pelo grupo 2 para a questão 1.6.	48
Figura 23. Alunos na execução da Tarefa 3	54

Introdução

A Escola e o Ensino, através da evolução dos diferentes sistemas que os caracterizaram desde a Grécia Antiga até aos nossos dias, tiveram e têm por objectivo, não só a transmissão de conhecimentos mas também a preparação dos cidadãos mais jovens para a sua integração na vida social da sua comunidade. O que é “ensinado” e o “porquê” dessa escolha não deixam de ser questões importantes, ao mesmo tempo que reconhecemos que as respostas às mesmas resultam, também, dos próprios objectivos que a sociedade preconiza. A resposta é iminentemente política.

A estas preocupações, iminentemente relacionados com o currículo, isto é, com aquilo a que Kelly (1980) entende por ser o conteúdo de um assunto ou área de estudos particular ou ainda o programa total de uma instituição de ensino, podemos juntar a questão “como?” Todas estas questões tornam-se cada vez mais pertinentes, implicam análise e reflexão. Para o professor, compreender no ensino o “*o quê?*”, o “*porquê?*” e o “*como?*” é essencial, na medida em que actualmente exige-se “um professor psicologicamente forte, amadurecido e realizado, uma pessoa psicologicamente equilibrada que possa dar algo ao *Outro*” (Sousa, 2004, p.50).

Pacheco (2008), ao citar Augusto Coelho, dá-nos uma extraordinária visão do ensino em Portugal onde “a escola é ainda, em geral, formalista, urge transformá-la num centro de vida e movimento”. O que é extraordinário desta frase não é o que é realmente dito nem o facto de qualquer professor poder identificar-se com a mesma mas sim o facto de a mesma ter sido proferida em 1898. Pelos vistos, um século pouco alterou a avaliação das necessidades da escola.

A escola atravessa momentos difíceis e todos os dias são questionados os papéis de cada elemento interventivo no processo e a adequação dos mesmos aos tempos que correm. Por isso, não nos é difícil concordar com Cláudia Fialho e colaboradores quando afirmam que “actualmente a escola confronta-se com o facto da quantidade de conhecimento disponível e o crescimento da complexidade da informação ser vertiginoso” (Fialho *et al.*, p.1, 2003). Para agravar, segundo Gonçalves & Rodrigues (2006) a crescente circulação de informação conduz a uma desactualização constante dos conhecimentos e das competências. A actualização do conhecimento disponível

online e as inúmeras fontes informacionais disponíveis ao aluno, fazem com que o professor deixe de ser visto como o único recurso informacional.

Temos verificado ao longo das últimas décadas alterações e mudanças na concepção organizacional, de estratégia e de objectivos da escola e do próprio ensino. Há quem afirme que o actual modelo escolar “tal como existe hoje, vai ter de desaparecer mas também que a escola, como instituição, não vai desaparecer” (Ponte, 2002, p.1).

A profissão docente há muito tempo deixou de ser mera transmissão de saber exige-se muito mais, uma vez que “ser professor não é uma questão de aprender a ensinar, mas uma questão de descoberta pessoal, de bem utilizar o seu *self*” (Combs, Blume, Newman & Wass, 1974, citados por Sousa, 2000, p. 207). Conclui-se, assim, que a formação científica no seu ramo de saber, por si só, não é suficiente. Ainda de acordo com Jesus Maria Sousa (2004) o professor terá de acrescentar um novo espaço de diálogo entre as diversas culturas trazidas pelos alunos. Daí que a mesma autora salienta que quando o professor adquire um *olhar etnográfico crítico* “ele deixa de ser o simples agente de ensino (...) para passar a ser o actor-autor que consciente das especificidades culturais que o rodeiam, tem a autonomia suficiente para tomar as decisões curriculares que lhe pareçam as mais adequadas, tendo em conta a aprendizagem e o crescimento pessoal de cada aluno” (Sousa, 2003, p.9). Deduz-se, então, que a Escola, o Professor e a Comunidade Educativa não têm por função apenas a instrução. A Educação é uma via de dois sentidos onde Professor e Aluno são reciprocamente influenciados. Educar, neste contexto, será o levar o aluno a aprender e a autonomizar essa sua aprendizagem. Logo, “a escola de hoje não pode ignorar todo o potencial em termos de culturas, saberes, interesses e necessidades que a enorme diversidade dos seus alunos lhe coloca” (Sousa, 2004, p.13). Acrescentamos e reforçamos nós, os professores não podem ignorar todo este potencial.

Tal traz-nos à encruzilhada da formação do professor. Concordamos com Sousa (2004) quando defende uma real formação do professor, onde a formação de professores deve formar um professor completo, autónomo na tomada de decisões, com sentido crítico e capacidade de resolver problemas.

Concordamos que a escola não é vista da mesma forma como antes, nem a função do professor e muito menos a do aluno o são. O *pensador* da educação José Pacheco ilustra, num artigo seu, ao citar Élise Freinet, esta longínqua preocupação para com os alunos:

“Há mais de meio século (...) Élise Freinet tinha consciência da obsolescência da organização do trabalho escolar centrada em aulas dadas para um (inexistente) "aluno médio", em tempos iguais para todos. Preocupava-se com a imposição de ritmo único a alunos que denotavam diferentes ritmos. Interrogava-se.” (Pacheco, 2008, p.6).

Esta reflexão conduz-nos de volta à primeira questão que introduzimos: “*como?*” Como ensinar? Como fazer aprender? Como motivar os outros para que queiram aprender? Assim, compreendemos Fernandes & Matos (2005) que ao referirem-se especificamente à Matemática afirmam que o princípio da reconceptualização desta no contexto do ensino não focaliza apenas o “*quê*” mas igualmente o “*como*”, ou seja, “transforma necessariamente os modos de produção da matemática em modos de produção de competências escolares” (p. 8).

É comum ouvir-se, entre os docentes, que muitas vezes os alunos entram na sala de aula desmotivados, sem vontade de aprender ou mesmo contrariados. Há quem defenda que tal se deve ao diferencial motivador entre as actividades existentes na sala de aula e as solicitações do mundo exterior (Silva, A. 2007). Esta constatação coloca-nos o dilema: para alterar este cenário, o que *podemos fazer?* ou o que *devemos fazer?*

As teorias da aprendizagem mereceram diversas interpretações ao longo dos anos, tendo surgido o conceito de estratégias de aprendizagem, em função das teorias do processamento da informação (Pocinho & Canavarro, 2009). Do campo do professor que ensina e, conseqüentemente, o aluno que aprende, um novo paradigma de interesse emerge: o *aprender a aprender*. Sendo verdadeiro que *aprender a aprender* compreende a promoção de estratégias de auto-regulação nos alunos (idem), e sendo também verdadeiro o facto de ser o professor aquele que possui uma posição privilegiada para desenvolver estas competências nos seus alunos, então, torna-se

essencial que a planificação de aulas integre este factor: a auto-regulação. Esta afirmação permite-nos melhor compreender Fino & Sousa (2003, p.10) quando defendem que “a imprevisibilidade é a norma e a única habilidade que vale a pena treinar, é a de aprender autonomamente e ao longo da vida”.

A evolução tecnológica e a sua integração no ensino têm sido uma das principais fontes para a alteração operada sobre a escola e o seu objectivo. Papert (2008) acredita que o computador poderá melhorar os ambientes de aprendizagem e alterar a relação da criança com o conhecimento. Para o mesmo, o conhecimento é construído activamente pelos alunos, o que implica que educar consiste em proporcionar-lhes oportunidades de se ocuparem em actividades criativas, que alimentem este processo de construção de conhecimento (idem). Ou seja, a aprendizagem acontece quando “a construção que ocorre *na cabeça* ocorre (...) de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública ‘no mundo’ - um castelo de areia, ou uma torta, (...) ou um programa de computador” (idem, p.137). Isto é, o aprendiz constrói algo com significado, real e palpável. Logo, podemos deduzir que há duas noções que orbitam à volta do *conhecimento construído*. Um é de que aquele que aprende (o aprendiz) constrói novas compreensões usando aquilo que já sabe e a segunda é de que a aprendizagem é um processo activo, estando dependente da responsabilidade do aprendiz em querer aprender (Frangou e col., 2008).

O desenvolvimento dramático sofrido pelas tecnologias de informação e de comunicação (TIC) têm vindo a proporcionar novas formas de comunicar e de transmitir informação. Em consequência, têm proporcionado novas formas de obter informação e de aprender. Pensamos que, o professor em particular e o ensino no geral, não podem ignorar as TIC. A importância destas é inegável, visto que “desvelam uma nova cultura pós-moderna, marcada pela especificidade, diferença, pluralidade e múltiplas narrativas, também vêm demonstrar, de forma acutilante, a inadequação, cada vez maior dos saberes fragmentados e compartimentados das diferentes disciplinas, face a realidades multidimensionais, globais e transaccionais, dos nossos dias” (Fino & Sousa, 2003, p.10). Efectivamente, cabe ao professor este papel: o de desenvolver um

modelo pessoal de intervenção pedagógica capaz de facultar a cada aluno uma oportunidade igualitária de evolução psico-social e que o permita uma integração social democrática com base em competências adquiridas. Acreditamos que “a tecnologia será, com pouca hipótese de dúvida, uma das chaves de concretização de um novo paradigma educativo, capaz de fazer incrementar os vínculos entre os alunos e a comunidade, enfatizar a descoberta e a aprendizagem, e de fazer caducar a distinção entre aprender dentro e fora da escola.” (Sousa & Fino, 2001, p.15).

É evidente que ao nível do ensino precoce existe uma tradição de um currículo integrado com orientação para as artes mas que é estimulado agora para as experiências baseadas na literacia (Bers, New & Bourdreau, 2004). Porém, a este nível de ensino, estes autores concluem que ainda há uma prioridade consideravelmente menor para as áreas das ciências, matemática, engenharia e tecnologia, postulando que a razão pode ter a ver com a (in)competência dos docentes nestas áreas.

Teremos de concordar com Fernandes, Fermé & Oliveira (2007) quando afirmam que “a evolução das capacidades técnicas dos equipamentos informáticos e das possibilidades de comunicação em rede trouxe novas dimensões e novas possibilidades de trabalho. Mas a maioria das salas de aula (quer das escolas quer das universidades) não reflecte esta mudança que acarretou também novos desafios pedagógicos” (p. 1).

Silva (2007) reforça a utilidade das TIC ao referir-se ao *diferencial motivador entre as actividades existentes na sala de aula e as solicitações do mundo exterior* acima citado, e conclui que “para reduzir este diferencial temos que desenvolver métodos de ensino que acompanhem essa evolução, desenvolver técnicas que motivem os nossos alunos para a aprendizagem. Para isso, ao invés de virar as costas a essa evolução, devemos abraçá-la e estudar formas de a adaptar para assim conseguir benefícios para os nossos alunos” (p. 7). O mesmo autor cita os exemplos da introdução das Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação, com as quais se criaram inúmeras oportunidades para promover actividades que estimulam os alunos a trabalhar colaborativamente.

1. Descrição da Prática de Ensino Supervisionada

O Decreto-Lei nº 43/2007 de 22 de Fevereiro aprova o regime jurídico da habilitação profissional para a docência na educação pré-escolar e nos ensinos básico e secundário. De entre o diverso articulado, salienta-se o facto da avaliação da unidade curricular referente à prática de ensino supervisionada assumir um lugar especial na verificação da aptidão do futuro professor para satisfazer, de modo integrado, o conjunto das exigências que lhe são colocadas pelo desempenho docente no início do seu exercício.

No presente ano lectivo, a Prática de Ensino Supervisionado foi desenvolvida na Escola Básica e Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva, no concelho do Funchal. Nesta escola lecciona-se do 5º ao 12º ano de escolaridade, abrangendo três ciclos de ensino. Ao todo, a escola congrega 1046 alunos, 182 docentes e 70 de pessoal não docente.

Com relação à actividade desenvolvida pelo grupo de estágio, esta efectivou-se junto de duas turmas do 10º ano, entre os meses de Setembro de 2009 e Maio de 2010.

1.1. Programa de Matemática do 10º ano de escolaridade.

O programa de Matemática é organizado por grandes temas, sendo no 10.º ano (Matemática A) os seguintes:

- Geometria no Plano e no Espaço I;
- Funções e Gráficos. Funções polinomiais. Função módulo;
- Estatística.

Devido à mudança de ciclo e aos inevitáveis problemas de transição é incluído um módulo inicial para detectar possíveis dificuldades e deficiências na formação básica e dessa forma, tornar possível o estabelecimento de estratégias para ultrapassá-las. Além destes, e não menos importantes, também são contemplados alguns temas transversais:

Comunicação Matemática, História da Matemática, Resolução de Problemas e Actividades Investigativas; Aplicações e Modelação Matemática; Lógica e Raciocínio Matemático e Tecnologia e Matemática.

1.2. Metodologia e estratégias de ensino.

Elaboramos as planificações a médio e a longo prazo e planificamos as aulas de acordo com as orientações do Ministério da Educação.

A metodologia e as estratégias adoptadas foram estabelecidas de acordo com a opinião do grupo e dos orientadores. Desse modo, apresentamos aqui uma descrição de como foram planeadas as nossas aulas divididas pelos grandes temas do programa e como foi feita a avaliação.

1.2.1 Módulo inicial

Neste módulo foi privilegiada a resolução de problemas e actividades que envolviam conceitos já estudados no 3.º ciclo. Deste modo, foi possível rever os conceitos e estabelecer as necessárias conexões entre os temas já estudados.

1.2.2. Geometria no Plano e no Espaço I

Foram resolvidos problemas no plano e no espaço com recurso a modelos de sólidos e ao quadro interactivo para facilitar a visualização dos mesmos. Foi realizada uma actividade investigativa para descoberta dos sólidos platónicos utilizando materiais manipuláveis “polidrons”.

Os alunos desenvolveram uma actividade de pesquisa e posterior relatório sobre os sólidos arquimedianos e construíram o modelo de uma bola de futebol.

Para rever as coordenadas cartesianas no plano e no espaço usamos o *software Geogebra*. Além disso, foram desenvolvidas actividades investigativas utilizando o mesmo software para a descoberta pelos alunos das condições que definem: os eixos

coordenados, os quadrantes, as rectas paralelas aos eixos coordenados, a bissetriz dos quadrantes pares, a bissetriz dos quadrantes ímpares e as relações entre as coordenadas de pontos simétricos relativamente aos eixos coordenados e à origem. Os domínios planos foram estudados com recurso ao *software TI-SmartView* no quadro interactivo.

Durante as férias de Natal os alunos resolveram desafios matemáticos com tema relacionado com a época, estes serviram como elemento de avaliação.

No final do 1.º período foi realizado um jogo intitulado “*Loto com sólidos arquimedianos*”. Os alunos aplicaram com entusiasmo os conhecimentos adquiridos numa actividade de pesquisa realizada anteriormente.

O tópico do programa vectores no plano e no espaço foi estudado novamente com recurso ao *software Geogebra* para facilitar e incentivar a aprendizagem dos alunos e foram realizadas fichas de actividades para a descoberta e dedução das operações e propriedades das operações com vectores.

1.2.3. Funções e Gráficos.

Os robots foram utilizados no estudo das funções, pretendia-se que os alunos explorassem e descobrissem as conexões entre problemas reais e os conhecimentos adquiridos sobre funções. A utilização de diferentes materiais (robots, fitas métricas, etc.) para validar conjecturas foi uma novidade nas aulas. A resistência à utilização destes materiais foi sentida especialmente nas primeiras aulas em que estes foram utilizados. Uma descrição mais detalhada destas actividades será desenvolvida posteriormente uma vez que o estudo deste tema, recorrendo à utilização da robótica, é o foco deste trabalho.

Neste tema foi ainda utilizado o *software Cinderella* para a obtenção de expressões das cónicas que melhor se ajustavam a imagens reais. Com esses exemplos pretendia-se que os alunos compreendessem que é possível modelar situações reais.

Para estudar as transformações simples de funções recorreremos ao *software Geogebra*. Foi possível, através da visualização, formular generalizações a partir de exemplos concretos.

1.2.4. Estatística

O período de estágio terminou com a introdução deste último tema. Pretendia-se que os alunos identificassem situações da vida quotidiana ou das ciências onde a Estatística é utilizada habitualmente. Além disso, foram revistos e ampliados conceitos já estudados em anos anteriores. Os alunos resolveram uma ficha de trabalho e recorremos ao *software Notebook* do quadro interactivo para dinamizar estas aulas.

1.3. As tecnologias e os recursos utilizados no Ensino.

Foi comum ao longo de todos os temas o recurso à tecnologia. As suas vantagens são largamente reconhecidas e acreditamos que “além de ferramenta, são fonte de actividade, de investigação e de aprendizagem” (ME, 2001, p.10). Tomamos em linha de conta que “o computador, pelas suas potencialidades, nomeadamente nos domínios da Geometria dinâmica (...) permite actividades não só de exploração e pesquisa como de recuperação e desenvolvimento, pelo que constitui um valioso apoio a estudantes e professores, devendo a sua utilização considerar-se obrigatória neste programa” (idem, p.16).

Desta forma, nas nossas aulas consideramos pertinente a utilização de:

- programas de Geometria dinâmica *Geogebra* e *Cinderella*;
- *softwares Notebook* e *TI-SmartView* no quadro interactivo;
- robots.

As tarefas com recurso a tecnologia foram recebidas pelos alunos com entusiasmo e concluímos que facilitamos o processo ensino-aprendizagem ao recorrermos a estas ferramentas.

A diversificação de materiais deve ser tida em conta. Dessa forma recorremos a materiais manipuláveis, como os modelos de sólidos e polidrons, sempre que consideramos conveniente.

A natureza das tarefas assumiu também grande importância, procurando-se que com estas os alunos assumissem um papel activo na construção do seu conhecimento.

1.4. Avaliação

Avaliar será sempre um processo com alguma subjectividade. Como tal, esta subjectividade poderá ser diminuída recorrendo a diferentes meios de recolha de informação, de modo a que tenhamos dados adequados. Estamos convencidos de que “aquilo que se avalia pode influenciar fortemente o que se ensina aos alunos” (NCTM, 2001, p.226) e que “a avaliação não deve basear-se num único instrumento ou numa única técnica” (idem, p.229).

Alguns instrumentos como as apresentações orais e os relatórios têm vindo a aumentar presentemente nas aulas de Matemática e as suas potencialidades são largamente reconhecidas. Ao longo do ano, a avaliação foi feita de forma diversificada, usando grelhas de observação, trabalhos de grupo, relatórios, apresentações orais, testes de avaliação e dois testes intermédios de âmbito Nacional.

2. A robótica no Ensino

No Portal da Educação (<http://www.min-edu.pt/np3/385.html>), da responsabilidade do Ministério da Educação pode ler-se que o regime de habilitação profissional para a docência, publicado no *Diário da República*, configura-se a partir de um conjunto de princípios fundamentais, a saber: a valorização da componente do conhecimento disciplinar, da componente de prática profissional e de uma prática de ensino fundamentada na investigação. Dada a sua relevância, destacamos aqui o terceiro princípio:

“O terceiro princípio – valorização da prática de ensino fundamentada na investigação – implica o desenvolvimento de metodologias de aprendizagem activa por parte dos docentes que lhes permitam actualizar constantemente os seus conhecimentos, de modo a darem resposta a uma sociedade em constante evolução.”

Para que se verifiquem estes princípios, em especial o terceiro, aliamos o nosso interesse pela Robótica Educacional e procedemos a uma pesquisa bibliográfica sobre esta temática.

2.1. A Robótica Educacional

Dois alunos estão sentados no chão da sala. À sua volta está uma montanha de peças de LEGO com as quais estão a construir um carro robótico. Noutra parte da sala, outros alunos estão a fazer ‘upload’ de fotografias digitais para um jornal comunitário. Noutra canto, alguns alunos brincam com jogos de vídeo que eles próprios programaram.

Esta pequena descrição foi retirada de um artigo de Ricciardi (2006) que descreve um projecto-piloto coordenado por Seymour Papert, projecto este desenvolvido num centro de detenção de jovens. Aqui, foram banidas os tradicionais currículos escolares,

as fronteiras e as divisões. Aqui, a aprendizagem percorre suavemente de uma área tradicional de matérias para outra.

D'Abreu (2008) postula que a escola (a brasileira pela sua experiência pessoal mas que pensamos poder ser generalizado para a portuguesa) precisa de uma melhoria qualitativa de modo a proporcionar ao aluno, o cidadão do futuro, uma educação condizente com as inovações tecnológicas. O autor propõe, assim, uma mudança de paradigma e defende que “uma forma de contribuirmos com essa mudança de paradigma tem sido o desenvolvimento de pesquisas em Robótica Pedagógica, envolvendo o uso de tecnologias de ponta da área de informática aplicada à educação, para enriquecer o ambiente de ensino-aprendizagem, num contexto onde também se privilegia o fazer como forma de aprender” (idem, p.1). Assim, é essencial que os professores adquiram mais competências para aplicar e integrar as novas tecnologias, não só ao nível do ensino da Matemática e das Ciências, mas também ao nível de objectivos maiores como são o de ajudar crianças a aprender e a se desenvolver social, emocional e intelectualmente (Bers, New & Boudreau, 2004). Neste contexto, tanto Oldham & Butler (2006) como Butler & Oldham (2007) fazem referência às suas experiências com a formação de professores em novas tecnologias, nomeadamente, robótica, de modo a alcançar os objectivos acima descritos.

Mas robótica educacional implica, necessariamente, robots. E o que são estes artefactos? De acordo com Silva (2007) e segundo o *Robot Institute of America*, “um robot é um manipulador reprogramável e multifuncional, projectado para mover materiais, objectos, ferramentas ou aparelhos específicos através de vários movimentos programados com vista à realização de tarefas variadas” (p.6). Há ainda que clarificar dúvidas que existem quanto à essência dos robots. Como referiu Silva (2007) “era frequente pensar-se que um robot é um aparelho telecomandado. No entanto, essa ideia não corresponde à verdade. O robot é previamente programado e executa (de forma autónoma), posteriormente, a tarefa ou movimento para que foi programado, ou seja, o momento da ordem e o momento da execução não são simultâneos, enquanto que para um aparelho telecomandado são simultâneos de facto” (p.6).

A robótica pedagógica, robótica educacional ou robótica educativa consiste basicamente na aprendizagem por meio da montagem de sistemas constituídos por robots. Esses dispositivos autômatos passam a ser, na verdade, artefactos cognitivos que os alunos utilizam para explorar e expressar as suas próprias ideias (Miranda & Suanno, 2009). A robótica educacional é uma prática envolvendo hardware e software, onde a lógica é inerente na montagem e programação dos robots, envolvendo normalmente problemas do mundo real que estimulam o aprendizado de conceitos intuitivos (Vahldick et col., 2009). Já Silva, Agaé & Gonçalves (2008) postulam que na educação, a robótica pode ser vista como o emprego da robótica industrial, onde encontraremos a utilização de conceitos básicos de mecânica, cinemática, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial num ambiente de aprendizagem. Estes autores reforçam o potencial da robótica defendendo que as actividades de construção e controle de dispositivos devem propiciar o manuseio e a construção de novos conceitos (idem).

As actividades que têm por base “*fazer para aprender*” têm vindo a invadir o ensino e tido um impacto muito positivo nos alunos envolvidos. Provavelmente, por essa razão, cada vez mais professores optam por implementar actividades nas suas aulas baseadas nesta filosofia. O conceito *hands-on* faz cada vez mais parte do vocabulário da educação. Actualmente, é facilmente aceite a ideia de que as actividades *hands-on* são fundamentais para a aprendizagem. A Robótica Educativa constitui-se, sem sombra de dúvida, como uma ferramenta educativa *hands-on*. De facto, a construção de robots e os concursos de robótica são actividades desafiadoras que os estudantes encaram de um modo muito responsável e empenhado (Costa & Fernandes, 2004 citado por Silva, 2007).

Torna-se incontornável, pela revisão bibliográfica, que a robótica tem tomado um papel cada vez mais activo e sustentado no processo educativo (Johnson, 2003), sendo já considerado uma ferramenta pedagógica de muita utilidade (Ribeiro, Coutinho & Costa, 2009; Ribeiro, Coutinho, Costa & Machado, 2009; Ribeiro, Coutinho, & Costa,

2008) e uma tecnologia poderosa que combina a construção e a programação (Frangou e col., 2008).

Mas interrogamo-nos sobre que vantagens trarão a robótica e os robots para a sala de aula?

É evidente pela produção literária disponível que o interesse pela robótica, como ferramenta educativa, tem aumentando ao longo dos anos. Muitos são os que reclamam “benefícios para esta ferramenta (...) e potencialidades diversas, salientando que constitui uma tremenda fonte de energia que pode ser usada para motivar a aprendizagem de alunos e crianças” (Ribeiro, Coutinho & Costa, 2009, p. 180). Silva, Agaé & Gonçalves (2008) insistem no facto de o trabalho com a robótica, no âmbito educacional, estimular a curiosidade, entusiasma o aluno, melhora a concentração, o orgulho e o prazer na realização das actividades. Continuam dizendo que a robótica possui metodologias específicas, as quais possibilitam o relacionamento com conteúdos curriculares, como os de Matemática, Artes, Física, Ciências, dentre outros. Por sua vez, Miranda & Suanno (2009) encontram na robótica aplicada à educação, um novo foco atencional, onde o importante é o processo, o desenrolar dos trabalhos e não o resultado por si só. Para estes autores “é imprescindível explorar todas as possibilidades, buscando o aprendizado por meio da reflexão individual e da interacção em grupo (aluno-aluno, aluno-professor, aluno-robot, professor-robot) e em seguida propondo alternativas para a solução de situações problemas por meio do aprimoramento de montagens, ideias e abordagens. A robótica pedagógica permite interagir com o concreto (robot) e o abstracto (programa) em um mesmo projecto, proporcionando a oportunidade de o aluno observar a acção (movimento do robot) de seu raciocínio executado em um artefacto físico” (idem, p. 8075).

Estaremos perante um meio que complementa as ideias já aqui avançadas de Papert, propondo situações de aprendizagem onde o aluno constrói o seu conhecimento por uso do intermédio do computador/robot (D’Abreu, 2008). Ou seja, e de acordo com Chambers & Carbonaro (2003), numa filosofia construcionista da aprendizagem, tanto professores como alunos são introduzidos a diferentes perspectivas de ensino com tecnologias, imersos naquilo a que Papert definiu como sendo um *ambiente construcionista*. A utilidade e a pertinência da robótica enquanto meio auxiliar do

processo de ensino-aprendizagem é também sustentada na hipótese de que “grande parte dos conteúdos formais são aprendidos sem a construção do significado que a eles corresponde provocando um formalismo que dificulta as condições de aprendizagem” (Bustamante, 2003, p. 198), constituindo um forte aliado na aquisição do conhecimento (Filho & Freire, 2009), para além de ampliar significativamente a gama de actividades que podem ser desenvolvidas ao mesmo tempo que promove a integração entre diferentes áreas de conhecimento (Pio, Castro & Castro Júnior, 2006). Por outro lado, recorrendo à robótica pode ainda ser observado a relação entre o fazer e o compreender, entre o concreto e o abstracto, permitindo, assim, “que o professor explore situações de aprendizagem em que o conteúdo teórico possa ser concretizado na prática” (Bustamante, 2003, p. 199).

Segundo Santos, Fermé & Fernandes (2007a; 2007b), debruçando sobre o ensino da informática, os métodos tradicionais enfatizam conceitos e procedimentos abstractos, o que faz com que os alunos frequentemente não consigam extrapolar os seus conhecimentos. Estes mesmos autores são da opinião que a utilização educativa da robótica pode superar tal dificuldade, pelo facto do uso de robots poder motivar e tornar os conteúdos mais pertinentes para os estudantes (idem, 2007b). Esta mesma visão é tida por Onslow (1991) face à realidade do ensino da Matemática. Este autor defende que é crucial que se faça o *link*, sempre que possível, entre o simbolismo da Matemática abstracta com representações do mundo quotidiano. O mesmo autor interroga-se sobre *que parte da população já desenvolveu esta representação?*

Para Silva (2007 citando Beer et al., 1999; Hirst et al., 2002) a robótica tem uma forte componente motivacional, onde os alunos manifestam grande entusiasmo, interesse e empenho quando desenvolvem actividades envolvendo robots. Esta adjectivação é confirmada por outros autores. Há quem diga, pela sua própria experiência, que o trabalho com robots e crianças cria um ambiente eléctrico havendo ganhos evidentes para as crianças (Ribeiro, Coutinho & Costa, 2009).

Silva (2007) afirma que “sendo reconhecida como um aspecto fundamental para a maioria das teorias de aprendizagem, nomeadamente as de cariz construtivista, a motivação surge como uma das grandes potencialidades da Robótica Educativa” (p. 7).

Para além disso, o mesmo autor conclui que “o facto de se depararem constantemente com obstáculos, faz com que os alunos desenvolvam mecanismos de resolução de problemas bem como outros parâmetros da maior importância: criatividade, persistência, rigor, imaginação, raciocínio lógico e capacidade de abstracção” (idem, p. 7), igualmente promove o trabalho em grupo e, dessa forma, desenvolver a capacidade de entajuda, de relação interpessoal e de comunicação (Cardoso & Santos, 2008).

2.2. Mais-valias da utilização dos Robots

Antes de mais, há que referir que qualquer mudança implicará, necessariamente, resistências. O terreno do ensino não será excepção, logo, a introdução da robótica não fugirá à regra. Ribeiro (2009) enfatiza que muitas desculpas serão ouvidas, sendo recorrentes para muitos professores, tais como “*não é a minha área de conhecimento*” ou “*não há orçamento para tal*”.

Diversos estudos empíricos descrevem a utilização da robótica em actividades extracurriculares, desenvolvendo com crianças a participação, por exemplo, em competições de robótica em diferentes áreas, tais como a dança e o futebol (Petre & Price, 2004).

Porém, já muitos projectos foram implementados nos diferentes graus de ensino, recorrendo à robótica como mediadora da aprendizagem e do ensino. Costas & Fernandes (2004 citado por Silva, 2007) fazem referência aos Clubes de Robótica na escola para posterior entrada em concursos nacionais e internacionais.

Ao nível do ensino pré-escolar Cejka, Rogers & Portsmore (2006) fazem referência à introdução à robótica como promotora da literacia científica nos graus de ensino seguintes.

A robótica educacional também tem sido utilizada com crianças do 1º ciclo do ensino básico interdisciplinar (Michele, Demo & Siega, 2008; Vahldick et col., 2009) ou no contexto específico da dramatização de contos de fada (Ribeiro, Coutinho & Costa, 2009; Ribeiro, Coutinho, Costa & Machado, 2009; Ribeiro, Coutinho & Costa, 2008) como forma de promover a literacia digital e fomentar a utilização de tecnologias no ensino básico.

Pio, Castro & Castro Júnior (2006) fazem referência à utilização da robótica, ao nível do ensino superior, no apoio às ciências da computação. Já Sklar, Parsons & Azhar (2007), também no ensino superior, concluíram que os alunos avaliaram as actividades de robótica como sendo agradáveis e motivantes.

Ao nível do ensino com currículos alternativos, a robótica educacional também mereceu atenção. Ribeiro, Machado, Costa & Pereira-Coutinho (2009) recorreram à robótica de modo a promover a motivação de alunos em cursos CEF's. Silva (2007), também junto do mesmo tipo de aluno, no ensino de física, conclui que o uso dos robots Lego Mindstorms teve um impacto muito positivo nos alunos, ao ponto dos próprios afirmarem que “contribuiu, de forma determinante, para despertar o entusiasmo e interesse” (p. 52), para além de lhe atribuírem um papel importante no esclarecimento dos conceitos físicos abordados. Nas conclusões do seu estudo, este autor é incisivo no potencial da robótica na sala de aula ao afirmar que “nas aulas em que decorreram actividades experimentais com recurso ao Mindstorms (...) foram registadas melhorias significativas a nível de motivação desses alunos, que se reflectiu no seu interesse/empenho, comportamento e participação, principalmente dos alunos mais indisciplinados e com maior dificuldade de concentração” (idem, p. 52), sendo para o investigador uma mais-valia para o ensino da física.

Costa & Fernandes (2004 e 2005 citado por Silva, 2007) ressaltam, nas suas investigações, a autoconfiança e responsabilidade demonstrada pelos alunos envolvidos, bem como a excelente postura demonstrada pelos mesmos perante a Ciência e a Tecnologia.

Também Teixeira (2006 citado por Silva, 2007) regista aspectos positivos pela introdução da robótica na sala de aula, desde logo, ao nível do interesse e atractividade do trabalho desenvolvido pelos alunos, mas também no que respeita à ligação da Física a esse trabalho e à resolução de problemas associados à tecnologia.

Já Atmatzidou, Markelis & Demetriadis (2008) são da opinião que a utilização dos robots Lego facilitou aos alunos a aprendizagem de conceitos de programação, que estes conceitos adquiriram significado devido ao *feed-back* aquando da implementação dos programas, manteve a motivação e o interesse dos alunos e, tornou-as mais criativas ao perceberem a programação como uma actividade entretida.

Numa experiência com crianças, provenientes de vários contextos sociais e educacionais, após a construção dos seus robots em grupo e apoiadas por um professor, os alunos consideraram a robótica estimulante e motivante, e que o interesse neles despertado os levou, inconscientemente, a aprender programação e princípios básicos de engenharia, princípios estes inicialmente consideradas difíceis e inacessíveis pelas próprias (Petre & Price, 2004; conferir também Silva, 2007).

Num estudo para averiguar a capacidade do uso dos robots LEGO em estimular a competência dos alunos em resolver problemas lógicos, Lindh & Holgersson (2007) concluíram que as vantagens são evidentes, porém, não sendo transversais a todos os alunos mas sim a certos sub-grupos, devido aos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos. Por isso, afirmam que o papel do professor torna-se fundamental como mediador dos *skills* e do conhecimento.

Petre & Price (2004) são da opinião de que as crianças consideram a robótica estimulante e motivante, devido ao facto da sua atenção estar focado *no 'fazer com que o robot faça aquilo que eu quero que ele faça'*.

2.3. LEGO Mindstorms.

A pesquisa bibliográfica demonstra que um dos equipamentos robóticos mais utilizados ao nível do ensino é o *LEGO Mindstorms*. Para além deste equipamento outros sistemas robóticas low-cost também estão disponíveis no mercado para o ensino, tais como o *MIT Handyboards*, o *Rug Warrior*, entre outros (Goldweber, Congdon, Fagin, Hwang e Klassner, 2001). Em concreto, o LEGO Mindstorms é um conjunto de robótica, voltado para a educação, que permite ao utilizador criar as suas invenções usando as peças LEGO que incluem os blocos de montar, engrenagens, motores, sensores, e a interface RCX™. O RCX é um microprocessador que actua como cérebro do robot. A programação do robot é feita nos computadores usando o programa RCX. O microprocessador RCX em formato de tijolo LEGO é o cérebro das produções. Ele recebe programas do RCX Code (Software do MindStorms). O RCX executa os programas quando activado. Até 3 dispositivos de entradas (*Input sensors*) podem ser ligados ao RCX para reagir ao ambiente, para, em seguida, activar as 3 saídas (*output*

devices) que podem ser ligadas a motores, lâmpadas, buzinas, etc., (Pio, Castro e Castro Júnior, 2006; ver também Lego Groups, 2009 e Fermé e Gaspar, 2007).

Talvez a forma mais simples de descrever estes robots LEGO Mindstorms seja recorrer às palavras encontradas num artigo jornalístico de Paulo Nascimento (Revista Ensino Unicamp Maio 2001, p. 13) ao se referir a

“pequenos veículos construídos com peças do jogo Lego, de dimensões próximas à de uma caixa de sapatos, movem-se sozinhos em diferentes direcções no chão de uma sala de aula (...) dotados de rodas, garras e guindastes, desviam-se de paredes e de outros obstáculos, e executam tarefas como pegar em objectos e transportá-los de um local para outro. O que parece brincadeira de criança é, de facto, o exercício académico da aplicação de sofisticados conceitos de inteligência artificial para a operação de robots autónomos”.

O uso dos robots Lego Mindstorms tem sido recorrente, por exemplo, para a introdução de novos alunos à programação em informática (Atmatzidou, Markelis & Demetriadis, 2008). Estes mesmos autores afirmam que a filosofia do design do equipamento educacional da LEGO está baseado no conceito de que as crianças não só deverão construir o seu próprio conhecimento mas também que a aprendizagem é alcançada através da brincadeira. Estamos claramente no campo do construcionismo. Como é referido pelos autores acima citados, os Lego Mindstorms projecta-nos para o terreno do *edutainment*, isto é, o “*edutenimento*”, numa possível tradução, cujo conceito geral será o do jogo que tenha um papel educacional (idem). Este termo não é universalmente aceite sendo preterido, por vezes, pelo termo *aprendizagem-divertida* (Resnick, 2004). Porém, quem o acolhe postula que o seu objectivo será o de tornar a educação numa actividade divertida visto que reconhecido que “a aprendizagem é mais facilmente, mais substancialmente e mais rapidamente alcançada quando combinada com o jogo/brincadeira” (Atmatzidou, Markelis & Demetriadis, 2008, p. 24). Seja lá qual o conceito adoptado, o importante no que diz respeito às vantagens dos robots

Lego Mindstorms, de acordo com Resnick (2004), será aquilo que o aluno *faz* (brincar e aprender) e não aquilo que lhe é *dado ou proporcionado por outros* (entretenimento e educação).

2.4. E na sala de aula de Matemática?

Com base na sua experiência com professores no ensino da Matemática, tornou-se evidente para Onslow (1991) que poucos docentes são capazes de proporcionar aos seus alunos exemplos do *mundo real* para muitas das abstracções rudimentares matemáticas. Como tal, não seria uma surpresa para o autor, que na sala de aula, os alunos tivessem as mesmas dificuldades, ao tentar relacionar o simbolismo com a realidade. Aliás, a singularidade dos objectivos do ensino da Matemática, tal como o vemos hoje em dia, já a encontramos no início da década de 90, precisamente ao lermos o título do artigo do autor acima referido (Onslow, 1991): *Linking reality and symbolism: a primary function of mathematics education. For the learning of mathematics*. Efectivamente, reside aqui o cerne da questão, para nós, quanto à utilidade das TIC no ensino, no geral, e em particular o uso da robótica como meio mediador. Teremos de concretizar o simbolismo abstracto. Será esta alteração, já aqui descrita como sendo paradigmática, aquela que nos permitirá mudar a visão projectada por Sidericoudes (s.d.) onde o ensino da Matemática “mostra-nos que está basicamente pautada na abordagem educacional que privilegia a transmissão de conhecimentos” (p. 1), onde “uma aula de Matemática é a exposição de um acúmulo de fórmulas e algoritmos e aplicação de regras. As aulas são dominadas pela instrução e não pela construção” (idem). Assim sendo, a dificuldade de muitos alunos é inevitável. A mesma autora cita Papert para concluir que estes alunos não conseguem perceber para que serve o que aprenderam e cada vez mais o ensino se distancia da realidade, desenvolvendo uma fobia pela Matemática.

Já no início do século, regista-se a utilização de robots como metáfora para auxiliar os alunos a compreender a resolução de problemas, os processos algorítmicos e a resolução entre agentes computacionais e algorítmicos, não sendo, por isso, algo assim tão novo (Goldweber e col., 2001). Para combater o rápido declínio de alunos inscritos

nas áreas das tecnologias do ensino secundário, com destaque para a Matemática, e consequente diminuição de alunos matriculados em áreas afins no ensino superior, Chiou (2004) descreve a utilidade dos robots LEGO como ferramenta educativa.

Diversos exemplos podem ser encontrados na bibliografia sobre a aplicação prática da robótica enquanto meio auxiliar do ensino-aprendizagem do currículo da Matemática. Por exemplo, Ke & Grabowski (2007) ao utilizarem jogos de computadores concluíram que estes meios quando combinados com a aprendizagem cooperante (pequenos grupos de alunos que trabalham em conjunto para maximizar a aprendizagem de cada qual) proporcionou, efectivamente, melhorias na aprendizagem da Matemática.

Fortes (2007) recorreu à robótica LEGO para investigar o impacto desta ferramenta nas estratégias e representações utilizadas por alunos do 8º ano na interpretação de gráficos apresentando relações entre distância, tempo e velocidade, tendo por base a referência construcionista de Seymour Papert. Neste estudo, o autor identificou que as dificuldades envolvidas na interpretação de gráficos apontados em outras referências também emergem quando os alunos interagem em ambiente robótico. Porém, conclui de seguida que o trabalhar com os robots proporcionou oportunidades para que o mesmo aluno pudesse criar conexões entre diversas representações. Em particular, destaca o facto da superação de certas dificuldades ocorreu após a construção de um radar para medir a velocidade.

Sidericoudes (s.d.) entre os seus trabalhos, destaca o potencial das TIC como instrumento pedagógico, nomeadamente, no desenvolvimento e aquisição de conceitos matemáticos, tais como os da trigonometria. O autor afirma que “a proposta tinha como objectivo reavivar o interesse do aluno pela Matemática e em especial pela Trigonometria. Mais ainda: criar um ambiente, onde ele, aluno, pudesse criar seu objecto de trabalho, manuseá-lo e compreender de fato os conceitos matemáticos que por ventura surgissem, isto é, *‘fazer Matemática’*, ou melhor, *‘aprender Matemática, fazendo Matemática’*. A intenção era que o aluno construísse um objecto e através do seu manuseio compreendesse a Trigonometria do Triângulo Rectângulo e reconhecesse a sua aplicabilidade em situações do dia a dia” (idem, p. 2). Para o autor, o sucesso

desta experiência surgiu da possibilidade do aluno explorar o mesmo tópico em diferentes situações de aprendizagem, lidando com diferentes pontos de vista, com diferentes representações do conhecimento, sendo fundamental para que aprenda a relativizar e recontextualizar os conceitos envolvidos.

Oliveira (2007), decorrente do seu estudo sobre a utilidade dos robots enquanto elementos mediadores da aprendizagem da Matemática ao nível de alunos de 8º ano de escolaridade, conclui sobre a mais-valia deste instrumento pedagógico para o ensino-aprendizagem de funções com destaque para conceitos matemáticos como a proporcionalidade directa (conferir também Oliveira, Fernandes & Fermé 2008; Fernandes, Fermé & Oliveira, 2006, Fermé & Fernandes, 2007). Porém, Oliveira (2007) não descarta possíveis razões desta mais-valia afirmando que na verdade os robots incrementaram “a motivação, interesse, cooperação em grupo e envolvimento dos alunos nas tarefas propostas pareceram aumentar a sua predisposição para raciocinar matematicamente, isto é, para explorar situações problemáticas e pensar de maneira lógica” (p. 170-171).

Ainda segundo Oliveira (2007) “os dados parecem sugerir que os alunos tiveram uma evolução na adopção de estratégias adequadas à resolução de problemas e à tomada de decisões acerca dos procedimentos e resultados a apresentar” (p. 166). O autor refere ainda que os dados sugerem que, por parte dos alunos, há uma “predisposição para procurar entender a estrutura de um problema e a sua aptidão para desenvolver processos de resolução, de analisar os erros cometidos, de ensaiar estratégias alternativas e procurar novas soluções foi desenvolvido” (idem, p. 166). Neste sentido, o autor afirma que “os robots ajudaram os alunos a atribuir um novo significado ao conceito de proporcionalidade directa, anteriormente assimilado como dependendo única e exclusivamente dos quocientes entre as grandezas” (Oliveira, 2007, p.167; Oliveira, Fernandes & Fermé 2008). Esta experiência alcançou aquilo a que atrás referimos como sendo o *concretizar o abstracto*, visto que, os robots permitiram aos alunos associarem uma constante, como a proporcionalidade, a uma característica real e observável, neste caso à sua velocidade (idem). A finalizar, Oliveira (2007, p. 168) destaca que “a par da compreensão do conceito de função, há a destacar o desenvolvimento por parte dos alunos da sensibilidade para entender o uso de funções

como modelos matemáticos de situações do mundo real, em particular nos casos em que traduzem relações de proporcionalidade directa”.

3. Projecto de Estudo

Neste capítulo é definido o objectivo do estudo, as opções metodológicas, a descrição dos participantes, as tarefas desenvolvidas, os materiais utilizados e os procedimentos para a recolha dos dados, para além da análise e discussão destes.

3.1. Objectivo do estudo

O objectivo do nosso estudo desenvolvido durante o período de estágio consistia em observar a praticabilidade e a utilidade dos robots enquanto material e meio pedagógico no ensino da Matemática. Isto é, e de acordo com Oliveira (2007), propusemo-nos estudar a utilização de robots na sala de aula enquanto “elementos mediadores e potenciadores do processo de aprendizagem” (p.73). Decidimos que os robots seriam utilizados no Tema das Funções, por esse motivo, colocamos as seguintes questões orientadoras:

Como é que os alunos aprendem funções utilizando os robots?

Qual o papel dos robots na resolução de problemas matemáticos envolvendo funções?

3.1.1. As Funções

A noção de função, embora já conhecida de uma forma vaga na Antiguidade, só se transforma na palavra “função” no século XVII e foi introduzida por Leibniz.

Trata-se de um conceito complexo já introduzido no Ensino Básico e que é retomado no 3.º período do 10.º ano.

O Programa de Matemática para o 10.º ano refere que “os conhecimentos sobre funções, indispensáveis para a compreensão do mundo em que vivemos, vão ser ampliados com base no estudo analítico, numérico e gráfico devendo privilegiar o trabalho intuitivo com funções que relacionam variáveis da vida corrente” (ME, 2001, p. 16).

Segundo Ponte (1992) a Matemática escolar privilegiou a manipulação algébrica. No entanto, a capacidade de lidar com expressões algébricas não é suficiente para resolver problemas reais. O mesmo autor refere que as expressões analíticas continuam a ser importantes, mas mais importante será que os alunos percebam o significado dessas expressões em situações concretas.

As Normas para o currículo e avaliação em Matemática escolar dizem-nos que “ à medida que os alunos crescem, os esforços educativos podem virar-se para a construção de uma sólida compreensão das relações entre as tabelas de dados, os gráficos, a as expressões algébricas como formas de descrever funções e de resolver problemas” (NCTM, 1991, p.118).

Na verdade, não se pretende que o conceito de função seja fragmentado, os alunos deverão estabelecer conexões e conseguir passar sempre que possível de uma representação para outra.

3.2. Opções Metodológicas

A metodologia adoptada pode ser enquadrada naquilo definido como sendo a metodologia qualitativa e que assenta no paradigma naturalista da investigação (Teixeira, 1997). O paradigma naturalista propõe que a realidade é uma construção do sujeito/investigador, o que implica que analisá-la será analisá-la no seu todo. É holística (idem). Para este autor (Teixeira, 1997 ao citar Stecker e col., 1992) “a caracterização dos métodos avaliativos de natureza qualitativa (...) implica uma percepção indutiva onde a orientação da investigação visa a descoberta e o processo em si. A medição da realidade tende a ser subjectiva. Porém, a validade provém do próprio investigador, visto este ser o instrumento avaliativo” (p. 109).

A investigação qualitativa envolve a recolha de dados de natureza qualitativa, que incluem pormenores descritivos que visam a compreensão de comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação (Oliveira, 2007). Assim sendo, “a abordagem assume um forte cunho descritivo e interpretativo. Os dados e as provas não são recolhidos com o intuito de confirmar ou infirmar hipóteses determinadas à priori, pois as abstrações só são construídas à medida que se recolhem e agrupam os dados

particulares” (Bogdan & Biklen, 1994 citado por Oliveira, 2007, p. 75). Deste modo, o fundamental não é se os resultados podem ser generalizados mas sim a de que outros sujeitos e contextos a eles podem ser generalizados (idem).

O nosso propósito, não pretendendo generalizações, enquadra-se no conceito de estudo-de-caso. Yin (1994 citado por Teixeira, 1997) argumenta que é o objectivo do estudo que deve definir este parâmetro da generalização e não a quantificação dos casos. O autor conclui, assim, que o estudo-de-caso é aceite e é válido como método de investigação e de produção de informação científica desde que satisfaça os seus objectivos (idem, p. 113)

3.3. Participantes

A parte empírica deste estudo realizou-se no ano lectivo 2009/2010 numa escola básica e secundária do concelho do Funchal, na Região Autónoma da Madeira. Esta escola localiza-se na periferia do Funchal e a maioria dos alunos são provenientes do concelho onde se insere a escola.

As tarefas foram desenvolvidas em duas turmas do 10.º ano de escolaridade na disciplina de Matemática A, sendo estas nomeadas na escola como “Turma 10º 2” e “Turma 10º 3”, adiante designadas por Turma 2 e Turma 3.

A Turma 3 era composta por dois grupos de alunos, a saber, alunos do Curso de Artes Visuais e alunos do Curso de Ciências e Tecnologias. Os alunos que participaram neste projecto eram alunos do Curso de Ciências e Tecnologias. Este grupo era composto por oito alunos, sendo sete do sexo masculino e um do sexo feminino. A média de idades é de 16 anos. Dois destes alunos estavam a repetir o 10.º ano e apenas dois nunca tinham reprovado qualquer ano. Em relação à disciplina de Matemática, grande parte dos alunos diz que a mesma está entre as suas disciplinas preferidas. A maioria dos alunos desta turma pretendem ingressar no ensino superior. Relativamente às habilitações literárias dos pais, estas variam entre o 3.º ano do ensino básico e a licenciatura. Apenas três progenitores possuem curso superior.

A Turma 2 é do Curso de Ciências e Tecnologias e é constituída por 13 alunos, sendo oito do sexo feminino e cinco do sexo masculino. A média de idades é de quinze anos. A maior parte dos alunos nunca sofreu qualquer retenção. A Matemática está entre as disciplinas favoritas para cerca de metade da turma. O objectivo escolar pretendido por quase todos os alunos é o ensino superior. Em relação às habilitações literárias dos seus progenitores, mais de metade são licenciados ou bacharéis.

Nas nossas duas turmas, todos os alunos possuem computador em casa com ligação à Internet.

3.4. Materiais utilizados

Na concretização das tarefas foram utilizados diferentes materiais: fitas métricas, régua, cartolinas, mapas, robots e computadores.

Os modelos robóticos e os respectivos softwares foram disponibilizados pelo projecto DROIDE do Departamento de Matemática e Engenharias da Universidade da Madeira. Os computadores faziam parte do Laboratório móvel da escola.

O modelo robótico utilizado foi o *Todo-o-Terreno* (Figura 1) e foi construído com o Kit de montagem de robots da série *Robotics Invention System™ 2.0* da *Legó Mindstorm*.

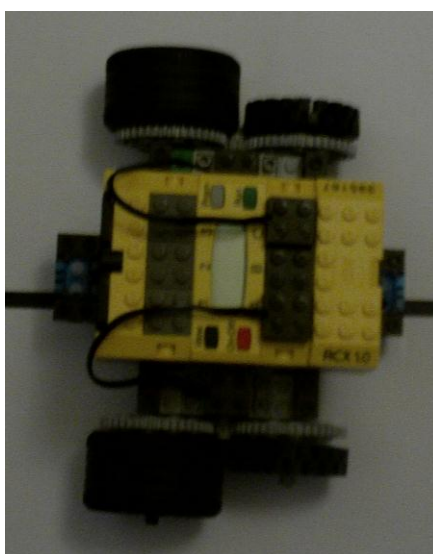


Figura 1. Robot LEGO Minstorm modelo “Todo-o-Terreno”.

Os Kits de montagem possuem 718 peças. A maior parte destas peças destina-se à montagem da estrutura do robot, na qual são instalados motores que permitem accionar as rodas. Existe um bloco designado *RCX- Robotic Command System* (Figura 2) que consiste num microcomputador programável.



Figura 2. RCX Robotic Command System

Os programas são construídos com o software da Robotic Invention System™ 2.0 (Figura 3) na linguagem de programação *RCX code*. Para a construção são usados blocos (comandos) semelhantes às peças de *Legó* que são encaixados pela ordem de execução pretendida.

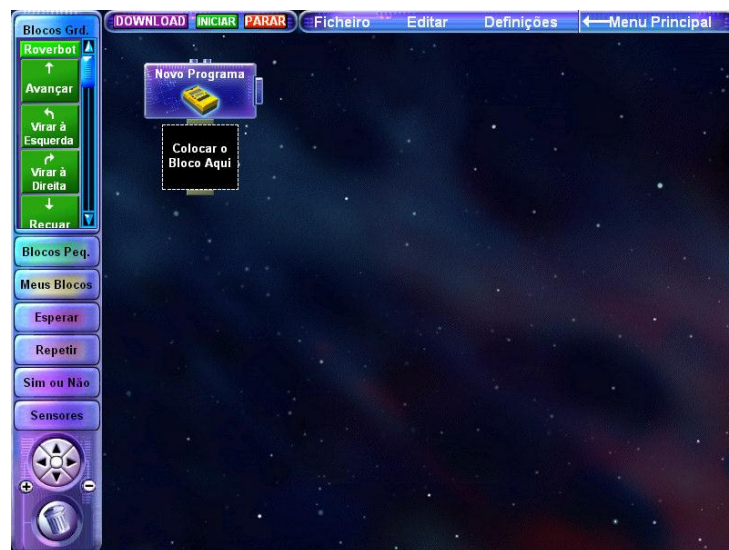


Figura 3. Ambiente de programação do *Robotic Invention System™*

O programa passa para o microcomputador através de uma torre de infra-vermelhos.



Figura 4. Equipamento LEGO Mindstorms, robot, ambiente de programação e torre de infra-vermelhos.

De acordo com as referências da própria LEGO e aquelas emitidas por diferentes investigadores que recorreram a este tipo de equipamento, a facilidade na aprendizagem deste sistema é uma grande vantagem para a sua utilização.

3.5. Tarefas

Foram elaboradas cinco tarefas a desenvolver pelos alunos. Cada grupo de alunos teria de realizar três destas.

3.5.1. Tarefa inicial - Viajando com robots na cidade do Funchal

Esta tarefa decorreu nos dias 12 e 26 de Março de 2010 na sala de sessões da Escola Básica e Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva. Esta actividade decorreu fora

do tempo lectivo e foi organizada juntando as Turma 2 e Turma 3, participando cada grupo numa única sessão. O objectivo desta tarefa foi dar a conhecer aos alunos os modelos de robótica, efectuar a sua montagem e iniciá-los na sua programação, de modo a tornar possível a sua utilização nas tarefas seguintes.

As sessões com a duração de três horas foram divididas em duas partes distintas. A primeira parte decorreu com a apresentação de um pequeno filme que evidenciava as potencialidades dos robots e com a sua montagem usando o Kit de montagem *Robotics Invention System 2.0*. Na segunda parte foi apresentado aos alunos o software da *Robotics Invention System 2.0* e a linguagem de programação *RCX code*. Finalmente seguiu-se a realização de três tarefas em grupo (anexo 5) que consistiam na programação dos robots para efectuarem três viagens diferentes. Para a realização destas tarefas construimos dois mapas com três percursos (Figura 5, Figura 6 e Figura 7) de certas zonas da cidade do Funchal, recorrendo a imagens do *Google Earth* e *Google Maps*. Esta opção por imagens reais visava a identificação dos alunos com o espaço e o trajecto que os robots iriam percorrer. As viagens sugeridas ou trajectos, assinaladas no mapa, foram organizadas por ordem crescente de complexidade. As tarefas consistiam em fazer o robot percorrer as linhas coloridas (trajectos) assinaladas no mapa.

No Mapa 1 (percurso vermelho – Figura. 5) pretendia-se que o robot contornasse o edificio do Dolce Vita, seguindo a linha vermelha de forma a completar o quadrado.

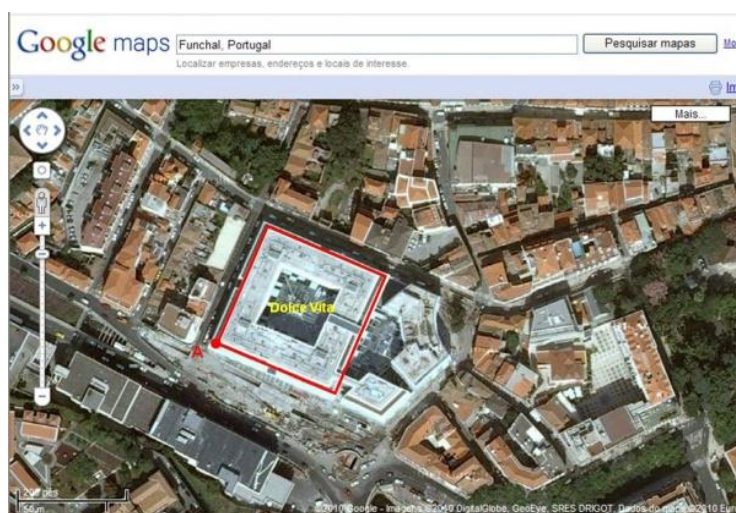


Figura 5. Mapa 1 – percurso vermelho

No Mapa 1 (percurso amarelo – Figura. 6) pretendia-se que o robot efectuasse um trajecto, contornando parte do edificio do Dolce Vita, seguindo a linha amarela.

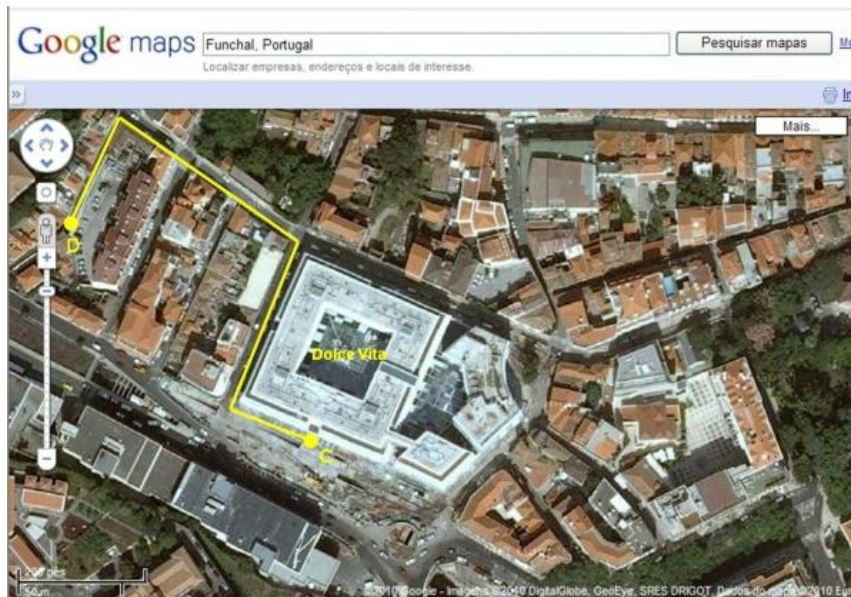


Figura 6. Mapa 1 – percurso amarelo

No Mapa 2 (Figura 7), o objectivo seria fazer com que o robot completasse uma circunferência à Rotunda do Infante.

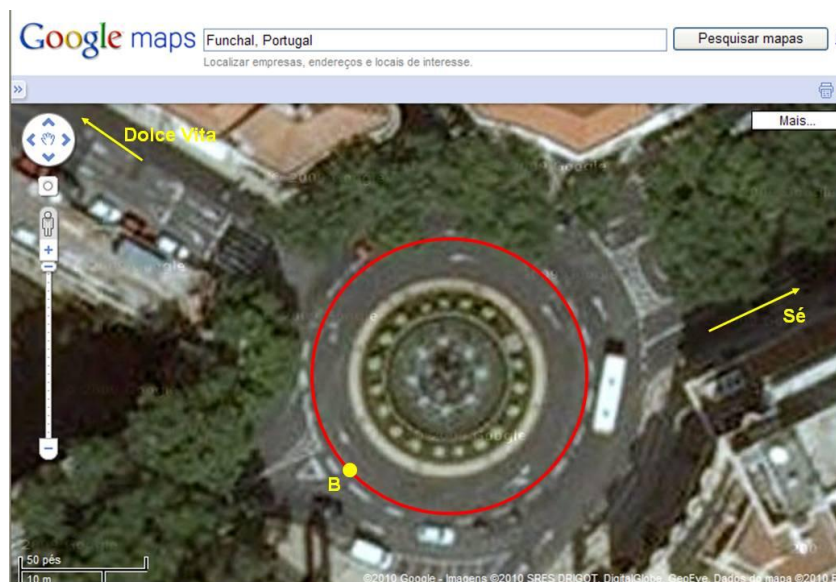


Figura 7. Mapa 2

3.5.2. Ficha de Trabalho 1 (Anexo 7)

Esta tarefa foi realizada no dia 10 de Maio de 2010 (Turma 2) e no dia 11 de Maio de 2010 (Turma 3), num bloco de 90 minutos.

Os alunos trabalharam em grupos de 4 elementos, onde cada qual disponha de um mapa de grandes dimensões (123,5cm x 87,5cm ver Fig. 8), fita métrica, régua graduada e dois robots.

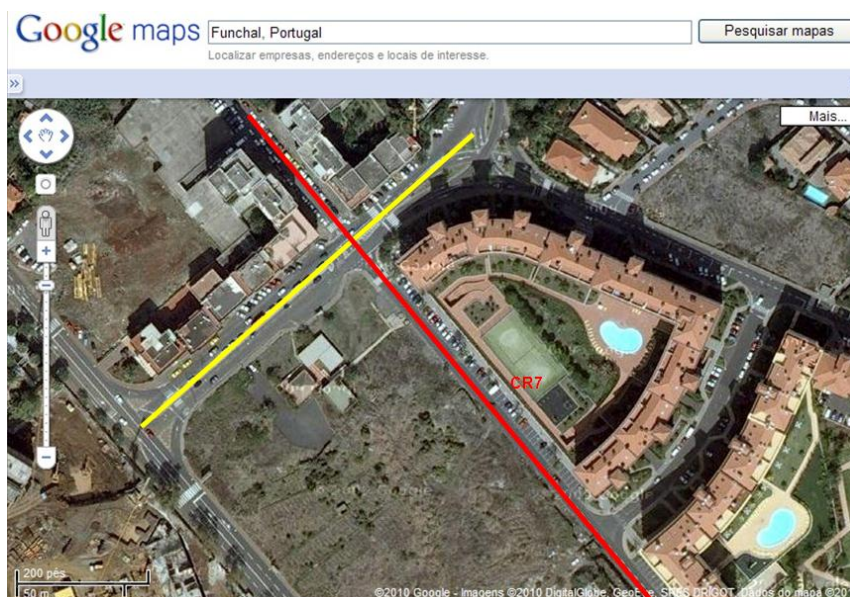


Figura 8. Mapa da Ficha de Trabalho 1

No mapa estava representado um cruzamento e assinalado o percurso que cada robot deveria percorrer. Pretendia-se observar e determinar a distância entre os dois robots ao longo do percurso.

Com esta proposta de trabalho pretendia-se que, na simulação de uma situação real, os alunos aplicassem os conhecimentos adquiridos sobre funções, nas aulas anteriores. Os alunos deveriam justificar que a correspondência era uma função e identificar o domínio, contradomínio, variável dependente e variável independente. Também esperávamos que os alunos pudessem reconhecer as diferentes formas de representação de uma função (tabela, gráfico e expressão analítica) e estabelecer as conexões entre elas. Além disso, também era pedido que descrevessem o comportamento da função e comentassem a existência de extremos.

Finalmente, esta tarefa possibilitaria aos alunos contactar com uma função que não era polinomial, pois tratava-se de uma função irracional.

Foi pedida a elaboração de um relatório de toda a actividade desenvolvida que funcionou como elemento de avaliação escrita.

3.5.3. Tarefa 1/Tarefa 2/Tarefa 3

Estas tarefas foram realizadas no dia 14 de Maio de 2010 (Turma 2) e no dia 18 de Maio de 2010 (Turma 3).

A apresentação das tarefas pelos alunos (exposição oral) foi realizada nos dias 17 e 20 de Maio de 2010 (Turma 2) e no dia 20 de Maio de 2010 (Turma 3).

As três tarefas foram feitas em grupo e distribuídas aleatoriamente tendo em consideração que a Tarefa 1 seria realizada pelo grupo com maior número de elementos.

Estas tarefas foram realizadas em duas partes, sendo que na primeira os alunos responderam às questões colocadas e na segunda apresentaram aos colegas uma possível proposta de resolução da sua actividade. Inicialmente estava previsto um bloco de 90 minutos para a primeira parte e um bloco de 90 minutos para a segunda parte. Porém, não foi possível, na Turma 2, cumprir este planeamento, tendo sido necessários 45 minutos adicionais para a conclusão da apresentação.

Com estas propostas de trabalho desejava-se proporcionar aos alunos o contacto com as diferentes formas de representar uma função. Na simulação de situações reais pretendia-se que fossem descobertas e manipuladas as expressões algébricas e compreendido o seu significado. A utilização dos robots deveria facilitar a compreensão, em cada tarefa, da mudança de posição de um ponto associada ao movimento do robot. O recurso a medições e à calculadora gráfica deveria apelar ao sentido crítico, nomeadamente, pelo confronto de diferentes resultados, uns obtidos experimentalmente e outros obtidos pela utilização da expressão algébrica. O estabelecimento da relação entre as funções e a geometria foi outro dos nossos objectivos.

3.5.3.1. Tarefa 1 (Anexo 8)

O grupo disponha de uma cartolina com $124\text{cm} \times 87,5\text{cm}$ criada para o efeito (Figura 9), fita métrica, régua graduada e um robot.

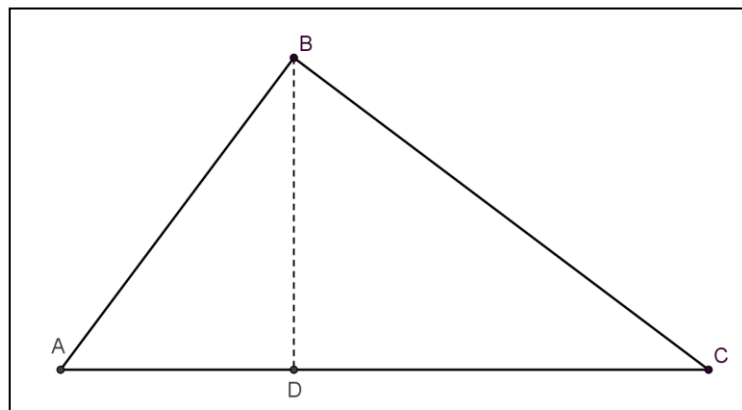


Figura 9. Cartolina da Tarefa 1

Os alunos deviam programar o robot para se deslocar sobre AD , sendo P a posição do robot em cada momento e x a distância do ponto A ao ponto P . Foi sugerido que desenhassem o rectângulo $PQRS$ de acordo com a distância percorrida pelo robot em cada momento e obedecendo às condições do enunciado. O domínio e contradomínio foram conceitos já focados na tarefa anterior e pretendíamos que fossem aplicados nesta tarefa. Foi pedido o preenchimento de tabelas com a distância percorrida x , as medidas dos lados do rectângulo obtido e a área e o perímetro deste. Para tal, os alunos utilizariam a régua ou a fita métrica. Seguidamente os alunos deveriam obter as expressões analíticas das funções que davam a área e o perímetro do rectângulo em cada momento. Com a comparação entre os valores obtidos experimentalmente e os valores obtidos usando a expressão analítica e a calculadora pretendia-se permitir que os grupos percebessem que a expressão analítica daria valores muito próximos dos valores encontrados experimentalmente e tornar real a correspondência entre esses valores. Noutra das alíneas foram pedidas as dimensões do rectângulo de maior área, não tendo sido sugerido qualquer método para a sua resolução, deixando que cada grupo escolhesse o método que achasse mais conveniente. Finalmente, era pedido a representação gráfica da função perímetro. Desta forma, desejávamos tornar possível perceber a vantagem da sua utilização para facilitar a visualização do comportamento da função.

3.5.3.2. Tarefa 2 (Anexo 9)

O grupo disponha de uma cartolina com $117\text{cm} \times 123\text{cm}$ criada para o efeito (Figura 10), fita métrica, régua graduada e um robot.

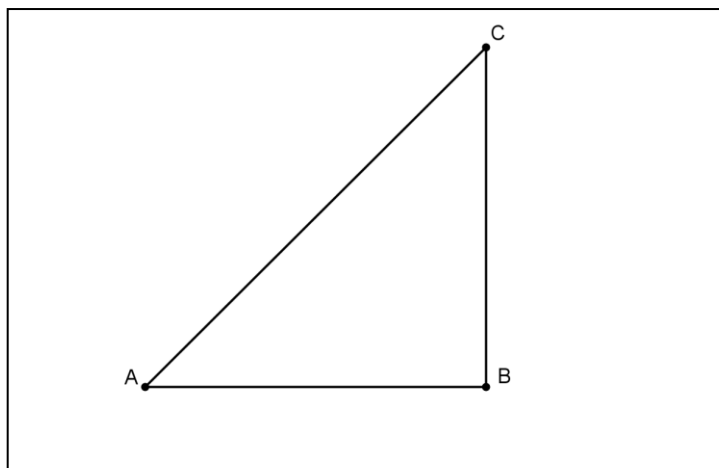


Figura 10. Cartolina da Tarefa 2

Os alunos deviam programar o robot para se deslocar sobre o lado CB , sendo P a posição do robot em cada momento e x a distância do ponto C ao ponto P . Foi sugerido que desenhassem o triângulo PQB de acordo com a distância percorrida pelo robot em cada momento e obedecendo às condições do enunciado. Foi pedido o preenchimento de uma tabela com a distância percorrida x , as medidas dos lados do triângulo obtido e a sua área. Para tal, os alunos deveriam utilizar a régua ou a fita métrica. O domínio foi um conceito já focado na tarefa inicial e pretendíamos que fosse revisto e aplicado. Seguidamente os alunos deveriam obter a expressão analítica da função que dava a área do triângulo.

Com a comparação entre os valores obtidos experimentalmente e os valores obtidos usando a expressão analítica e a calculadora mantinhamos o mesmo objectivo que na tarefa anterior. Foram pedidos o máximo da função área e os valores de x para os quais a área do triângulo seria inferior a um determinado valor, não sendo dada qualquer sugestão quanto ao método a utilizar na sua resolução.

3.5.3.3. Tarefa 3 (Anexo 10)

O grupo disponha de uma cartolina com $158,5\text{cm} \times 117\text{cm}$ criada para o efeito (Figura 11), fita métrica, régua graduada e dois robots.

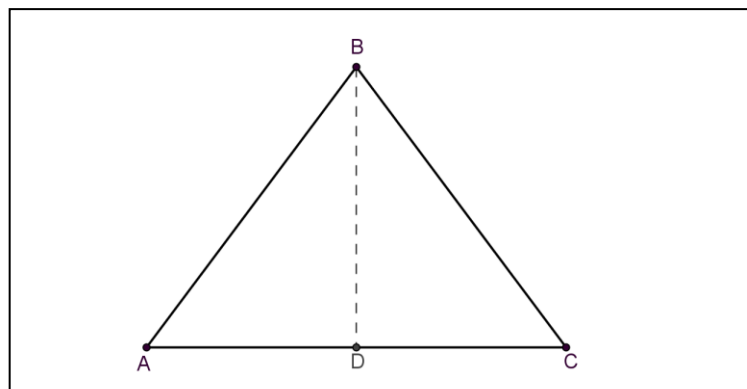


Figura 11. Cartolina da Tarefa 3

Os alunos deviam programar os robots para se deslocarem sobre o lado BD e o lado AC , sendo Q a posição do robot no lado BD em cada momento e P a posição do robot no lado AC . Teríamos que x seria a distância do ponto B ao ponto Q e do ponto A a P . O domínio e contradomínio foram conceitos já anteriormente focados, mantendo-se o mesmo objectivo que na tarefa inicial. Foi ainda sugerido que desenhassem o triângulo PQC de acordo com a distância percorrida pelos robots em cada momento e obedecendo às condições do enunciado. Foi pedido o preenchimento de uma tabela com a distância percorrida x , a medida de um dos lados e a medida da altura do triângulo obtido e a sua área. Para tal, os alunos deveriam utilizar a régua ou a fita métrica. Seguidamente os alunos deveriam obter a expressão analítica da função que dava a área do triângulo. Com a comparação entre os valores obtidos experimentalmente e os valores obtidos usando a expressão analítica e a calculadora mantinhamos o mesmo objectivo que na tarefa anterior.

3.6. Recolha de dados

Para que as conclusões acerca do projecto sejam fundamentadas é importante obter um vasto conjunto de dados. Para isso a recolha de dados foi feita através de: registo vídeo e áudio das aulas e da realização das tarefas, registos escritos do professor, recolha dos trabalhos efectuados pelos alunos e observação directa da actividade dos alunos.

3.7. Análise e discussão de dados

3.7.1. Tarefa Inicial

Os alunos demonstraram empenho e interesse na montagem dos robots, sendo que o espírito de equipa e a ajuda entre os elementos do grupo foram uma realidade. Os robots foram montados rapidamente por todos os grupos.

Após a visualização do filme estava previsto um intervalo. Porém, os alunos decidiram que não era necessário fazê-lo, pois preferiam continuar a actividade.

O professor demonstrou as regras básicas da programação e os alunos iniciaram as actividades. Todas as tarefas previstas foram resolvidas por todos os grupos, usando cada qual estratégias diferentes. Alguns grupos recorreram à tentativa/erro e outros preferiram recorrer a procedimentos matemáticos, nomeadamente, à regra de três simples.

As tarefas foram resolvidas com entusiasmo e com espírito competitivo entre os grupos. Cada grupo queria ser o primeiro a terminar e festejava sempre que conseguia terminar a tarefa com sucesso.

O nosso primeiro contacto, enquanto observadores da interacção alunos-robots, permitiu-nos corroborar aquilo observado por diferentes investigadores já aqui referenciados. A aceitação dos robots por parte dos alunos foi um processo simples. O conforto com que os alunos manipularam o equipamento disponibilizado facilitou o trabalho em equipa e o entusiasmo, algo pouco usual nestes alunos nas aulas tradicionais.



Figura 12. Aluna na execução da Tarefa Inicial

3.7.2. Ficha de Trabalho 1

A tarefa foi primeiro desenvolvida pela Turma 2. Depois da formação inicial dos elementos pelos grupos, estes iniciaram a leitura da ficha de trabalho. Poucos minutos passaram e um grupo já chamava o professor.

C: Professor. O que fazemos primeiro?

Prof.: Já sabem onde devem colocar os robots inicialmente?

C: As medidas estão em metros. O mapa não é suficientemente grande.

Prof.: Já abriram o mapa? Vejam o mapa.

C: Já sei. Tenho que usar a escala do mapa. Fazemos regra de três simples: 14 *cm* corresponde a 50 *m* na realidade, logo 225 *m* corresponderá a *x cm* e da mesma maneira para os 150 *m*.

Al: Já tenho as medidas 42 *cm* e 63 *cm*.

Os alunos não estão habituados a trabalhar autonomamente e solicitam a ajuda do professor mesmo antes de discutirem entre os elementos do grupo ou de lerem com cuidado a proposta de trabalho apresentada. Perante a dúvida levantada pelo aluno, o professor coloca as questões para ajudá-los a perceber os procedimentos a adoptar.

Um outro grupo já havia iniciado a programação dos robots.

Prof.: Então, já sabem a distância inicial entre os robots?

B: Já medimos. Veja Prof. Os robots estavam aqui e apontou para o início da linha amarela e da vermelha.

Prof.: Leram o enunciado?

B: Claro.

Prof.: Lê novamente a primeira folha

B: Ah. Não tínhamos lido esta parte dos metros. Por isso a C. estava a falar de regra de três simples...

Prof.: Agora já sabes o que fazer?

B: Sim. Mas Prof. Em relação aos robots, não dá para programar em *cm* em vez de tempo?

Prof.: Não.

Nesta primeira fase os alunos lembraram as escalas dos mapas e usaram logo regra de três simples, sem necessitar de sugestões por parte do professor. O segundo grupo não leu com a devida atenção a descrição da tarefa, no entanto beneficiou da proximidade do outro grupo e aproveitou a sugestão que ouviu. Evidencia-se como sendo interessante, nestas primeiras transcrições, a constatação de que os robots não são programados para percorrer distâncias mas sim períodos de tempo.

De acordo com Fermé (*in* Correia, 2006 entrevista do DN Madeira com os responsáveis pelo Projecto DROIDE), os alunos terão de usar as proporcionalidades ou então o tempo que demora a ser percorrido esse espaço. Mesmo as questões mais simples podem, assim, ser muito úteis para a captação e aplicação de conceitos.



Figura 13. Aluno na execução da Ficha de Trabalho 1

Novamente o primeiro grupo chama a atenção do professor.

S: Qual é a variável? É o tempo ou a distância? Para programar os robots usamos o tempo.

Prof.: Leiam no enunciado como devem organizar a tabela. Verifiquem quais são os valores que devem constar.

C: Na tabela não fala do tempo, só fala da distância. Podemos registar os dois valores.

As dúvidas aqui surgidas advêm do facto do robot não ser programável para percorrer distâncias mas sim intervalos de tempo. Nesta fase os alunos deveriam seleccionar a informação necessária para o preenchimento da tabela (identificação da variável independente), tendo adiado essa decisão ao optarem por registar os dois valores.

O professor aproxima-se do terceiro grupo para ver como está a decorrer a actividade.

Prof.: Então, está a correr bem?

G: Não percebo. Como é possível um robot percorre 25 *cm* e o outro não anda o mesmo. Programamos 4 *s*, deviam andar o mesmo. Vamos pô-los a andar ao mesmo tempo.

Prof.: É mesmo necessário que iniciem o andamento ao mesmo tempo?

GS: Não. Basta que estejam programados para andar o mesmo tempo. Vamos experimentar novamente, deve ser engano nas medidas.

G: Medimos bem. Eles não andam à mesma velocidade. Vamos usar só um robot, assim vai dar certo.

Este excerto põe em questão a exactidão do conhecimento dito teórico perante as evidências práticas. Várias razões podiam ser apresentadas para que os robots não percorressem a mesma distância. Por exemplo, a incorrecta programação de velocidade, deficiências do equipamento (pilhas fracas), maior atrito do solo, entre outros. A opção do aluno G não foi a de procurar no campo prático a causa, visto ter optado por abandonar um dos robots. No final, o grupo concluiu que teria havido um engano seu na medição.

Na Turma 3 a actividade decorreu de forma semelhante. No primeiro grupo desta turma, logo após a entrega da ficha de trabalho, surgiram algumas dúvidas. O professor foi chamado para esclarecê-las.

T: Prof. Temos que usar a escala para determinar a distância inicial dos robots?

Prof.: Claro.

T: Medimos 14 *cm* que correspondem a 50 *m* na realidade. $150\text{ m} = 3 \times 50\text{ m}$ logo dá $3 \times 14\text{ cm} = 42\text{ cm}$, e fazendo da mesma maneira para 225 *m* dá 63 *cm*.

Apesar de semelhante ao grupo anterior, a questão aqui colocada mereceu uma estratégia de resolução menos ortodoxa. A regra de três simples como meio esperado, surge aqui adaptado ao dia-a-dia prático. Os alunos não enunciaram o conceito teórico mas acabaram por aplicar a regra. A situação proporcionada permitiu a aplicação de

conhecimentos, mesmo sem que os mesmos sejam totalmente identificados teoricamente.

O professor aproximou-se do 2.º grupo.

PS: Professor já marcamos no mapa a posição inicial dos robots.

Prof.: E a distância inicial entre os robots já mediram?

J: Não medimos, mas já sei qual é a distância.

Prof.: Como fizeram?

J: Usamos o teorema de Pitágoras.

Prof: Agora meçam.

PS: Está a ver Prof. dá igual.

Seria de esperar que os alunos usassem a fita métrica. Porém, como é mais comum o recurso ao Teorema de Pitágoras na aula de Matemática, foi esta a opção tomada. Isto verifica-se apesar de não ser a opção mais fácil nem a mais prática. Este episódio vai ao encontro do que afirmam Fernandes, Fermé & Oliveira (2007) sobre o conhecimento *dogmático* está mais entrincheirado do que a própria capacidade de experimentar ou da própria evidência dos factos.

A parte inicial da tarefa foi resolvida e o primeiro grupo iniciou a questão sobre o domínio, após recorrer ao manual para relembrar a noção de função.

C: Prof. só faz sentido medir até 66 cm que é até onde um dos robots pode andar em frente.

T: Então o domínio é $[-1, 66]$.

Nesta questão, a aplicação do conceito de domínio foi alcançado pela correcta interpretação do enunciado e a medição no mapa. Tornou-se claro para os alunos a aplicação prática de um conceito teórico.

Quando chegaram à questão da escolha dos gráficos. O segundo grupo chamou o professor para explicar o seu raciocínio.

PS: O gráfico certo é o C). Não é?

Prof.: Como chegaram a essa conclusão?

J: O D) não é, eles não chocam, a distância nunca é zero.

Prof.: Então, e os outros?

J: A distância inicial entre os robots era maior que 70 logo só pode ser C) que é o único que é assim.

O professor aproximou-se para ouvir a justificação do raciocínio. Os alunos associam a experiência com o deslocamento dos robots à interpretação do gráfico e conseguem justificar de forma adequada a opção tomada.

O grupo 1 também escolheu o gráfico correcto.

T: Foi fácil. Só pode ser o C), era o único que dava certo a distância inicial.

C: Prof. este gráfico é uma parábola?

Prof.: Para o gráfico ser uma parábola, como será a expressão analítica?

C: Tem que ser de 2.º grau.

Prof.: Tentem obter a expressão analítica e já podem descobrir o que pretendem.

Neste episódio, os alunos associam o gráfico obtido ao gráfico de uma função quadrática, já estudada por eles. A sugestão avançada pelo professor vai no sentido dos alunos descobrirem a expressão para então caracterizá-la, evitando que o professor, como referiu Fernandes (2007) seja simultaneamente autor e autoridade. Na linha construcionista o aluno constroi o seu conhecimento *fazendo* as coisas, obtendo as suas conclusões.

3.7.2.1. Relatórios da Ficha de Trabalho 1

Os alunos foram encorajados a tirar notas durante a execução da tarefa para que posteriormente elaborassem um relatório.

Na Turma 2 todos os grupos entregaram o relatório. Em relação à Turma 3 nenhum dos dois grupos entregou o trabalho pedido. Pensamos que tal facto advém da constatação de que os alunos valorizam os testes como meio de avaliação em detrimento de outras formas de avaliação ao dispor do professor, isto apesar de ter sido referenciado a sua valorização em termos de nota final da disciplina.

A estrutura dos relatórios obedecia a uma estrutura pré-estabelecida. A introdução foi feita de forma semelhante por todos os grupos.

Foi pedido aos grupos que organizassem uma tabela representando a distância percorrida pelos robots e distância entre eles em cada momento (Fig. 14, Fig. 15 e Fig. 16).

Tempo (s)	Distância percorrida (x)		Distância entre os dois robots (d)
	Robot A	Robot B	
0	0	0	77
2	23,6	23,6	44
4	48,3	48,9	18,5
5,5	59,0	67,4	19

Figura 14. Tabela elaborada pelo Grupo1

<i>x</i>	<i>d</i>
8.25cm	65cm
16.5cm	54cm
24.75cm	43cm
33cm	33cm

Figura 15. Tabela elaborada pelo Grupo2

Xa	25	52	66,5
Xb	25	51	69
d	42	15,5	27,5

Figura 16. Tabela elaborada pelo Grupo3

Podemos verificar que um dos grupos (Grupo 2) apresenta a distância percorrida x e coloca-a numa coluna da tabela, não fazendo qualquer referência às possíveis diferenças entre as distâncias percorridas pelos dois robots. O grupo 3 coloca duas linhas para a distância percorrida, uma para cada robot e não menciona nenhum motivo para o facto. Já o grupo 1 apresenta as distâncias em duas colunas diferentes e refere o seguinte:

A maior dificuldade que nós encontramos foi o facto de um dos robots não se movimentar igual maneira ao outro, comprometendo assim toda a actividade, por isso decidimos utilizar apenas 1 robot à vez.

Esta constatação já havíamos justificado acima, sendo função de um erro inicial de medição dos alunos. Porém, a não coincidência de valores pode também ter origem em outros factores já mencionados.

Era pedido que justificassem a afirmação: “a correspondência é uma função”. Obteve-se as seguintes respostas:

1.2 A correspondência é uma função, visto que, é unívoca, correspondendo a cada elemento de x um e só um elemento de D . Dados dois conjuntos de A e B , chama-se função a qualquer processo ou regra que associa, de modo perfeitamente definido, a cada elemento de A , um e só elemento de B .

Grupo 1

A correspondência é uma função, porque é uma associação unívoca, correspondendo a cada elemento do x um e um só elemento de d .

Grupo 2

É uma função porque cada elemento de x corresponde a uma só imagem. Neste exemplo o x representa a distância entre os dois robots.

Grupo 3

As justificações foram dadas usando linguagem matemática. A última não usando uma linguagem tão cuidada, faz referência aos robots e deixa transparecer que a definição de função foi percebida. Era nosso entendimento de que os grupos pudessem recorrer a uma linguagem mais prática, dada a actividade em si. Não se verificou uma conexão explícita entre o conceito teórico e a situação prática proporcionada.

Em relação à questão 1.3 um dos grupos não identificou bem as variáveis confundido-as com o domínio e o contradomínio. Os restantes dois grupos responderam correctamente às questões pedidas. Como exemplo apresentamos a resposta do grupo 1:

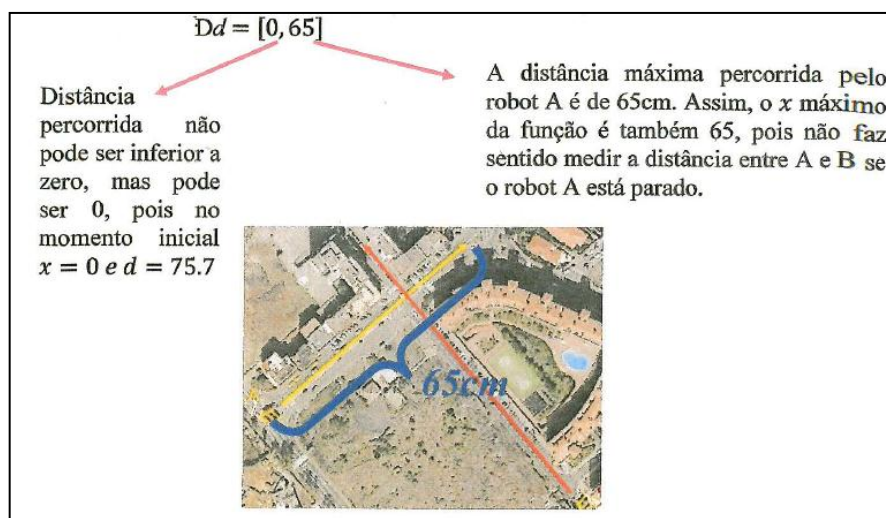


Figura 17. Resposta do grupo 1 à questão 1.3.

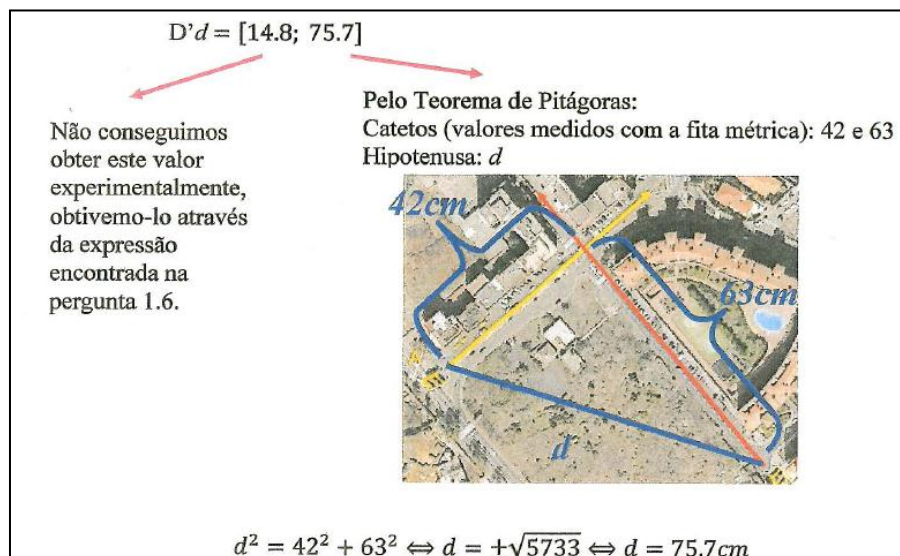


Figura 18. Resposta do grupo 1 à questão 1.3.

A variável independente da função é a distância percorrida por cada robot (x).
A variável dependente da função é a distância entre os dois robots (d).

Curiosamente este grupo usou o Teorema de Pitágoras para determinar a distância inicial entre os robots, em vez de usar a fita métrica. Podemos perceber que por vezes, e como já havíamos referido numa situação ocorrida com um outro grupo, a Matemática escolar sobrepõe-se à simplicidade do dia-a-dia.

A escolha do gráfico, pedida no item 1.4. foi conseguida por todos os grupos. As justificações foram dadas usando linguagem matemática adequada e ligando-a à realidade da situação. Como exemplo, a razão apontada para o grupo 2 rejeitar o gráfico D foi a seguinte:

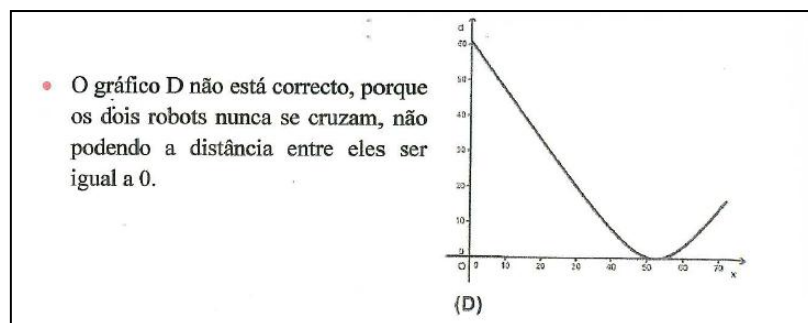


Figura 19. Resposta do grupo 1 à questão 1.4.

A função d é não injectiva, foi a resposta dada por todos os grupos. O grupo 1 ilustrou a sua resposta desta forma:

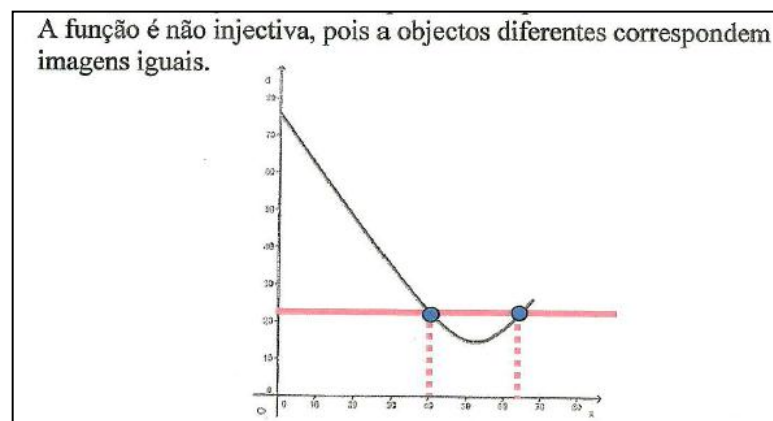


Figura 20. Resposta do grupo 1 à questão 1.5.

Um dos grupos (grupo 3) não determinou a expressão analítica nem respondeu às restantes questões. Os grupos restantes fizeram-no de forma semelhante. Exemplificamos:

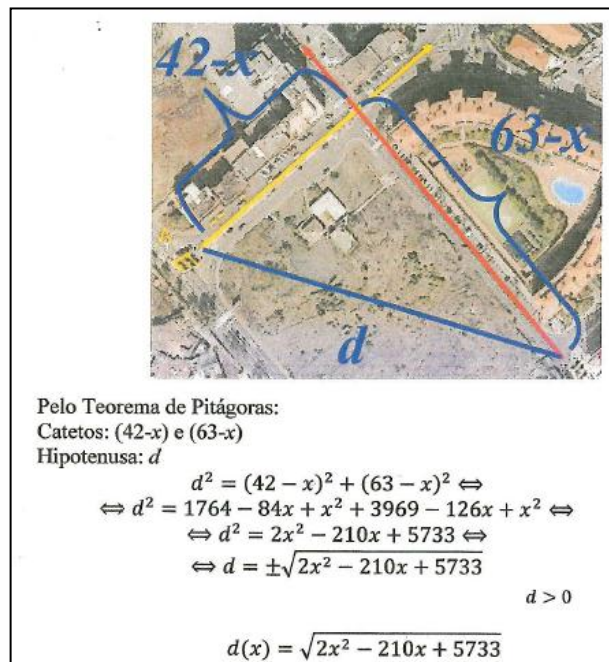


Figura 21. Resposta do grupo 1 à questão 1.5.

No relatório nenhum dos grupos referiu que após a passagem do cruzamento os triângulos a utilizar seriam outros. O professor tinha-os alertado, anteriormente, para o facto aquando da execução da tarefa.

As questões seguintes foram respondidas usando a calculadora gráfica como ferramenta. O grupo 2 apresentou uma tabela para melhor comparar os valores obtidos:

Tempo (s)	Média das distâncias percorridas pelos robots (x)	Distância entre os dois robots (d)	Valores obtidos na Calculadora (d)	Valores obtidos do gráfico C da alínea 1.4. (d)
0	0	77	75,7	≈76
2	23,6	44	43,48	≈45
4	48,6	18,5	15,84	≈18
5,5	63,2	19	21,2	≈20

Figura 22. Tabela elaborada pelo grupo 2 para a questão 1.6.

O grupo 1 apresentou a justificação para diferenças obtidas:

Os valores obtidos usando a expressão analítica da função $d(x)$ diferem ligeiramente dos obtidos experimentalmente. Diversos factores podem ter contribuído para esta diferença, nomeadamente a irregularidade do solo, desvios no trajecto do robot e alguma imprecisão nos valores medidos.

Com esta justificação, constatamos que os alunos perceberam que os valores deveriam ser os mesmos e que a perfeição da fórmula se contrapõe aos factores inerentes à realidade.

Das conclusões apresentadas pelos grupos podemos salientar:

Conclusão

Com este trabalho concluímos que a robótica pode ser aplicada a diferentes situações do nosso dia-a-dia, como o estudo das funções.

Reforçamos a ideia de que a função é uma correspondência unívoca entre dois conjuntos, sendo o domínio o conjunto dos objectos e o contradomínio o conjunto das imagens.

Sentimos algumas dificuldades na realização desta tarefa, nomeadamente na recolha de dados. Sem dúvida que nesta situação a calculadora foi-nos muito útil, pois permitiu-nos obter dados que anteriormente não tínhamos conseguido.

Consideramos que actividades como esta são importantes para a consolidação dos diferentes conhecimentos matemáticos.

Conclusão:

As actividades práticas com robots nas aulas de matemática permite-nos questionar, pensar e procurar estratégias para a resolução dos problemas propostos aplicando a teoria que aprendemos nas aulas.

Gostamos muito de fazer este trabalho.

Aprendemos que os dois robots não se tocam.

É muito divertido fazer estas actividades com os robots. Foi uma experiência diferente.

Pela leitura das conclusões, podemos verificar que os grupos conseguem identificar factores encontrados nas nossas pesquisas como sendo desejáveis nas aulas de Matemática. Entre eles, salientamos as actividades com robots permitirem-lhes questionar, pensar e procurar estratégias de resolução de problemas. Outro factor importante refere-se à aprendizagem divertida que foi salientada pelo grupo 2. Claramente, o entusiasmo, a motivação e a persistência estiveram presentes nesta primeira actividade, indo assim, ao encontro das diversas revisões bibliográficas referenciadas.

3.7.3. Tarefa 1

A tarefa 1 foi realizada em primeiro lugar na Turma 2. A tarefa foi atribuída ao grupo com maior número de elementos e tratava-se da tarefa com maior número de alíneas.

A alínea 1.1 pedia que fossem provadas as relações $\overline{PQ} \bullet \frac{4}{3}x$ e $\overline{SC} \bullet \frac{16}{9}x$, a aluna C chamou de imediato o professor:

C: Para provar estas relações não preciso de usar os robots?

Prof.: Decide tu. Se achas que não é necessário, mas repara que se recorreres ao robot talvez seja mais fácil perceber o que acontece.

O Professor afastou-se e deixou que os elementos do grupo decidissem qual o melhor caminho a seguir. Pouco depois a aluna C. chama de novo o professor.

C: Está a ver basta usar a semelhança de triângulos. Conseguimos provar as duas relações.

A aluna C decidiu não recorrer aos robots. Pensamos que tal advém do facto da aluna C ter uma relação de maior à vontade com os procedimentos matemáticos usuais e prefere usá-los em vez de se colocar numa situação nova e incerta (novos meios e novas ferramentas).

A questão seguinte já sugeria a utilização do robot. Já não houve dúvidas em relação à variável ser tempo ou distância e os alunos já não recorreram à ficha com as instruções de programação, notava-se à vontade na utilização do robot. As tarefas eram divididas pelos membros do grupo de uma forma natural, a aluna S. programava o robot, a aluna A e a aluna C desenhavam os rectângulos, mediam e tomavam nota das medições.

Seguidamente solicitava-se a expressão analítica da função que a cada valor de x faz corresponder a área do rectângulo. A aluna C toma logo a iniciativa e explica às colegas como se faz. Nas questões que envolvem procedimentos matemáticos mais complexos os outros membros do grupo assumem um papel mais passivo deixando que a aluna C assuma a liderança e resolva as questões.

Quando foi necessária a utilização da calculadora os alunos chamam o professor para lhe mostrar os resultados obtidos e a sua comparação com os valores obtidos experimentalmente.

S: Prof. Colocamos os valores das áreas obtidas, usando a calculadora e experimentalmente, numa tabela para ser mais fácil a comparação.

Prof.: E o que concluíram?

A: Os valores diferem ligeiramente. Deu por exemplo 1143 e 1125; 936 e 900; 729 e 731,25...

Prof.: Que motivos podem levar a essas diferenças?

A: Diversos factores, nomeadamente a irregularidade do solo, desvios no trajecto do robot e alguma imprecisão nos valores medidos.

Novamente constata-se que factores inerentes à realidade podem justificar as diferenças obtidas perante a perfeição esperada.

Na questão seguinte eram pedidas as dimensões do rectângulo que tem maior área. Não foi sugerido qualquer método para a resolução desta questão. Os alunos questionaram o professor sobre se o método escolhido era permitido.

C: Podemos resolver esta questão usando a calculadora?

Prof.: Claro, escolham o método que preferirem.

C: Então vamos usar a calculadora. É fácil. A função é quadrática logo o gráfico correspondente será uma parábola.

Prof.: E depois como fazem?

C: Veja a parábola tem a concavidade voltada para baixo. Para encontrar o máximo da função basta ver que corresponde ao vértice da parábola.

A: Dá $x=18$ e $y=1200$. Basta substituir nas expressões para sabermos a medida dos lados.

Prof.: Só conseguem dessa forma?

S: Podemos usar a cartolina com o triângulo e desenhar o triângulo obtido para $x=18$ e medimos os lados com a fita métrica.

A escolha da calculadora como ferramenta foi assumida naturalmente por todos os membros do grupo. É efectivamente um artefacto aceite nas aulas de Matemática.

Para obter as medidas do rectângulo, apesar da possibilidade de resolução sem recurso à expressão analítica, os membros do grupo decidiram não desenhar o rectângulo. Demonstraram sentir mais confiança nos procedimentos usuais na aula de Matemática.

Após a resolução do primeiro grupo de questões, o segundo grupo foi quase todo resolvido de forma semelhante e com maior facilidade. A questão 1.3.5. que pedia o gráfico da função que a cada valor de x faz corresponder o perímetro do rectângulo suscitou algumas dúvidas.

A: É este gráfico?

Prof.: Reparem no domínio e contradomínio estão a respeitá-los?

S: Usamos os valores da tabela.

C: Não podemos usar só os valores da tabela. Temos que respeitar as condições, o x vai de 0 a 36.

A: Podemos ver na calculadora.

C: Sim, mas como é uma função afim o gráfico é uma recta, basta ver a imagem do 0 e a imagem do 36.

Nesta questão, os elementos do grupo demonstraram algumas dúvidas em relação ao domínio. Pretendiam considerar os valores do domínio apenas os que pertenciam à tabela. O alerta do professor e a colaboração dos colegas permite que o grupo conclua com sucesso. O gráfico acabou por ficar correcto, verificando as condições do problema e a questão seguinte ficou logo resolvida, após traçar o gráfico o contradomínio foi obtido rapidamente.

Na Turma 3 a tarefa foi resolvida de forma semelhante. Nas questões que envolviam a expressão analítica e demonstrações o grupo sentiu maiores dificuldades e solicitou a ajuda do professor com muita frequência. Nas questões mais praticas não se notaram diferenças entre os grupos nas duas turmas.

3.7.4. Tarefa 2

As primeiras alíneas desta tarefa foram resolvidas, pelos grupos das duas turmas, de forma semelhante às primeiras alíneas da tarefa 1. No que diz respeito à alínea 1.5. que pedia o máximo da função f os grupos foram unânimes em recorrer à calculadora gráfica para a sua resolução em detrimento da resolução analítica. Em relação à questão 1.6. pretendia-se determinar o valor de x para o qual a área do triângulo PQB era inferior a $600 m^2$, o grupo da turma 2 optou pela resolução com papel e lápis enquanto que a turma 3 optou pela resolução usando a calculadora gráfica.

3.7.5. Tarefa 3

Esta tarefa, tal como as outras, foi realizada primeira na Turma 2. Logo após a leitura da proposta de trabalho o aluno G. chama o professor.

G: Prof. os robots não precisam de andar para fazermos isto.

Prof.: Então porquê?

G: Podemos imaginar várias distâncias percorridas e fazer as contas.

Prof.: Assim, não estarias a fazer a tarefa sugerida.

G: Vamos lá então programar o robot.

GS.: Avançamos quanto tempo? 1 segundo?

G: Sim, pode ser.

G: M. desenha o triângulo e mede.

M: O que vamos medir?

Prof.: Vejam a tabela que têm de preencher.

G: M mede a distância percorrida pelo robot e as distâncias de P a C e de Q a D .

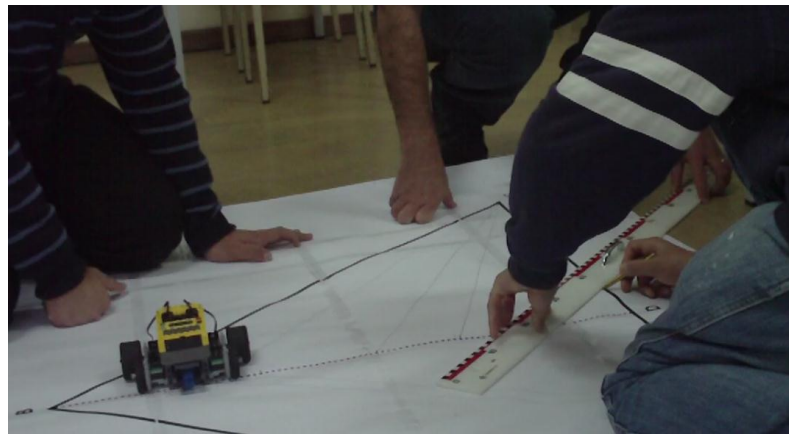


Figura 23. Alunos na execução da Tarefa 3

O aluno G obtém habitualmente excelentes resultados na disciplina de Matemática. Parece considerar que a utilização dos robots não melhorará o seu desempenho. Os robots não são usuais na aula de Matemática. Este aluno oferece resistência à utilização de ferramentas que não conhece e que lhe causam alguma insegurança. Após algumas resistências iniciais, o trabalho foi dividido naturalmente pelos vários elementos do grupo. O aluno GS programava o robot, o aluno M desenhava o triângulo e media com ajuda do aluno D e o aluno G tomava nota dos valores e preenchia a tabela.

Para obter a expressão analítica, o aluno GS tomou iniciativa e demonstrou facilmente como obtê-la. O confronto entre os valores obtidos experimentalmente e usando a calculadora e a expressão analítica revelou pequenas diferenças. Segundo os alunos essas diferenças podem ser explicadas pela irregularidade do solo e pelo facto da trajectória dos robots poder não ser recta.

Na Turma 3 a tarefa foi resolvida de forma diferente. O professor passa pelo grupo e apercebe-se que os alunos não estão a utilizar os robots.

Prof.: Não precisam dos robots?

R: Já usámos. Programámos os dois robots para se deslocarem durante 1 s, ambos percorreram 15 cm. Depois 2 s percorreram 30 cm. Concluímos que por cada segundo percorrem 15 cm. Marcamos $x=15$, $x=30$, $x=45$, $x=60$,...e desenhámos os triângulos.

Prof.: Mostrem-me usando os robots.

Os alunos programaram os robots e realmente confirmamos os valores obtidos.

Para obter a altura e a base do triângulo este grupo concluiu que bastava, respectivamente, tirar 15 a 80, 30 a 80, 45 a 80,...e 15 a 120, 30 a 120, 45 a 120.

A expressão analítica também foi obtida facilmente pelos alunos. Quando compararam os valores obtidos experimentalmente e com a calculadora obtiveram exactamente os mesmos valores, tal não é surpreendente se reparamos no raciocínio utilizado.

3.7.6. Teste de avaliação

Para finalizar foi aplicado um teste (anexo...), exclusivamente sobre funções. Possuía duas questões relacionadas com as tarefas com robots abordadas nas aulas, uma de escolha múltipla e uma de resposta aberta com 4 alíneas.

Na questão de escolha múltipla os resultados foram bastante satisfatórios, 77% dos alunos da Turma 2 acertou na resposta e 62,5% dos alunos da Turma 3 escolheu a opção correcta. No que diz respeito à outra questão apenas uma aluna da Turma 2 obteve quase a totalidade da cotação (96%) e a média da cotação desta questão na Turma 2 situou-se nos 28% e na Turma 3 nos 16%. Pensamos que o facto de ser a última questão do teste poderá ter influenciado negativamente os resultados obtidos, visto que, provavelmente, tinha sobrado pouco tempo útil para a sua resolução adequada.

4. Conclusões

A habilitação profissional para a docência no ensino básico e secundário implica, entre outras disciplinas curriculares, a Prática de Ensino Supervisionado. Para além das planificações e da implementação das metodologias adoptadas visando o processo de ensino-aprendizagem da Matemática ao nível do 10º ano de escolaridade, desenvolvemos um projecto de cariz qualitativo cujo objectivo seria, no meu caso, a análise da aplicabilidade da robótica, na sala de aula, enquanto elemento mediador e potenciador do processo de aprendizagem no tema das funções. A noção de função já é conhecida dos alunos ao nível do 10º ano de escolaridade. Na actividade dos grupos, aquando da resolução das tarefas apresentadas, observamos que estes conseguiram relacionar a definição de função com a situação prática proporcionada com a utilização dos robots. Pensamos que os robots facilitaram a compreensão do conceito de função. Além disso, era nosso propósito que fossem percebidas as relações entre as tabelas de dados, os gráficos e as expressões algébricas. Constatamos que as conexões foram estabelecidas pela maioria dos alunos. No que diz respeito à obtenção das expressões analíticas, como forma de descrever funções, foi um processo não conseguido por grande parte dos alunos. Tal deve-se a não entender as dificuldades relacionadas com procedimentos matemáticos que não eram dominados por todos, nomeadamente, a manipulação de expressões algébricas. Possivelmente seria de maior utilidade recorrer a estes meios no início do ano escolar, de forma a promover a motivação e interesse dos alunos para com a disciplina de Matemática. Efectivamente, já no terceiro período, quando facultamos as actividades de robótica, denotava-se algum afastamento de certos alunos.

Diversos autores têm demonstrado que a robótica educacional, tal como realçamos na nossa discussão dos dados obtidos, pode ser um meio mediador e catalisador das aprendizagens. Acreditamos que os alunos em causa não aprendem com os robots mas sim através dos mesmos. Isto é, não é a robótica, em si, aplicada na aula de Matemática, que fará com que os alunos possam efectivamente aprender. Porém, a sua existência proporcionará condições favoráveis para que os alunos estejam predispostos a aprender. O facto de apresentarem-se mais motivados, mais entusiasmados, mais persistentes e mais disponíveis para o trabalho com os outros, permitiu aos alunos construir o seu próprio conhecimento e descobrir conexões entre os conceitos abstractos e o concreto.

Tudo isto com o papel orientador e integrante do professor, proporcionando oportunidades criativas e alimentadoras deste processo. Sentimos que, efectivamente, o nosso papel não era o *de autor nem o de autoridade*. A aprendizagem e os conhecimentos demonstrados pelos alunos, decorrente das actividades *fazer para aprender* desenvolvidas com a robótica, são resultado de um processo de construção do próprio aluno. Para além do conhecimento, esta abordagem tecnológica permitiu o desenvolvimento de outros objectivos e competências gerais referenciados no próprio programa de Matemática, mas muitas vezes descuidadas, como são os valores e atitudes, tais como, o desenvolver a confiança em si próprio, o exprimir das suas opiniões, o abordar de situações novas com interesse, iniciativa e criatividade, e o procurar da informação de que necessita.

Com isto não queremos afirmar que os alunos se tornaram matematicamente competentes na temática estudada. A aquisição de competências pressupõe um trabalho continuado, não sendo conseguido com apenas a realização de uma ou outra actividade. O que ficou claro para os intervenientes é de que os alunos ficaram *matematicamente interessados*, o que é fundamental para o processo ensino-aprendizagem, nomeadamente, ao nível daqueles alunos cujo historial com a disciplina de Matemática não seja pautado pelo sucesso.

Esta nossa primeira integração na docência que foi proporcionada pela Prática de Ensino Supervisionada, demonstrou-nos que estamos, de facto, a iniciar um percurso. O contacto com a realidade do Ensino tornou evidente que é necessário que o professor seja capaz de adquirir, continuamente, novas competências, o que inclui a integração de novas tecnologias, não só para se aproximar do nível de funcionamento social dos seus alunos, mas também de forma a poder ajudá-los a se desenvolver como cidadãos completos e válidos para a sociedade. Ficou claro que os diferentes meios utilizados são de fácil apreensão por parte dos alunos, o que nos faz pensar sobre o porquê da sua não generalização pelas salas de aula.

Seria utópico pensar que a robótica educacional seria de aplicação imediata em todos os temas da Matemática. Naturalmente, certos temas como a Geometria e a Trigonometria são de implementação mais evidente. Tal foi demonstrado por diferentes autores. Porém, pouco tem sido estudado ao nível da sua utilidade interdisciplinar, como por exemplo, entre a Matemática e a Física no ensino básico e secundário.

Esta nossa viagem com os robots LEGO Mindstorms, conduziu-nos a um destino onde *a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino*. Este destino é o construcionismo de Seymour Papert.

Bibliografia

Atmatzidou, S., Markelis, I. & Demetriadis S. (2008). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. Em *Workshop Proceedings of SIMPAR 2008 Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS*, Venice(Italy), p. 22-30.

http://monicareggiani.net/simpar2008/TeachingWithRobotics/atmatzidou_et_al.pdf,

consultado a 17 Março 2010.

Bers, M. New, R. & Boudreau, L. (2004). Teaching and Learning When No One Is Expert: Children and Parents Explore Technology. *Early Childhood Research & Practice*, Vol. 6, 2004.

<http://www.uestia.com/googleScholar.qst;jsessionid=MZyYjc2nVthQNsWzPrQyd3BwB1T9PQvzP8XH3fGB58QqWThT87hh!547733517!427202863?docId=5010003479>,

consultado a 10 Março 2010.

Bustamante, S. (2003). "*Hands on*" & "*Heads in*": trabalhando com a Robótica em Educação. IV Workshop de Informática na escola.

<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/viewFile/788/774> , consultado a 10

Março 2010.

Cardoso, J. e Santos, M. (2008). LegOSC : mindstroms NXT robotics programming for artists Em *Proceedings of the ICINCO - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS IN CONTROL, AUTOMATION AND ROBOTICS*, 5, Funchal, Portugal, Vol. RA-1, p. 177-182.

Cejka, E., Rogers, C. & Portsmore, M. (2006). Kindergarten Robotics: Using Robotics to Motivate Math, Science, and Engineering Literacy in Elementary School.

International Journal of Engineering Education, Volume 22, Number 4, August, p. 711-722.

<http://www.ingentaconnect.com/content/intjee/ijee/2006/00000022/00000004/art00005>,
consultado a 10 Março 2010.

Chambers, J & Carbonaro, M. (2003). Designing, Developing and Implementing a Course on LEGO Robotics for Technology Teacher Education. *Journal of Technology and Teacher Education*, Vol. 11.

<http://www.questia.com/googleScholar.qst?docId=5002578590>, consultado a 10 Março 2010.

Chiou, A. (2004). Teaching Technology Using Educational Robotics. Em *Proceedings of the UniServe Science 2004 Symposium, Scholarly Inquiry into Flexible Science Teaching and Learning*. p. 9-14.

http://sydney.edu.au/science/uniserve_science/pubs/procs/wshop9/schws002.pdf,
consultado a 17 de Maio 2010.

D' Abreu, J. V. V. (2008). Uma Experiência no uso da Robótica Pedagógica. *Revista Educativa*, Vol. 2, N.º 1. Nova Odessa, Brasil.

Fermé, E. & Fernandes, E. (P 2007) Crossing the river with robots: Changing the way of working in an AI subject. Em *Proceedings of the 3rd UK Workshop on AI in Education*, pp 22-29. Cambridge, UK

Fermé, E. & Gaspar, L. (2007). RCX+PROLOG: A platform to use Lego Mindstorms (tm) Robots in Artificial Intelligence courses. Em *Proceedings of the 3rd UK Workshop on AI in Education*, pp 30-36. Cambridge, UK

Fernandes, E., Fermé, E. e Oliveira, R. (2006). Using Robots to Learn Functions in Math Class. Em *Proceedings of the ICMI 17 Study Conference: background papers for the ICMI 17 Study*. Hanoi University of Technology. Le Hung Son, Nathalie Sinclair, Jean Baptiste Lagrange and Celia Hoyles (Eds). Vietnam.

Fernandes, E. (2007). Uma Viagem de Ida e Volta – Um Outro Olhar sobre a Escola. in J. Sousa (org). *Actas do Congresso da SPCE*.

Fernandes, E., Fermé, E. e Oliveira, R. (2007). Viajando com Robots na Aula de Matemática. Em *Actas V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*, Challenges 2007. Minho, Portugal.

Fernandes, E., Fermé, E. & Oliveira, R. (2008) Usando Robots para aprender Matemática. Em P. Dias e A.J. Osório (Coord), *Ambientes Educativos Emergentes*. Centro Competência. Universidade do Minho, Campus Gualtar. Braga, p 11-34.

Fialho, C., Matos, J. e Alves, A. (2003). *Cidadania e educação matemática crítica: investigação sobre o contributo da educação matemática na formação de cidadãos participativos e críticos*.

www.educ.fc.ul.pt/docentes/fmatos/siem20033.doc, consultado a 27 Dezembro 2009.

Filho, C.M.O. & Freire, R.C.S. (2009). Desenvolvimento de uma plataforma Didáctica de Baixo Custo para o Ensino de Robótica. *VIII Semetro*. João Pessoa, PB, Brasil

http://limserver.dee.ufcg.edu.br/semetro/WWW/pdf/52379_1.pdf consultado a 17 de Março 2010.

Fino, C. N., & Sousa, J. M. (2003). As TIC redesenhando as fronteiras do currículo. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxia e Educación*, 8 (10), pp. 2051-2063.

Fortes, R.M. (2007). *Interpretação de gráficos de velocidade em um ambiente robótico*. Dissertação de teses de mestrado. Universidade Católica de São Paulo, Brasil.

http://www.sapientia.pucsp.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4536, consultado a 14 de Junho 2010.

Frangou, S., Papanikolaou K., Aravecchia L., Montel L., Ionita S., Arlegui J., Pina A., Menegatti E., Moro M., Fava N., Monfalcon, S. & Pagello, I. (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. Em *Workshop Proceedings of SIMPAR 2008 Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS* Venice(Italy) p. 54-65. http://monicareggiani.net/simpar2008/TeachingWithRobotics/Frangou_et_al.pdf, consultado a 10 Fevereiro 2010.

GAVE Gabinete de Avaliação Educacional. Ministério de Educação (2010). *Séries de problemas de Matemática A – 10.º ano*. <http://www.gave.min-edu.pt/np3/272.html> consultado a 10 Fevereiro 2010.

Goldweber, M., Congdon, C., Fagin, B., Hwang, D. & Klassner, F. (2001). The use of robots in the undergraduate curriculum: experience reports. Em *Proceedings of the thirty-second SIGCSE technical symposium on Computer Science Education*. Charlotte, North Carolina, United States. p. 404 – 405.

<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=364763>, consultado a 14 Março 2010.

Gonçalves, V. & Rodrigues, C. (2006). *Um sistema de B-learning no ensino secundário português*. <http://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/542>, consultado a 7 Janeiro 2010.

Jonhson, J. (2003). Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*. Volume 7, Numbers 1-2 / March, 2003. Springer Japan. p. 16-21

<http://www.springerlink.com/content/r17m238872r48647/>, consultado a 17 Maio 2010.

Ke, F. & Grabowski, B. (2007). Gameplaying for maths learning: cooperative or not? *British Journal of Educational Technology*, Vol ,8 N°2, p. 249–259.

http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/gameplayingformathslearning_cooperativeornot.pdf, consultado a 17 Maio 2010.

Kelly, A. V. (1980). *O currículo teoria e prática*. São Paulo: Harbra.

Lego Groups. (2009). Lego.com MINDSTORMS NXT Home. Disponível em:

<http://mindstorms.lego.com>. Consultado a 17 de Maio 2010.

Lindh, J. e Holhersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & Education*, Volume 49, Issue 4 (December 2007) p. 1097-1111.

Michele, M., Demo G.B. & Siega, S. (2008). A Piedmont SchoolNet for a K-12 Mini-Robots Programming Project: Experiences in Primary Schools. Em *Workshop Proceedings of SIMPAR 2008 Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS*. Venice(Italy), p. 90-99.

<http://monicareggiani.net/simpar2008/TeachingWithRobotics/MicheleDemoSiega.pdf>,

consultado a 17 Março 2010.

Ministério da Educação (2001). Programa de Matemática A, 10.º Ano: Ensino Secundário. Lisboa. Ministério da Educação.

Miranda, J. & Suanno, M. (2009). Robótica Pedagógica: Prática Pedagógica Inovadora. *IX Congresso de Educação- EDUCERE- III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia*.

http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3534_1980.pdf ,

consultado a 2 Junho 2010.

Nascimento, P. (2001). Inteligência artificial. *Reportagem no Jornal Unicamp Hoje*. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/jornalPDF/ju170_p04.pdf,

consultado a 17 Março 2010.

NCTM. (2001). *Normas para a avaliação em matemática escolar*. Lisboa: APM.

Oliveira, R. (2007). *A robótica na aprendizagem da matemática: Um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade*. Dissertação de Tese de Mestrado. Universidade da Madeira.

Oliveira, R., Fernandes, & E Fermé, E. (2008). Proporcionalidade directa como função: Da perfeição à realidade a bordo de um robot. *Quadrante*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.

Onslow, B. (1991). Linking reality and symbolism: a primary function of mathematics education. *For the learning of Mathematics*. vol. 11, 1, FLM Publishing Association, p. 33-37. <http://www.jstor.org/pss/40248004>, consultado a 17 Maio 2010.

Pacheco, J. (2008). Reconfigurar a escola. *A página da Educação*, 6.

Papert, S. (2008). *A Máquina das Crianças: Repensando a escola na era da informática*. São Paulo. Artmed Editora.

Petre, e Price, B. (2004). Using Robotics to Motivate ‘Back Door’ Learning. *Education and Information Technologies*. Volume 9, Number 2 / June, 2004. Springer Netherlands. P. 147-158 <http://www.springerlink.com/content/m4967g7331446811/>, consultado a 17 Maio 2010.

Pio, J., Castro, T., Júnior, A. (2006). A Robótica Móvel como Instrumento de Apoio à Aprendizagem Computacional. *XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Page(s): 197- 206.

Pocinho, M. D., & Canavarro, J. M. (2009). *Sucesso escolar e estratégias de compreensão e expressão verbal: Como compreender melhor as matérias e as aulas?* Mangualde: Edições Pedagogo.

Ponte, J. P. (1992). The history of the concept of function and some educational implications. *The Mathematics Educator*, 3(2), 3-8.

Ponte, J. P. (2002). *As TIC no início da escolaridade: Perspectivas para a formação inicial de professores*. Porto: Porto editora.

Resnick, M (2004). Edutainment? No Thanks. I Prefer Playful Learning. *MIT Media Laboratory*. <http://llk.media.mit.edu/papers/edutainment.pdf>, consultado a 10 Março 2010.

Ribeiro, C., Coutinho, C. & Costa, M.F. (2009). O papel interdisciplinar da robótica nos contos infantis. Em *Actas do Challenges 2009: Conferência Internacional de TIC na Educação*, 6, Braga, Universidade do Minho, p. 179-191.

<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9439/1/robotica.pdf>, consultado a 14 Junho 2010.

Ribeiro, C., Coutinho, C. & Costa, M.F. (2008). RobôCarochinha : um estudo sobre robótica educativa no ensino básico. Em Dias, P.; Osório, A. J., (Eds) *Ambientes educativos emergentes*. Braga : Centro de Competência da Universidade do Minho.

<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/8550/1/Rob%c3%b3tica.PDF>, consultado a 14 Junho 2010.

Ribeiro, C., Coutinho, C. , Costa, M.F. & Machado, C. (2009). Robotics as a tool to increase the motivation levels in problematic students. Em Costa, M., Martins, Vásques Dorrio, J. & Patairiya, M, V., (Eds) “*Science for all : quest for excellence : proceedings of the International Conference on Hands-on Science (HSCI 2009)*”, 6, Ahmedabad, India. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9997/1/HSCI2009Art2.pdf>, consultado a 14 Junho 2010.

Ricciardi, L. (2006). *A Glimpse of the School of Tomorrow?*

<http://www.papert.org/articles/MaineYouthCenterArticle.html>, consultado a 10 Março 2010.

Santos, A., Fermé, E. & Fernandes, E., (2007a). Droide Virtual: Utilização De Robots Na Aprendizagem Colaborativa Da Programação Através Da Web. Em *Actas da V Conferencia Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Challenges 2007*. Paulo Dias, Cândido Varela de Freitas, Bento Silva, Eds. António Osório, Altina Ramos Braga, Portugal. p. 263-267.

Santos, A., Fermé, E. & Fernandes, E., (2007b). Utilização De Robots No Ensino De Programação: O Projecto Droide. Em *Actas do IX Congresso da SPCE “Educação para o sucesso: políticas e actores”*. Madeira.

Sidericoudes, O. (s.d.). *Construindo conceitos matemáticos com Logo*. <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0002.html>, consultado em 17 Maio, 2010.

Silva, A. (2007). *Moodle e ensino-misto (b-learning)*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. <http://run.unl.pt/handle/10362/853?mode=full>, consultado a 8 Janeiro 2010.

Silva, A., Agaé, A., Gonçalves, A., Guerreiro, A., Pitta, R. & Aranibar, D. (2008). *Utilização da Teoria de Vygotsky em Robótica Educativa*.

http://www.niee.ufrgs.br/eventos/RIBIE/2008/pdf/utilizacion_teorias_vygotski_robotica.pdf, consultado a 17 de Maio, 2010.

Silva, J.M.V. (2007). *Robótica no ensino da física*. Dissertação de Mestrado em Ensino da Física. Escola de Ciências, Universidade do Minho. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8069>, consultado a 10 de Dezembro 2009.

Sklar, E., Parsons, S. e Azhar, M.Q. (2007). Robotics Across the Curriculum. Em *Proceedings of the Twenty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-07)*. Vancouver. AAAI Press.

http://www.cs.hmc.edu/roboteducation/papers2007/c46_sklar_rac.pdf, consultado a 10 Março 2010.

Sousa, J. M. (2000). *O professor como pessoa*. Porto: Asa Editores.

Sousa, J. M., & Fino, C. N. (2001). As TIC abrindo caminho a um novo paradigma educacional. In B. D. Silva, & L. S. Almeida. Em *Actas do VI Congresso Galaico Português De Psicopedagogia. Vol I* (pp. 371-381). Braga: Centro de Estudos em Educação e Psicologia. Universidade do Minho.

Sousa, J. M. (2003). O currículo à luz da etnografia. *Revista Europeia de Etnografia da Educação*, 3, 119-125.

Sousa, J. M. (2004). *Educação: Textos de Intervenção*. Funchal: Gráfica O Liberal.

Teixeira, R. N. (1997). *Team-Building e Processos Interpretativos: Conhecer para Intervir*. Dissertação de Mestrado. Braga. Instituto de Educação e Psicologia. Universidade do Minho.

Vahldick, A., Benitti, F., Urban, D., Krueger, M. e Halma, A. (2009) *Anais do XVII Workshop sobre Educação em Informática XVII*: 2009 jul. 20-22: Bento Gonçalves – RS.

Anexos

Anexo 1 – Autorização do encarregado de educação (Turma 2)

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

No âmbito do Mestrado em Ensino da Matemática da Universidade da Madeira, o grupo de estágio está a desenvolver um estudo sobre o ensino pela descoberta e a aprendizagem da Matemática em ambientes não tradicionais. Esta investigação visa encontrar e aprofundar métodos que incentivem a aprendizagem de cada aluno ao seu próprio ritmo.

Para este efeito, precisamos de observar e recolher dados sobre o trabalho dos alunos nas aulas de Matemática especialmente preparadas neste sentido. A recolha de dados consistirá na observação e gravação em vídeo e áudio das aulas da turma 2 do 10º ano.

Como tal, solicitamos a sua autorização para proceder à recolha de dados atrás descrita, comprometendo-nos desde já a garantir o anonimato dos alunos e a confidencialidade dos dados obtidos, que apenas serão usados no âmbito da investigação. Agradecendo a colaboração de V. Ex.^a, solicitamos que assine a declaração seguinte, devendo depois destacá-la e devolvê-la.

Com os melhores cumprimentos,

Grupo de estágio

O Presidente do Conselho Executivo

(Fábio José Rodriguez Gonçalves,
Florinda Isabel Moreira Gomes e
Odília Maria Pereira Gomes)

(Maria Gorete dos Santos Perestrelo Silva)

Declaro que autorizo o(a) meu (minha) educando(a) _____

aluno(a) nº ____ do 10º Ano da turma 2, a participar na recolha de dados conduzida pelos professores estagiários Fábio José Rodriguez Gonçalves, Florinda Isabel Moreira Gomes e Odília Maria Pereira Gomes, no âmbito da sua dissertação de Mestrado.

Data _____ Assinatura _____

Anexo 2 – Autorização do encarregado de educação (Turma 3)

Funchal, 15 de Outubro de 2009

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

No âmbito do Mestrado em Ensino da Matemática da Universidade da Madeira, o grupo de estágio está a desenvolver um estudo sobre o ensino pela descoberta e a aprendizagem da Matemática em ambientes não tradicionais. Esta investigação visa encontrar e aprofundar métodos que incentivem a aprendizagem de cada aluno ao seu próprio ritmo.

Para este efeito, precisamos de observar e recolher dados sobre o trabalho dos alunos nas aulas de Matemática especialmente preparadas neste sentido. A recolha de dados consistirá na observação e gravação em vídeo e áudio das aulas da turma 3 do 10º ano.

Como tal, solicitamos a sua autorização para proceder à recolha de dados atrás descrita, comprometendo-nos desde já a garantir o anonimato dos alunos e a confidencialidade dos dados obtidos, que apenas serão usados no âmbito da investigação. Agradecendo a colaboração de V. Ex.^a, solicitamos que assine a declaração seguinte, devendo depois destacá-la e devolvê-la.

Com os melhores cumprimentos,

Grupo de estágio

O Presidente do Conselho Executivo

(Fábio José Rodriguez Gonçalves,
Florinda Isabel Moreira Gomes e
Odília Maria Pereira Gomes)

(Maria Gorete dos Santos Perestrelo Silva)

Declaro que autorizo o(a) meu (minha) educando(a) _____

aluno(a) nº ____ do 10º Ano da turma 3, a participar na recolha de dados conduzida pelos professores estagiários Fábio José Rodriguez Gonçalves, Florinda Isabel Moreira Gomes e Odília Maria Pereira Gomes, no âmbito da sua dissertação de Mestrado.

Data _____ Assinatura _____

Anexo 3 – Autorização do encarregado de educação para Actividade extra



Escola Básica e Secundária

Dr. Ângelo Augusto da Silva

Actividade extra-curricular

Os alunos da Turma 2 e 3 do 10º ano que frequentam a disciplina de Matemática de 10ºano, realizarão no dia 12 de Março de 2010 uma actividade relacionada com a utilização da robótica na aula de Matemática, actividade essa que decorrerá fora do horário lectivo habitual dos alunos.

A actividade está programada para ocorrer na Sala de Sessões da Escola entre as 14h e as 17h.

Agradeço desde já a pontualidade dos alunos.

Com os melhores cumprimentos.

O Professor responsável.



Declaração

(A preencher pelo Encarregado de Educação e devolver ao professor responsável)

Declaro que autorizo o(a) meu (minha) educando(a) _____

Aluno(a) Nº ___ da Turma ___ do 10º Ano da Escola Básica e Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva a tomar parte na Actividade relacionada com a utilização da robótica na aula de Matemática, a decorrer entre as 14h e as 17h, no dia 12 de Março de 2010.

Data: _____

Encarregado(a) de Educação: _____

Anexo 4 – Autorização do encarregado de educação para Actividade extra



Escola Básica e Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva

Actividade extra-curricular

Os alunos da Turma 2 e 3 do 10º ano que frequentam a disciplina de Matemática de 10ºano, realizarão no dia 26 de Março de 2010 uma actividade relacionada com a utilização da robótica na aula de Matemática, actividade essa que decorrerá fora do horário lectivo habitual dos alunos.

A actividade está programada para ocorrer na Sala de Sessões da Escola entre as 14h e as 17h.

Agradeço desde já a pontualidade dos alunos.

Com os melhores cumprimentos.

O Professor responsável.



Declaração

(A preencher pelo Encarregado de Educação e devolver ao professor responsável)

Declaro que autorizo o(a) meu (minha) educando(a) _____

Aluno(a) Nº ____ da Turma ____ do 10º Ano da Escola Básica e Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva a tomar parte na Actividade relacionada com a utilização da robótica na aula de Matemática, a decorrer entre as 14h e as 17h, no dia 26 de Março de 2010.

Data: _____

Encarregado(a) de Educação: _____

Anexo 5 – Actividade “Passeando com Robots na cidade do Funchal”



Nome: _____ Nº _____ Turma: _____

Data: __/__/__ Passeando com Robots na cidade do Funchal  Ficha de Actividades nº __

Já construiste o teu Robot Todo-o-terreno. Chegou a hora de testá-lo!

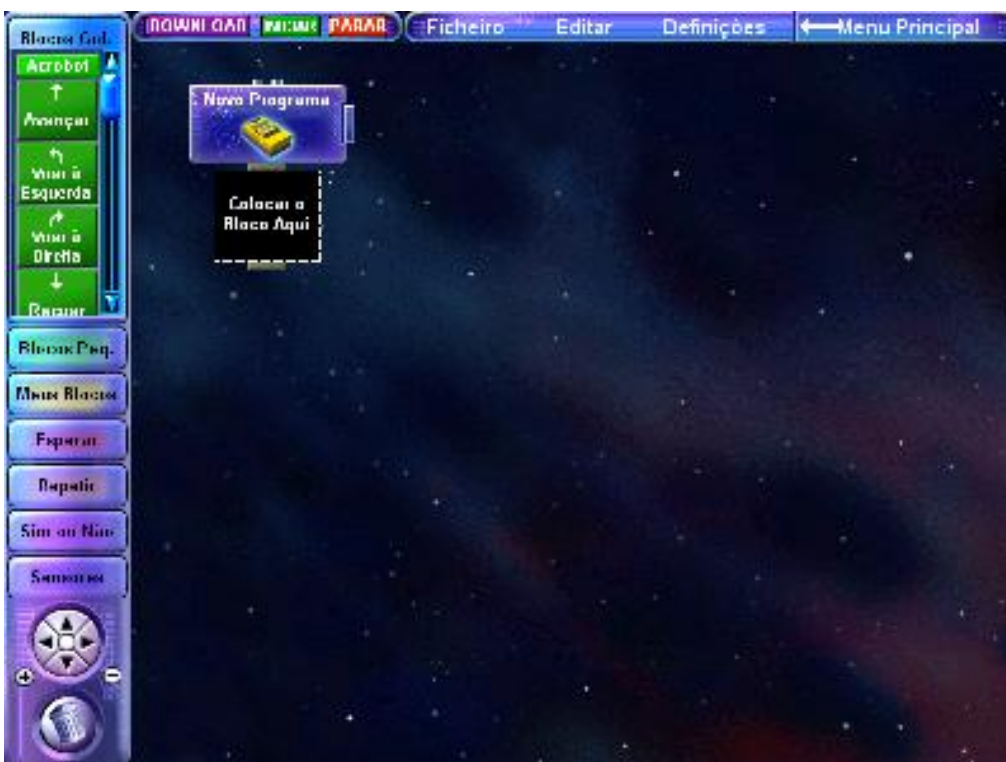
O teu computador tem instalado o software Robotics Invention System 2.0 e uma torre de infravermelhos para comunicar com o teu robot.

Para acederes ao ambiente de programação RCX Code deves seguir os seguintes passos:

1. Faz um duplo clique em Robotics Invention System 2.0;
2. Opta por **Run**;
3. No **LOGIN** selecciona **turma 2** ou **turma 3** e clica em **Enter**;
4. Entra em **Program**;
5. Selecciona **Pick a Robot**;
6. Selecciona o **Roverbot** e clica em **Program This Robot**;



Deverás visualizar, neste momento, o ambiente de programação RCX Code:



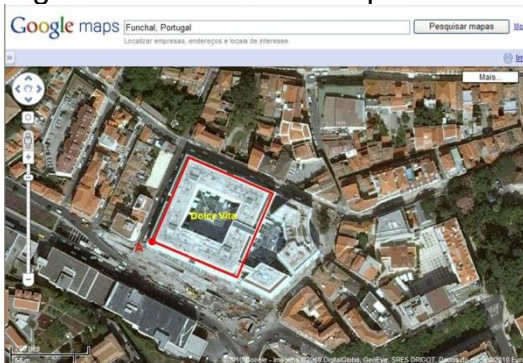
7. Efectua o programa de acordo com o trajecto que pretendes.

8. Coloca o robot de frente para a torre e faz o **download** do programa. O robot emite um sinal sonoro quando o *download* estiver concluído.

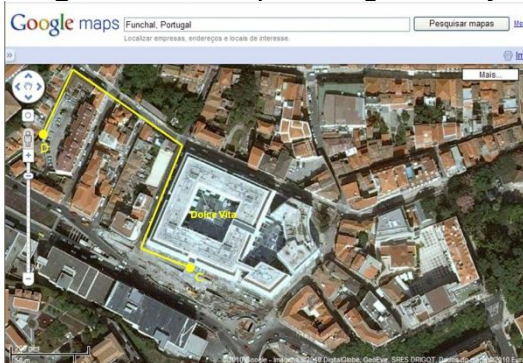
9. Carrega no botão **run** do robot para que ele efectue a viagem por ti programada.

As tarefas que te propomos consistem na programação do teu robot para que ele seja capaz de realizar as viagens seguintes:

Viagem 1. No mapa 1 contornar o quarteirão do Dolce Vita , isto é, partindo de um ponto A e regressando ao mesmo ponto.



Viagem 2. No mapa 1 seguir o trajecto indicado partindo do ponto C e chegando ao ponto D.



Viagem 3. No mapa 2 dar uma volta à Rotunda do Infante, isto é, partindo do ponto B e regressando ao mesmo ponto.



Regista os programas que efectuaste para cada viagem para que possas explicá-los posteriormente aos teus colegas.

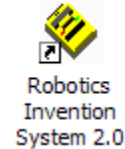
Anexo 6 – Ficha informativa – Instruções de programação



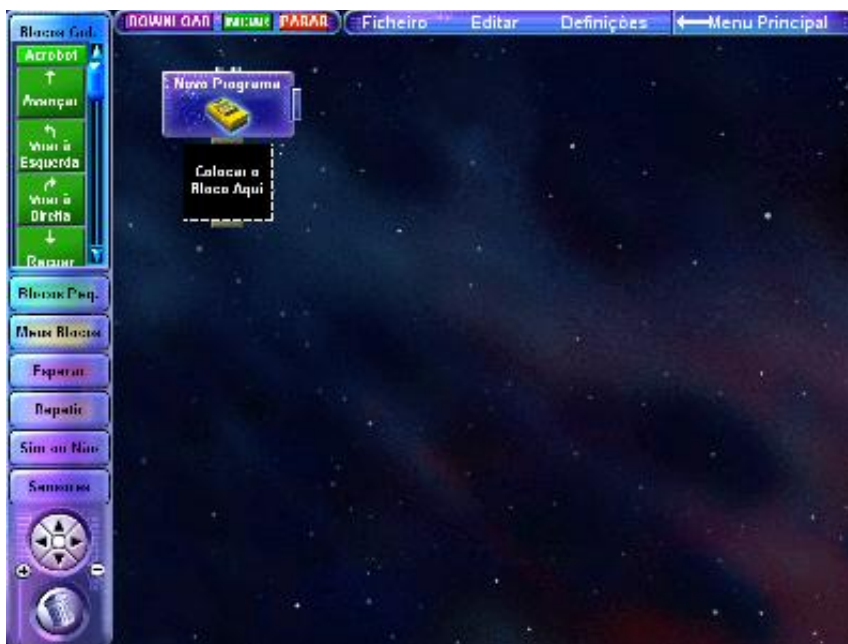
O teu computador tem instalado o software *Robotics Invention System 2.0* e uma torre de infravermelhos para comunicar com o teu robot.

Para acederes ao ambiente de programação *RCX Code* deves seguir os seguintes passos:

1. Faz um duplo clique em *Robotics Invention System 2.0*;
2. Opta por **Run**;
3. No **LOGIN** selecciona **turma 2** ou **turma 3** e clica em **Enter**;
4. Entra em **Program**;
5. Selecciona **Pick a Robot**;
6. Selecciona o **Roverbot** e clica em **Program This Robot**;



Deverás visualizar, neste momento, o ambiente de programação *RCX Code*:



7. Efectua o programa de acordo com o trajecto que pretendes.
8. Coloca o robot de frente para a torre e faz o **download** do programa. O robot emite um sinal sonoro quando o **download** estiver concluído.
9. Carrega no botão **run** do robot para que ele efectue a viagem por ti programada.

Anexo 7 – Ficha de Trabalho 1



Nome: _____ Nº _____ Turma: _____

Data: __/__/__ **Unidade Temática:** Funções e Gráficos

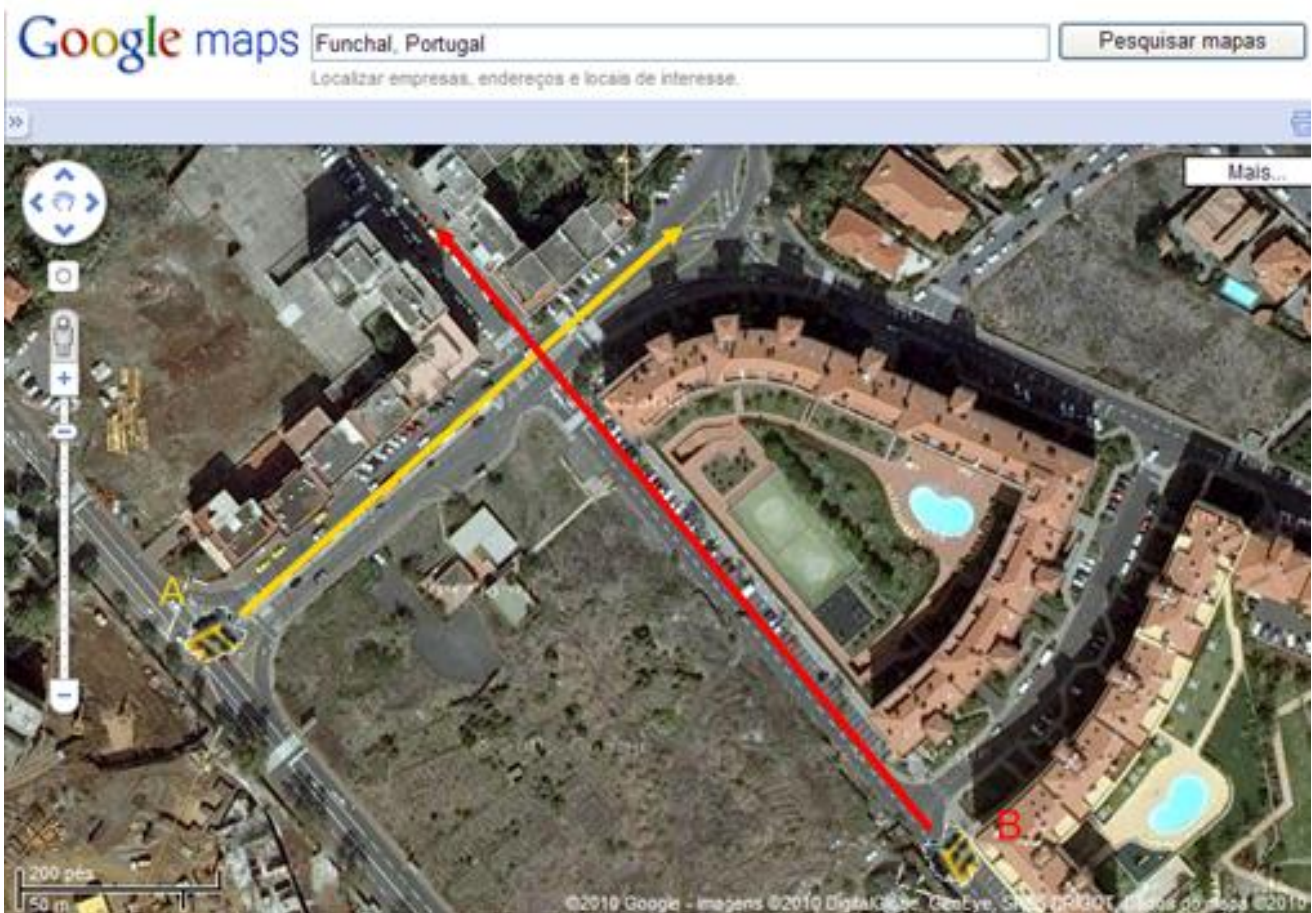
Ficha de Actividades nº __

1. Na figura estão representados dois robots *Roverbot* (“Todo-o-terreno”), A e B, a caminho do cruzamento. Ao chegarem ao cruzamento, ambos continuam em frente.

No instante inicial, os robots A e B encontram-se na realidade, respectivamente, a 150 metros e a 225 metros do cruzamento.

Os dois robots deslocam-se à mesma velocidade, que é constante durante todo o percurso.

Considera x a distância percorrida por cada robot desde o momento inicial e d a distância entre os dois robots.



Pretende-se observar e determinar a distância entre os dois robots ao longo do percurso. Certamente a primeira ideia que nos ocorre será programar os robots para efectuarem a viagem descrita, mas dessa forma não é possível registar a distância entre eles ao longo do percurso. Através da experimentação e programando os dois robots descreve o processo utilizado elaborando um relatório.

Pistas para elaborares o relatório:

- ◆ Tira apontamentos durante a realização da tarefa;
- ◆ Descreve o que fizeste de uma forma clara e organizada;
- ◆ Estrutura o relatório em: introdução, desenvolvimento e conclusão.

Introdução

- ◆ Apresenta a tarefa proposta e indica os materiais utilizados.

Desenvolvimento

- ◆ Relata os passos do trabalho realizado, explicando como pensaste e as estratégias usadas. Descreve as dificuldades sentidas e como as ultrapassaste. Apresenta as conclusões obtidas, devidamente fundamentadas.

Conclusão

- ◆ Faz um comentário global do trabalho desenvolvido e um resumo do que aprendeste. Comenta o interesse da tarefa e dos materiais utilizados.

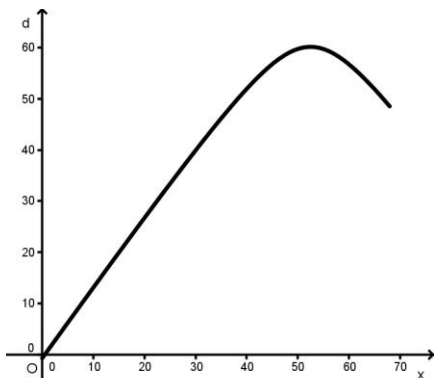
Além das pistas dadas deverás também ter em consideração os seguintes pontos na elaboração do relatório:

1.1. Organiza uma tabela de valores onde conste os valores de x e a distância d entre os robots.

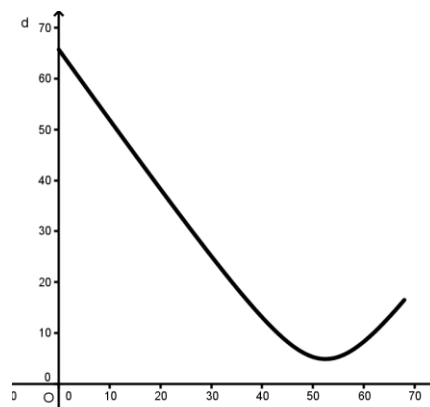
1.2. Justifica a afirmação: “a correspondência é uma função”.

1.3. Qual é o domínio, o contradomínio, a variável independente e dependente da função?

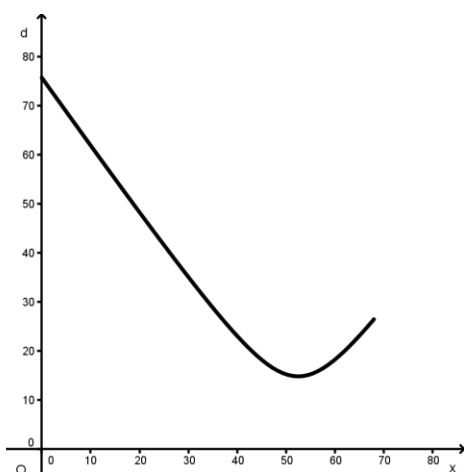
1.4. Qual dos gráficos seguintes pode ser o da função que, para cada valor de x , dá a distância $d(x)$ entre os dois robots? Justifica a tua resposta apontando as razões que te levaram a rejeitar os restantes gráficos e a aceitar o gráfico escolhido.



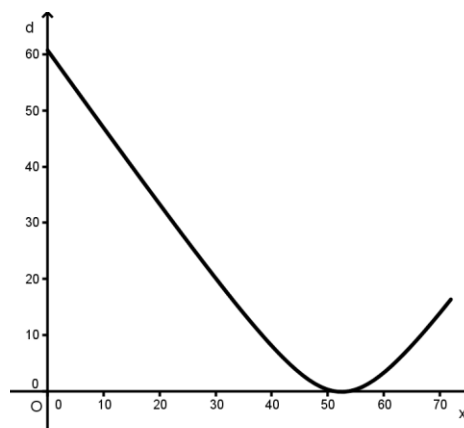
(A)



(B)



(C)



(D)

1.5. A função d é injectiva? Justifica a tua resposta.

1.6. Define a função d por uma expressão analítica.

1.7. Confirma usando a expressão analítica e a calculadora gráfica os valores obtidos na tabela da alínea 1.1. e o gráfico escolhido na alínea 1.4.

1.8. Constroi uma tabela de variação de d e indica, caso existam, os extremos de d .

Critérios de avaliação

Os aspectos a ter em conta para a avaliação do teu trabalho são os seguintes:

- ◆ Apresentação escrita;
- ◆ Correção e clareza da linguagem;
- ◆ Estrutura e organização;
- ◆ Rigor dos conceitos matemáticos;

Adaptado do Exame Nacional do Ensino Secundário – Época especial 2002- questão n.º 3

Anexo 8 – Tarefa 1



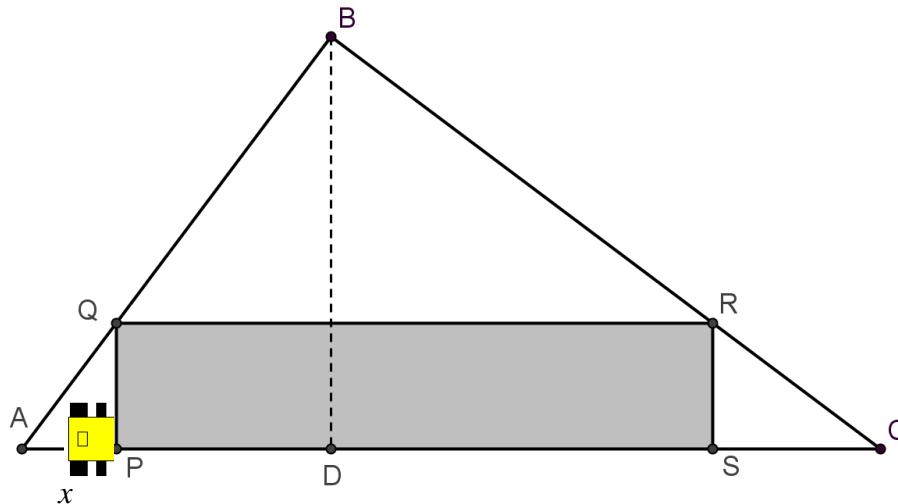
Nome: _____ Nº _____ Turma: _____

Data: __/__/__

Unidade Temática: Funções e Gráficos

Tarefa nº 1

1. Observa a seguinte figura, semelhante à que dispões na cartolina.



Na figura está representado um triângulo rectângulo $[ABC]$ cujos catetos, $[AB]$ e $[BC]$, medem respectivamente, 60 cm e 80 cm .

O segmento $[BD]$ é a altura do triângulo relativa à hipotenusa.

Considera que o robot se desloca sobre $[AD]$, nunca coincidindo com A , nem com D .

Os pontos Q , R e S acompanham o movimento do robot, de tal forma que, para cada posição do ponto P correspondente à posição do robot, $[PQRS]$ é um rectângulo.

Sabe-se que :

- O segmento $[PS]$ está contido em $[AC]$
- Os pontos Q e R pertencem a $[AB]$ e a $[BC]$, respectivamente.
- $\overline{AC} \bullet 100\text{ cm}$, $\overline{BD} \bullet 48\text{ cm}$ e $\overline{AD} \bullet 36\text{ cm}$.

1.1. Seja x a distância do ponto A ao ponto P . Mostra que $\overline{PQ} \bullet \frac{4}{3}x$ e que $\overline{SC} \bullet \frac{16}{9}x$.

1.2. Seja f a função que, a cada valor de x , faz corresponder a área do rectângulo $[PQRS]$.

1.2.1. Recorrendo ao robot “Todo-o-terreno”, completa a seguinte tabela:

x	\overline{PQ}	\overline{PS}	$f(x)$

Sugestão: Começa por programar o robot para percorrer a distância x , experimentando diferentes valores de x . Desenha o rectângulo $[PQRS]$ que se obtém para cada valor de x . Mede as distâncias necessárias, com a régua, para completares a tabela.

1.2.2. Qual é o domínio da função f ?

1.2.3. Mostra que $f(x) \bullet \frac{100}{27}x^2 \bullet \frac{400}{3}x$.

1.2.4. Recorrendo à calculadora gráfica compara os valores obtidos usando a expressão analítica da função $f(x)$ com os valores da tabela da alínea 1.2.1.

1.2.5. Quais são as dimensões do rectângulo que tem maior área?

1.3. Seja g a função que, a cada valor de x , faz corresponder o perímetro do rectângulo $[PQRS]$.

1.3.1. Usando os valores obtidos na alínea 1.2.1. completa a tabela seguinte:

x	\overline{PQ}	\overline{PS}	$g(x)$

1.3.2. Qual é o domínio da função g ?

1.3.3. Mostra que $g(x) \bullet 200 \bullet \frac{26}{9}x$.

1.3.4. Recorrendo à calculadora gráfica compara os valores obtidos usando a expressão analítica da função $g(x)$ com os valores da tabela da alínea 1.3.1..

1.3.5. Representa graficamente a função g .

1.3.6. Qual é o contradomínio da função g ?

(Adaptado do GAVE- série de problemas n.º5 - Março 2010 – item n.º1)

Anexo 9 – Tarefa 2



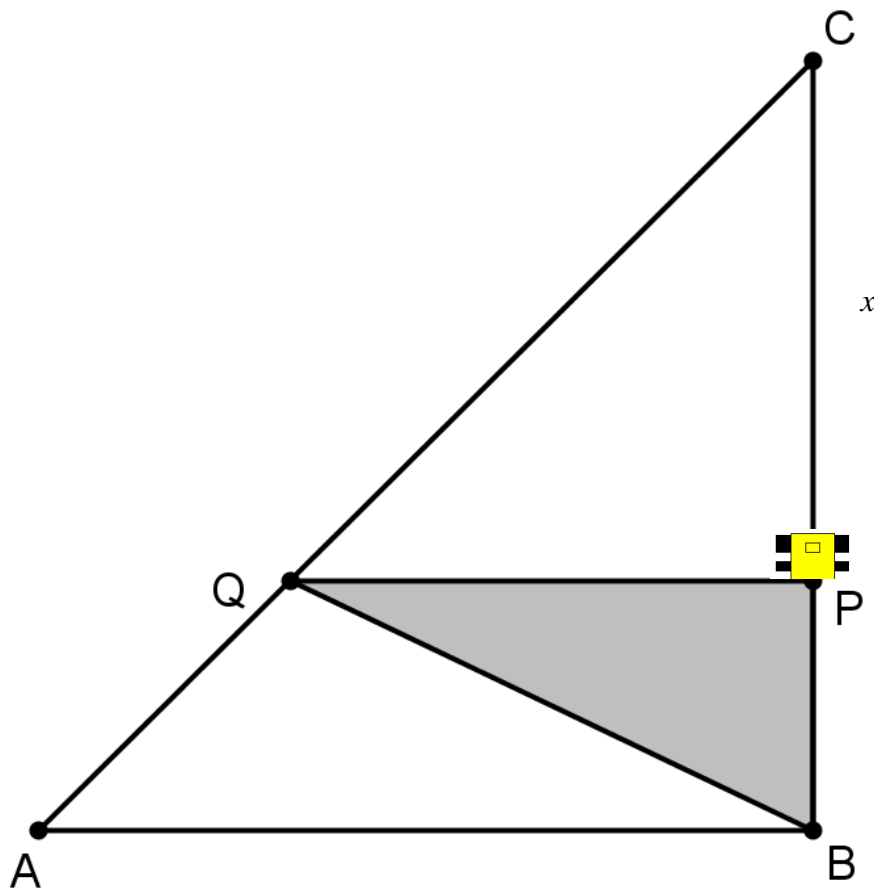
Nome: _____ Nº _____ Turma: _____

Data: __/__/__

Unidade Temática: Funções e Gráficos

Tarefa nº 2

1. Observa a seguinte figura, semelhante à que dispões na cartolina.



Na figura está representado um triângulo rectângulo isósceles $[ABC]$

Tem-se $\overline{AB} \bullet \overline{BC} \bullet 80 \text{ cm}$

Um robot cuja posição é dada pelo ponto P desloca-se sobre o lado $[CB]$, nunca coincidindo com o ponto C , nem com o ponto B .

Um ponto Q desloca-se sobre o lado $[AC]$, acompanhando o movimento do robot, de forma que $[QP]$ seja sempre paralelo a $[AB]$.

Seja f a função que, ao comprimento x do segmento $[CP]$, faz corresponder a área do triângulo rectângulo $[PBQ]$.

1.1. Recorrendo ao robot “Todo-o-terreno”, completa a seguinte tabela:

x	\overline{PQ}	\overline{BP}	$f(x)$

Sugestão: Começa por programar o robot para percorrer a distância x , experimentando diferentes valores de x . Desenha o triângulo rectângulo $[PBQ]$ que se obtém para cada valor de x . Mede as distâncias necessárias, com a régua, para completares a tabela.

1.2. Indica o domínio da função f .

1.3. Mostra que a função f é definida por $f(x) = \frac{1}{2}x^2$.

1.4. Recorrendo à calculadora gráfica compara os valores obtidos usando a expressão analítica da função $f(x)$ com os valores da tabela da alínea 1.1..

1.5. Determina o máximo da função f . Como classificas, quanto aos lados, o triângulo $[PBQ]$ que tem maior área? Justifica.

1.6. Determina os valores de x para os quais a área do triângulo $[PBQ]$ é inferior a 600 m^2 .

(Adaptado do GAVE- série de problemas n.º 5 - Março 2010 – item n.º2)

Anexo 10 – Tarefa 3



Nome: _____ Nº _____ Turma: _____

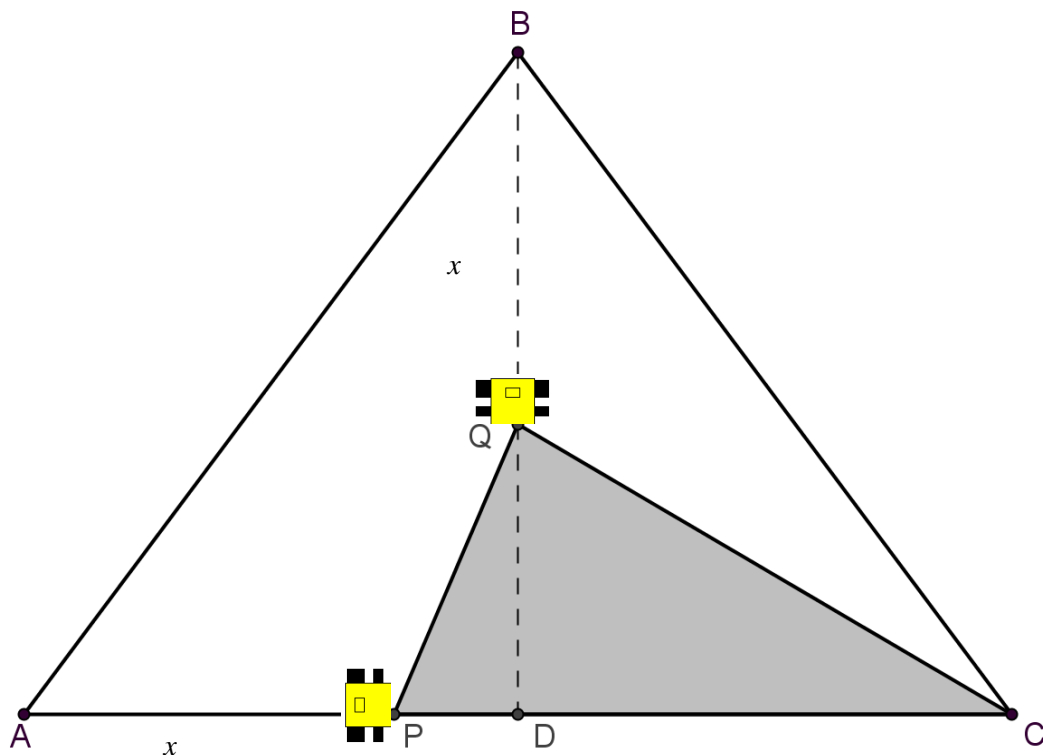
Data: __/__/__

Unidade Temática: Funções e Gráficos

Tarefa nº 3

1. Observa a seguinte figura, semelhante à que dispões na cartolina.

Na figura está representado um triângulo $[ABC]$, isósceles ($\overline{AB} \bullet \overline{BC}$).



Sabe-se que:

- $[BD]$ é a altura do triângulo $[ABC]$, relativa ao lado $[AC]$
- $\overline{BD} \bullet 80$ e $\overline{AC} \bullet 120$

Considera dois robots, um robot cuja posição é dada pelo ponto Q e que se desloca sobre o segmento $\bullet \overline{BD}$ e nunca coincide com D , e um outro cuja posição é indicada pelo ponto P que se desloca sobre o segmento $[AC]$ de tal forma que temos sempre $\overline{PA} \bullet \overline{QB}$.

Para cada posição Q do robot, seja x a distância de Q a B ($x = \overline{QB}$).

Seja a a função que, a cada valor de x , faz corresponder a área do triângulo $[PQC]$

1.1. Recorrendo ao robot “Todo-o-terreno”, completa a seguinte tabela:

x	\overline{PC}	\overline{QD}	$a(x)$

Sugestão: Começa por programar o robot para percorrer a distância x , experimentando diferentes valores de x . Desenha o triângulo $[PQC]$ que se obtém para cada valor de x . Mede as distâncias necessárias, com a régua, para completares a tabela.

1.2. Qual é o domínio e qual é o contradomínio da função a ?

1.3. Mostra que $a(x) = \frac{x^2 + 200x + 600}{2}$.

1.4. Recorrendo à calculadora gráfica compara os valores obtidos usando a expressão analítica da função $a(x)$ com os valores da tabela da alínea 1.1..

(Adaptado do GAVE- série de problemas n.º 4 - Fevereiro 2010 – item n.º6)

Anexo 11 – Teste de avaliação



Teste de Avaliação de Matemática A – 10.º Ano

Duração da Prova: 90 min

21 de Maio de 2010

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____

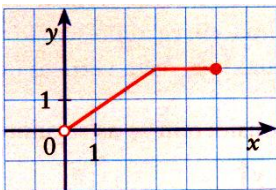
Classificação: _____ Professores: _____

1º Parte

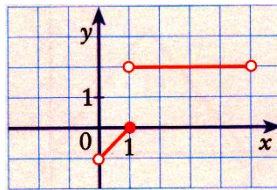
Para cada uma das cinco questões deste grupo, seleccione a resposta correcta de entre as alternativas que são apresentadas e escreva na sua folha de respostas a letra que lhe corresponde. Não apresente cálculos. Atenção! Se apresentar mais do que uma resposta, a questão será anulada, o mesmo acontecendo em caso de resposta ambígua.

1. Sabe-se que $D_f = [0, 5]$ e $D'_f = [0, 2]$. Qual dos gráficos pode representar a função f ?

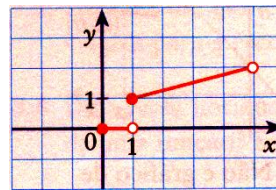
(A)



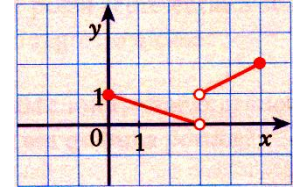
(B)



(C)



(D)



2. Seja g uma função cúbica com $1, 1$ e 3 como zeros, e cujo gráfico intersecta a recta de equação $y = 18$ no ponto de abcissa 2 . Uma expressão analítica possível para g é:

(A) $2x^3 - 4x^2 + 1x - 3$;

(B) $3x^3 - 4x^2 + 1x - 3$;

(C) $2x^3 - 4x^2 - 1x - 3$;

(D) $3x^3 - 4x^2 - 1x - 3$.

3. A figura representa o gráfico da função f que relaciona em cada instante a altura de um desportista em relação ao solo.

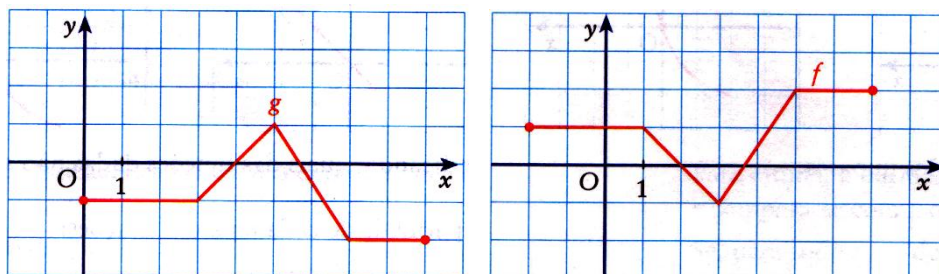
O gráfico é formado por um segmento de recta e parte de uma parábola.

A função f é definida por: $f(x) = \begin{cases} 0,5x & \text{se } 0 \leq x \leq 5 \\ -0,5x^2 + 6,5 & \text{se } 5 \leq x \leq 9,3 \end{cases}$

Indique qual das seguintes afirmações é verdadeira:

- (A) O salto do desportista durou apenas 8 segundos;
- (B) A altura do atleta foi superior a 3 metros durante 4 segundos;
- (C) A altura máxima atingida pelo desportista foi de 7 metros;
- (D) Para $t \in [3,5$ e $t \in [8$ o desportista esteve a $3,5 m$ do solo.

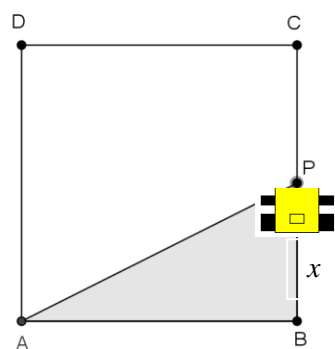
4. Os gráficos seguintes representam duas funções f e g .



Qual das seguintes afirmações pode ser verdadeira?

- (A) $g(x) = f(x) + 2$
- (B) $g(x) = f(x) + 2$
- (C) $g(x) = f(x) + 2$
- (D) $g(x) = f(x) + 2$

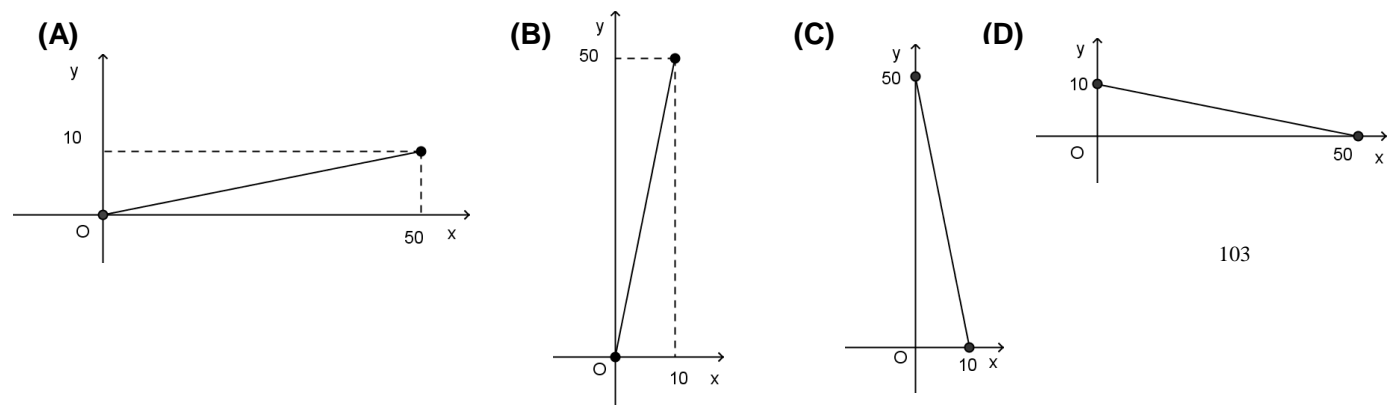
5. Na figura está representado um quadrado $[ABCD]$ cujo lado mede $10 cm$.



Um robot “Todo-o-terreno” cuja posição é dada pelo ponto P desloca-se sobre o lado $[BC]$.

Seja x a distância de B a P ($x = \overline{BP}$).

Uma representação gráfica da função que a cada x faz corresponder a área do triângulo $[ABP]$ é:



2ª Parte

Apresente o seu raciocínio de forma clara, indicando todos os cálculos que tiver de efectuar e todas as justificações necessárias às respostas. Quando não é indicada a aproximação que se pede para um resultado, pretende-se sempre o valor exacto.

6. Um pequeno submarino usado em missões de pesquisa científica efectuou um percurso até uma ilha. No percurso até a ilha, o submarino tem de voltar à superfície de forma a evitar alguns rochedos. Durante esse percurso, a profundidade atingida pelo submarino, em metros, ao longo do tempo, em minutos, é dada pela seguinte expressão:



$$p(t) = t^4 - 13t^3 + 5t^2 + 63t, \quad 0 \leq t \leq 7$$

em que t é o tempo de percurso e p a profundidade do submarino.

6.1. Quando passa o submarino pela zona dos rochedos?

6.2. Ao fim de quanto tempo chega o submarino à ilha?

6.3. Qual a profundidade máxima atingida pelo submarino? Resposta em metros aproximada aos décimetros.

6.4. Em que intervalos de tempo o submarino se encontra a mais de 10 metros de profundidade? Dá a resposta em minutos e segundos.

7. Considera o polinómio $P(x) = x^4 - 4x^3 + 5x^2 - 6x + 36$.

7.1. Mostra que o polinómio é divisível por $x - 3$.

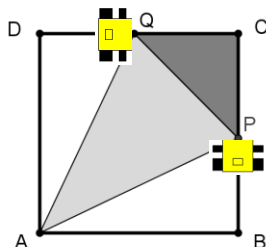
7.2. Verifica que 3 é zero do polinómio.

7.3. Decompõe o polinómio $P(x)$ em factores do primeiro grau.

7.4. Resolva a inequação $P(x) \geq 0$. (Sem recorrer à calculadora gráfica)

8. Determine o polinómio de terceiro grau que admite os zeros $\lambda_1, 1$ e 2 e o resto da sua divisão por $x - 3$ é 2 .

9. Na figura está representado o quadrado $[ABCD]$, com 8 cm de lado.



Considera dois robots, um cuja posição é dada pelo ponto P e que se desloca sobre o lado $[BC]$, e um outro cuja posição é indicada pelo ponto Q que se desloca sobre o lado $[DC]$ de tal forma que temos sempre $\overline{BP} = \overline{DQ} = x$.

A cada posição dos robots correspondem os triângulos $[APQ]$ e $[PQC]$, em que a área, em centímetros quadrados, é dada respectivamente pelas funções f e g .

9.1. Mostra que:

9.1.1. $g(x) = \frac{1}{2}(8 - x)^2$;

9.1.2. $f(x) = \frac{x^2}{2} + 8x - 32$.

9.2. Calcula $f(0)$, $f(8)$, $g(0)$, $g(8)$ e interpreta os resultados no contexto do problema.

9.3. Determina para que valor de x se tem a área do triângulo $[PQC]$ igual a 18 cm^2 .

9.4. Recorre à calculadora para determinar **graficamente** a solução do seguinte problema: Qual o valor de x para o qual a área do triângulo $[PQC]$ é igual a 30% da área do triângulo $[APQ]$? Apresenta o valor pedido na forma de dízima, arredondado às décimas.

FIM

Cotações

1.	2.	3.	4.	5.	6.1.	6.2.	6.3.	6.4.	6.5.	7.1.	7.2.	7.3.	7.4.	7.5.	8.1.	8.2.	8.3.	8.4.	8.5.	8.6.	9.1.	9.2.	9.3.	Total
10	10	10	10	10	8	8	7	6	9	7	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	12	7	7	200