FOLHA DE ROSTO

DECLARAÇÃO

Paulo Jorge Franco Rodrigues de Carvalho

Endereço electrónico: paulojfrcarvalho@net.sapo.pt *Telefone: 252317160*

Bilhete de identidade: 7805891

Título da tese – *Logo e educação matemática: um estudo de caso no 4.º ano de escolaridade*

Orientador: Prof. Doutor António José Osório

Ano de conclusão: 2005

Mestrado em Estudos da Criança – Ensino e Aprendizagem da Matemática

Universidade do Minho, __ de Outubro de 2005

____

AGRADECIMENTOS:

Finalizado este trabalho, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas e entidades que de algum modo contribuíram para a sua concretização:

- Ao meu orientador, Prof. Doutor António Osório pelo espírito aberto com que orientou o trabalho e pela sua disponibilidade;
- Ao director do curso de mestrado, Prof. Doutor Pedro Palhares pela sugestão e encaminhamento para este rumo, face à nossa curiosidade em conhecer o Logo e também pelo apoio prestado ao longo desta caminhada;
- À minha colega Ana, por ter disponibilizado a sua turma, a sua escola e todo o seu apoio, muitas vezes, em condições difíceis;
- À minha colega Manuela pela sua colaboração no acompanhamento do"Filinto" e pelas impressões que trocámos;
- Aos funcionários da Biblioteca Municipal de Vila Nova de Famalicão e ao meu pai, pela sua colaboração nas pesquisas relacionadas com a Ponte da Lagoncinha;
- Aos colegas do órgão de gestão do Agrupamento de Escolas de Ribeirão pelo apoio que me deram à realização do trabalho de campo e pela desburocratização de trâmites relacionados com a visita de estudo efectuada;
- À Junta de Freguesia de Ribeirão pela disponibilização gratuita de transporte para a visita de estudo à ponte da Lagoncinha;
- Por último, à minha família pelo apoio incondicional e permanente que me deu e pelas privações que passou durante estes longos meses, que agora terminam.

Logo e educação matemática: Um estudo de caso no 4.º ano de escolaridade

RESUMO

Porque é o Logo um tema polémico? Será a sua filosofia educacional totalmente desprezável na educação matemática, ou as mudanças na cultura do conhecimento que o seu autor reclama são demasiado desafiadoras para que possam ser aceites? A actual tendência para ver o Logo como "apenas mais um recurso na sala de aula" pode significar que ainda resistimos a olhar para o seu grande potencial de mudança, enquanto filosofia de ensino e de vida.

A nossa pesquisa sugere que a assunção do papel de professor construcionista pela primeira vez implica uma dura luta interna e que a análise dos resultados da implementação do Logo não pode fazer-se com recurso a metodologias de investigação tradicionais. Ultrapassados estes obstáculos culturais e metodológicos, talvez um dia, mais pessoas olhem com justiça para a proposta de Papert.

Logo and mathematics education: a case study on elementary education (4th grade)

ABSTRACT

Why is Logo a controversial matter? Is such a philosophy fully contemptible in mathematics education, or the changes it requires in knowledge's culture are an excessive challenge for suitable acceptance? The existing tendency to contemplate it just as "one more resource in the classroom" might mean that we still oppose to look at its great potential of change, as a teaching and living philosophy.

Our research indicates that it is very hard to behave as a Logo teacher for the first time, and the analysis of the results of Logo implementation does not fit into traditional researching methodologies. Overcoming these cultural and methodological obstacles it is possible that more people will look fairly at Papert's proposal.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

ÍNDICE DE QUADROS

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Com este trabalho pretende-se dar um contributo para uma reflexão sobre o ensino da matemática no 1.º Ciclo do Ensino Básico. A falta de relevância da matemática escolar para os seus alunos constitui um importante problema identificado por diversos autores. Esse problema pode equacionar-se da seguinte forma:

- O ensino da matemática é pouco relevante no plano pessoal e social.

Tendo tomado contacto com trabalhos de Seymour Papert e com a linguagem/filosofia Logo, propusemo-nos abordar a problemática em causa, através de uma intervenção pedagógica com recurso ao Logo. O estudo que realizámos orientou-se em torno das seguintes questões:

- De que forma poderá a filosofia Logo ajudar a matemática escolar a aproximar-se das preocupações e interesses das crianças e da comunidade envolvente?
- Como poderá a implementação da filosofia Logo ajudar os professores a questionar importantes concepções sobre a matemática e o seu ensino?
- Como pode a implementação da filosofia Logo atender às finalidades do Currículo Nacional?[1]

O que nos terá levado a estudar a proposta de Papert? Parece-nos importante explicar aqui, como e porque razão nos surgiu a ideia de que as crianças poderiam aprender melhor, programando computadores.

Há cerca de 13 anos tivemos a oportunidade de aprender a programar computadores em linguagem Basic, no âmbito da frequência de uma disciplina de computação do plano de um curso de engenharia mecânica. Após a frequência de um curso de estudos superiores especializados (em educação infantil e básica) nas áreas da matemática elementar e de ciências da natureza, já no mestrado, mostrámos curiosidade pela Linguagem Logo, porque considerámos que a experiência que havíamos tido com o

[1] Na *Organização Curricular e Programas do Ensino Básico -1.º Ciclo* (Ministério da Educação, 2004), as grandes finalidades da matemática do Ensino Básico são:

• desenvolver a capacidade de raciocínio,

• desenvolver a capacidade de comunicação,

• desenvolver a capacidade de resolver problemas.

Basic tinha sido interessante: programar um pequeno computador pessoal passou a ser uma tarefa importante na resolução de problemas com que nos confrontávamos frequentemente nos domínios da Mecânica de Fluidos, Termodinâmica, Estatística, Mecânica Aplicada e outros.

Como sabíamos que a proposta de Papert tinha já longos anos de discussão e era rotulada de utópica, optámos por começar por tentar perceber as razões dessa utopia. Para tal, estudámos um pouco o que outros autores escreviam sobre o Logo e, só mais tarde, é que lemos *Mindstorms* (Papert 1988). Agora, com este distanciamento, consideramos que teria sido mais linear e abreviado o nosso estudo se tivéssemos feito ao contrário.

Temos que confessar que durante bastante tempo andámos "bloqueados" a tentar discernir o que o Logo poderia trazer de novo à matemática ensinada pelas velhas práticas da escola tradicional. Apesar desta nossa opção ter tido o inconveniente de nos manter durante bastante tempo distantes de compreender o essencial da tese de Papert, permitiu-nos mais tarde compreender os argumentos com que Papert rebate as críticas que lhe são dirigidas. Essa pesquisa levou-nos a reconhecer a existência de incoerências na nossa expectativa inicial de que seria possível comparar as opiniões desses autores com as de Papert, relativamente a questões específicas relacionadas com o Logo, enquanto mero recurso didáctico.

À medida que líamos Papert constatávamos que os dois lados não falavam da mesma coisa. A filosofia de vida de uns e de outros é demasiado distante e impede os autores que falam de Papert de olhar para onde ele olha. Foi assim que chegámos à conclusão de que, para podermos falar da proposta de Papert, ou a apreciamos na sua plenitude (tentando-nos colocar na sua perspectiva de ensino e de vida), ou dificilmente poderíamos compreendê-la. Encontrámos referenciados alguns estudos que colocam consideráveis interrogações ao Logo, mas, na sua maioria, até sublinham diversas potencialidades que ele promete, mesmo quando colocado ao serviço de práticas que nada têm a ver com o Construcionismo. Embora não desprezemos as indicações que nos são dadas por esses estudos, a verdade é que não nos preocupámos em lhes dar grande relevância dado que eles pouco, ou nada, dizem sobre o Logo, como filosofia educacional.

Resumindo, começámos por olhar o Logo como mais um recurso didáctico para melhor ensinar a matemática existente e acabámos por ver nele não só uma filosofia educacional nova para nós, mas também uma filosofia de vida que não nos deixou indiferentes e que acabou por se converter no nosso objecto de estudo.

Numa época em que a matemática continua a ser olhada como o inimigo social implacável, que os nossos alunos se vêem obrigados a combater, podemos encontrar abordagens educacionais que rebatem esta imagem da disciplina? Afinal, a matemática é também para uma minoria, uma fonte de prazer, de auto estima e de realização pessoal. Qual a distância entre estas as duas formas de "viver" a matemática? São incompatíveis, ou estão num contínuo? Será possível fazer com que mais crianças gostem da matemática escolar, mesmo aquelas que já não gostam?

Como alcançamos esse desígnio? Mudando apenas as metodologias, ou mudando também a própria matemática que é oferecida pelas escolas? Como reagirão os seus protagonistas a essa mudança? Estarão preparados para aceitar outras alternativas, desprendendo-se das marcas deixadas pelas suas vivências pessoais e profissionais nas suas perspectivas de vida e de ensino?

Cremos que a evolução nas diversas áreas da investigação em educação matemática ao longo das últimas décadas, como são os casos dos domínios afectivo e social, poderá constituir-se actualmente como uma base conceptual que nos permita avaliar hoje, de forma renovada, o interesse de diversas propostas educacionais para o ensino da matemática no Ensino Básico.

Longe de se considerar recente, e frequentemente alvo de polémica, a proposta que escolhemos para o nosso trabalho é por muitos considerada como utópica. Os obstáculos institucionais e culturais à sua plena implementação levam muitos educadores e decisores a olhá-la com algum desprezo e incómodo face às profundas mudanças por ela reclamada na escola e na sociedade.

Será a proposta de Papert para o ensino da matemática totalmente desprezável e completamente impraticável, ou estará actualmente subavaliada? Será incompatível com a necessidade de seguir o Currículo Nacional? Será um obstáculo incontornável para os professores, ou uma oportunidade destes viverem experiências susceptíveis de induzir as (desejadas) mudanças nas suas concepções que os planos de formação inicial e contínua ainda não conseguiram?

Nos capítulos que se seguem, começamos por fazer uma breve análise do panorama do ensino da matemática, em que consideramos duas perspectivas que nos pareceram importantes: a forma como as sociedades encaram a matemática e o seu ensino e a matemática que é oferecida pelas escolas (secções 2.1. e 2.2.).

Após a definição dos contornos da nossa visão dos conceitos de *resolução de problema* e de *poder matemático* que consideramos importante delinear, dado a sua ambiguidade, passamos à exposição de algumas ideias assumidas por diferentes perspectivas do ensino da matemática que acreditamos poderem ser importantes na apreciação da proposta de Papert (secções 2.3., 2.4. e 2.5.).

No capítulo 3 analisamos o Logo na perspectiva de Seymour Papert. No capítulo 4 tentamos esboçar alguns princípios do ensino da matemática, com base na promessa que o Logo representa para nós e na contribuição de outras perspectivas, explorando contrastes e analogias entre elas.

No capítulo 5, descrevemos o conetxto do estudo, damos conta do nosso posicionamento no espectro dos paradigmas, das nossas preocupações metodológicas e suas implicações no planeamento e desenvolvimento do estudo.

Em seguida, nos capítulos 6 e 7, apresentamos os resultados do trabalho de campo, confrontando-os com as questões previamente levantadas e tiramos ilações desses contrastes.

Finalmente, no último capítulo fazemos uma síntese do nosso trabalho, da sua pertinência, e das principais ideias que dele resultam.

Na redacção e formatação deste trabalho seguimos as indicações do Manual de Publicação da Associação Americana de Psicologia (APA, 2001).

CAPÍTULO 2 – A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO ENSINO BÁSICO

Papert vê no Logo um bom caminho para aprender matemática. Para tentarmos perceber o que outros autores consideram importante no ensino da matemática, pesquisámos um pouco sobre outras perspectivas que nos pareceram relevantes. O leitor vai encontrar referências a outras abordagens, centradas em aspectos mais específicos da educação matemática. Cabem neste rol as abordagens centradas no domínio afectivo, nos aspectos social e cultural do processo de aprendizagem e ainda uma perspectiva da natureza do pensamento matemático. Vimos necessidade de explorar um pouco destas abordagens para melhor compreender certos aspectos da filosofia Logo e perceber também um pouco melhor como outros autores olham para uma proposta que tem tanto de promissor como de utópico, aos olhos de muitos.

O leitor vai encontrar críticas à escola que temos, julgamentos desfavoráveis em relação a práticas protagonizadas por pessoas como nós, professores. Pode em certos momentos pensar que este trabalho lembra um exercício de auto flagelação, onde vemos os professores como maus profissionais. Não é com esse com esse espírito que o fazemos! Fazemo-lo porque acreditamos que conseguimos descrever melhor o que queremos, contrastando com aquilo que não queremos. E como aquilo que não queremos está muitas vezes no nosso dia-a-dia de professores, precisámos de o evocar. Estamos conscientes de que o problema da educação matemática transcende em muito tudo o que os professores possam fazer... e fazem-no! Por vezes fazem "milagres" que ninguém, ou poucos (re)conhecem. Bishop (1999) esclarece que "no es que el enseñante no reconozca la humanidad y los intereses personales de los alumnos como individuos: la *educación matemática* es la que no los reconoce" (p. 30). Os políticos, com as políticas educativas, sociais e económicas são determinantes na educação que temos e na que teremos. O seu papel é determinante[2] na mudança desejada, mas pode também comprometer o esforço dos professores, ao ponto de reduzi-los ao que os próprios políticos criticam.

2.1. A MATEMÁTICA E O SEU ENSINO NA PERSPECTIVA DAS SOCIEDADES

Papert (1988) relaciona o afastamento dos alunos e das pessoas em geral relativamente à matemática com um certo receio destas relativamente a qualquer tipo de aprendizagem, ao qual o autor chama – *Matofobia*. Papert (1988) explica essa atitude das pessoas com base em algumas crenças que as sociedades em geral alimentam relativamente às potencialidades de cada um de nós e ao próprio conhecimento.

> Dificuldades com a matemática escolar são muitas vezes os primeiros passos de um invasivo processo intelectual que nos leva a definir como um amontoado de aptidões e inaptidões, como sendo "matemáticos" ou "não matemáticos", "artísticos" ou "não artísticos", "músicos" ou "não músicos", "profundos" ou "superficiais", "inteligentes" ou "idiotas". Desse modo, as deficiências tornam-se a identidade e o aprendizado da livre

---

[2] Papert et al. (1999) dirige importantes elogios aos políticos da Costa Rica pela forma como vêem a educação e reflectem essa visão nas suas políticas educativas.

exploração do mundo pela criança é transformado em tarefa desagradável, permeada de inseguranças e restrições auto-impostas. (p. 21)

Segundo este autor, mesmo aqueles adultos que ainda alimentam alguma esperança de vir a aprender alguma coisa encontram-se fortemente impedidos pelas opiniões negativas das pessoas que os cercam, relativamente às suas capacidades.

De entre algumas dessas crenças destaca-se a visão do mundo do conhecimento como um território fortemente marcado por divisões rígidas, onde radicam tipos de conhecimento de natureza diferente, cuja pureza importa preservar. Segundo Papert, esta visão disciplinar do conhecimento é em parte sustentada pelos próprios especialistas das diferentes áreas do saber.

Papert critica a teoria dos hemisférios cerebrais,[3] pelas indicações erradas que dá sobre a natureza do conhecimento e pelas interpretações desajustadas que suscita nas pessoas, que por sua vez, agravam a visão compartimentada do conhecimento que as sociedades já de si sustentam. Por exemplo: a crença de que só há um caminho para aprender matemática, limita a expectativa de aprender matemática a qualquer pessoa que tenha a "parte matemática" do cérebro lesada. Segundo Papert (1988), "nos ambientes Logo, nós eliminamos algumas fronteiras de demarcação: nenhuma atividade com o computador é diferenciada como 'aprender matemática'" (p. 69).

Segundo Yates (1999), nas culturas ocidentais as pessoas cultivam uma visão fortemente negativa da matemática, o que faz desta disciplina um tema a evitar e a recear. Segundo McLeod (1992), estudos levados a cabo nos Estados Unidos revelaram repetidamente que as pessoas se consideram incapazes de um desempenho satisfatório no domínio da matemática.

Esta divisão das pessoas em "espertas" e pessoas "estúpidas" a que Papert (1988) se refere, aliada às crenças atrás referidas, faz com que muitas crianças vejam as suas falhas como o "passaporte para o grupo das pessoas 'estúpidas'" (p. 63). Por sua vez, e

[3] Por exemplo, Springer & Deutsch (1981) citados por Clements & Battista, (1992) e outros estudos em psicologia indicam que os dois hemisférios do cérebro tendem a especializar-se em diferentes tipos de pensamento. Os autores sustentam que em geral, o hemisfério esquerdo tende a especializar-se no pensamento do tipo lógico-analítico. A linguagem é processada nesta parte do cérebro. No hemisfério direito predominam as tarefas do tipo espacial e os empreendimentos do tipo artístico. É nesta parte do cérebro que funciona o pensamento holístico.

como veremos mais adiante (secção 2.5.), as pessoas que acreditam mais nas suas limitações do que nas suas potencialidades, tendem a desinvestir precisamente nos domínios onde mais precisam de se aplicar e de entre esses se destaca vulgarmente a matemática.

Segundo Papert (1988, p. 66) a crença de que há crianças com expectativas comprometidas em determinadas áreas e expectativas prometedoras noutras, é abraçada pela própria psicologia educacional.

Para além de inúmeras outras crenças que não vamos aqui esgotar, destacamos uma única que nos parece importante, na medida em que revela bem o quanto enfraquecidas estão as bases científicas de tais crenças e porque ela suscita um argumento que a rebate redondamente. Falamos da crença de que a aprendizagem só acontece nos lugares e momentos próprios e é resultado de um processo deliberado e organizado. A falta de consistência dos fundamentos desta ideia evidencia-se quando constatamos que as crianças de forma espontânea aprendem inúmeras habilidades no seu dia-a-dia, sem que estejam submetidas a um processo de ensino deliberado. Esta é uma constatação a reter, sem a qual é difícil compreender a coerência da visão de Papert sobre o ensino. Este autor aponta algumas dessas habilidades, tais como a própria linguagem, a orientação no espaço e a capacidade de convencer os próprios pais.

2.2. O ENSINO DA MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DAS ESCOLAS

Confrontado com o insucesso escolar, o sistema educativo procura fazer com que os alunos acreditem que o estudo da matemática é importante, procurando levá-los a sentir a necessidade de se empenharem a fundo nesta disciplina, mas a verdade é que falha nessa tarefa.

Bishop (1999) sublinha três traços que caracterizam os currículos (implementados) que na maioria dos países subsistem à custa de uma pesada herança. Esta última parece eternizar algumas falsas concepções que o autor identifica como responsáveis, em larga medida, pelo panorama de insucesso do ensino da matemática e pelo sentimento de algum desânimo e receio por parte dos alunos em relação à disciplina:

- currículos orientados para o desenvolvimento de técnicas;
- aprendizagem impessoal;
- ensino baseado em textos.

Currículos orientados para o desenvolvimento de técnicas

A expressão de Hersh citada por Thompson (1992) pode ilustrar a visão que os alunos terão da escola tradicional no que concerne à matemática que lhes é oferecida: "First comes the score, but the music never follows" (p. 128).

Usando uma linguagem futebolística, diríamos que é um lugar onde se "treina" muito mas se "joga" pouco. Um lugar orientado por pessoas que ensinam muito, a quem aprende pouco, será provavelmente a imagem que perdura na mente de uma boa maioria dos alunos relativamente à escola que lhes é oferecida.

O quotidiano escolar de hoje no que concerne à matemática baseia-se na sua maioria em práticas onde se treinam e avaliam capacidades isoladamente, para que supostamente, mais tarde, se possam resolver problemas. Estes raramente surgem e quando surgem, fazem pouco sentido, de modo que os alunos dificilmente se conseguem socorrer daquilo que aprenderam. Quando muito, trata-se de práticas onde as tarefas (a que a escola chama problemas) são introduzidas para suscitar o treino de técnicas específicas.

Segundo Bishop (1999), a escola dá uma imagem da matemática como uma disciplina que encarrega o aluno de fazer algo predefinido, seguindo um único caminho, com vista ao domínio de um conjunto exaustivo de técnicas e ferramentas variadas; domínio esse que se assume por si só como sendo o próprio conhecimento matemático.

Segundo Bishop (1999), estas práticas limitam o papel do aluno a um mero seguidor de instruções, apostam no treino como o único caminho para o domínio das técnicas e não o preparam para uma postura crítica face à realidade. O autor acrescenta que mesmo este objectivo (domínio de técnicas) já de si limitador, acaba por falhar na prática, o que para Bishop (1999), só pode ter dois resultados: "Para el niño que tiene éxito es, como mucho, un adiestramiento; pero para el niño que fracasa es un desastre" (p. 26).

Para este autor, aquele que é o grande objectivo destes currículos (domínio de técnicas) constitui-se actualmente como uma tarefa banal que a tecnologia digital, cada vez mais acessível (calculadoras, computadores, etc.) assume com crescente frequência e eficiência.

Tal como defende Schoenfeld (1992), o que está em causa não é o interesse em dotar os alunos do domínio de técnicas. As diversas situações práticas com que nos confrontámos exigem que saibamos utilizar ferramentas tipicamente matemáticas. O que se questiona é a legitimidade dos meios para alcançar essa finalidade.

Numa análise deste tipo de práticas o autor apresenta quatro argumentos que questionam seriamente o interesse das práticas baseadas no treino de técnicas:

1.ª Objecção: encarar a validade

Enquanto educadores, poderemos esperar que os alunos encarem e resolvam os problemas da mesma forma que esperamos, com recurso às técnicas e estratégias que nos parecem mais adequadas?

As práticas demonstram que perante novas situações igualmente susceptíveis do recurso a uma dada técnica, as crianças em geral, não reconhecem essa susceptibilidade.

2.ª Objecção: plausibilidade das situações propostas

Schoenfeld considera que não é o problema que suscita o recurso à técnica, mas sim o contrário. Isso torna muitas vezes a situação pouco plausível apesar dos contextos criados serem muitas vezes retirados da vida real.

3.ª Objecção: a atitude subjacente ao uso de tais exercícios

Segundo Schoenfeld (1992), quase toda a educação ocidental e em particular a educação matemática se baseia numa perspectiva filosófica tradicionalista relativamente à epistemologia que se define como "a ciência do método ou fundamentos do conhecimento":

> What we know is what we can justifiably demonstrate to be true; our knowledge is the sum total of what we know. That is, one's mathematical knowledge is the set of mathematical facts and procedures one can reliably and correctly use. (p. 342)

Como consequência do exposto, Schoenfeld (1992) considera que temos um ensino tradicional que encara o conhecimento como sendo apenas um dos seus próprios aspectos: o conteúdo.

Tradicionalmente concebemos aquilo que os alunos devem conhecer como sendo pedaços isolados, ou assuntos e caracterizamos aquilo que os alunos conhecem em termos de uma certa quantidade de conteúdos que foram aprendidos. Os currículos normalizados e os exames evidenciam esta perspectiva.

De acordo com esta visão, aprender matemática é entendido como dominar segundo uma ordem coerente o conjunto de factos e procedimentos treinados isoladamente, que constituem o corpo matemático.

4.ª Objecção: o efeito cumulativo desses conjuntos de exercícios

Segundo Lampert citada por Schoenfeld (1992, p. 343), o conjunto de vivências que as crianças do 1.º Ciclo têm na sala de aula constituem por si só os alicerces sobre os quais eles constróem a sua compreensão da disciplina.

Estas práticas têm implícitas suposições acerca da natureza da matemática (e da aprendizagem em geral). Uma delas é que a actividade matemática esgota os seus esforços com preocupações internas, alheando-se do que se passa à sua volta e dos interesses, preocupações e experiências prévias dos seus praticantes. Segundo Papert (1988), esta forma de estruturar a nossa imagem do que é ser competente num dado domínio (neste caso a matemática) reduz a imagem da nossa competência e compromete o êxito dos nossos esforços:

> Os educadores sustentam algumas vezes um ideal de conhecimento dotado de um tipo de coerência definida pela lógica formal. Mas esses ideais têm pouca semelhança com a experiência que as pessoas têm de si mesmas.... A discrepância entre a nossa experiência e a idealização do conhecimento tem um efeito: nos intimida, reduz a imagem da nossa competência, e nos conduz a usar estratégias contraprodutivas para aprender a pensar. (p. 205)

Ensino impessoal

Um outro traço que Bishop (1999) identifica na maioria dos currículos implementados é o carácter impessoal das aprendizagens: as tarefas são concebidas, propostas e acompanhadas como se fossem independentes de cada um dos alunos que as desenvolvem. Todas as tarefas são bem definidas do princípio ao fim, as regras são fixadas e à custa do treino e da persistência, o aluno tem que se adaptar. Aqui, a experiência pessoal não parece ser preocupação importante e o estilo de aprendizagem é imposto (suposto ser o melhor para cada situação).

Nesta perspectiva, torna-se irrelevante a necessidade de discutir pontos de vista e opiniões diferentes, não há lugar à partilha, porque as tarefas são iguais para todos (visam os mesmos objectivos pelos mesmos caminhos). Para Bishop (1999), a tarefa de ensinar limita-se apenas, a "comunicar 'las matemáticas' con la mayor eficacia e eficiencia posibles para que los alumnos puedan aprender las 'matemáticas'" (p. 27).

Para este autor, a aprendizagem impessoal é anti educativa.

Ensino baseado em manuais

Face à caracterização que ficou para trás, compreende-se que o ensino da matemática se socorra de "receitas" preconcebidas, "cegas" à natureza dos contextos educativos onde supostamente são implementadas e fiéis à "pureza" desta ciência. Estas

receitas, de certo modo, instrumentalizam o professor, concedendo-lhe em troca um dia-a-dia mais "facilitado". Segundo este autor, são raros os professores que recusam os manuais escolares
e a grande maioria dos sistemas educativos esperam que eles os sigam.

Por outro lado, também dão corpo (e credibilidade) aos programas, que assim se materializam em manuais escolares, livros de consulta, livros de fichas e outros formatos.

Segundo (Bishop, 1999, p. 31) esta sistematização está bem patente no nosso sistema educativo e interessa particularmente às políticas educativas que apostam quase exclusivamente em critérios absolutos de eficiência.

Para além dos livros, o autor chama a atenção também para a existência de tecnologias vocacionadas para trabalho individualizado, que mais não fazem do que promover também um ensino impessoal. Cabem nesse leque os computadores e outros equipamentos de tecnologia digital que são utilizados para perpetuar práticas, em que o treino repetitivo é visto como o único caminho para dotar os alunos de conhecimentos julgados importantes e que a sociedade não lhes consegue proporcionar, dado a sua pobreza de estímulos.

Hughes (1990) considera que nas salas de aula os professores procuram programas computacionais que suscitam o treino repetitivo de técnicas, apenas porque verificam que as crianças se sentem motivadas:

> Instead, classroom teachers are much likely to encounter such drill-and-practice programs as "Teacher in the Custard", in which young children are presented with a series of simple arithmetic problems on the screen. If they get these correct, they are "rewarded" with a graphics display in which a cartoon teacher is unceremoniously dumped into a large bowl of custard. Needless to say, this is an extremely attractive piece of software for many young children. (p. 125-126)

Este autor considera que esse tipo de motivação que mobiliza as crianças é do tipo extrínseco e não intrínseco: a motivação não tem origem no trabalho matemático que é proporcionado, mas antes no meio através do qual as tarefas são realizadas: o computador.

Bishop (1999) defende que o ensino baseado em textos diminui progressivamente a competência profissional dos professores e contribui para um ensino despersonalizado.

Falsas crenças que sustentam estes currículos e suas implicações

Este retrato não será certamente resultado do acaso, mas antes da resposta às condições existentes em diferentes realidades. Actualmente, as crenças que sustentam a matemática escolar são segundo Bishop (1999) e Papert (1988), falsas.

A crença de que só aos especialistas é reconhecida a autoridade para prescrever os currículos de matemática traz não só consequências ao nível do conformismo dos professores, como também um aumento da inércia com que a escola reage às mudanças sociais. Papert vê também como uma consequência da Matofobia, o conformismo com que as pessoas em geral e as famílias em particular aceitam a matemática que é ensinada nas escolas.

Segundo Papert (1988), o tipo de conteúdos matemáticos que a escola há muito oferece, é ainda aquela que noutros tempos tinha interesse prático para as pessoas, dadas as suas condições de vida.

> Como no caso da sequência QWERTY das máquinas de escrever, a matemática escolar teve sua razão de ser num dado contexto histórico. Mas assim como a QWERTY, ela se tornou tão arraigada que as pessoas a consideram inquestionável e inventam racionalizações para defendê-la mesmo depois que as condições históricas que a justificaram deixaram de existir. (p. 73)

Papert (1988) considera também que esses conteúdos estão também fortemente condicionados pelas limitações de recursos que as escolas impunham.

> Em resumo, afirmo que a escolha dos tópicos de matemática escolar foi fortemente influenciada pelo que pareceu ensinável quando ela era ensinada como algo "morto", usando técnicas primitivas, tecnologias passivas do tipo pauzinho e areia, giz e quadro negro, lápis e papel. O resultado foi um conjunto de tópicos intelectualmente incoerentes que violam os princípios matéticos mais elementares sobre o que torna alguns assuntos fáceis e outros quase impossíveis de serem aprendidos. (p. 75)

Actualmente, quando os professores procuram justificar o interesse de inúmeras horas dedicadas à aritmética, alegam questões de ordem prática como conferir o troco na "loja da esquina". Papert (1988) considera que os professores ficam desacreditados nas suas afirmações quando tentam "pintar" a matemática como uma disciplina aliciante, divertida, porque na verdade, muitos deles não a procuram, ocupam os seus tempos de lazer longe dela.

Uma vez que a aprendizagem da matemática é um processo mais de socialização e aculturação do que de instrução (como veremos na secção 2.4.), essa sua atitude em relação à matemática não passa despercebida aos olhos dos alunos. Para Papert (1988) esta tensão corrói a confiança das crianças no mundo dos adultos: "Além disso, acho que introduz um sério elemento de desonestidade na relação educacional" (p. 72).

O pressuposto de que o método a que Bishop (1999) chama "de cima para baixo", idealizado para produzir "matemáticos de primeira", é óptimo para o ensino da matemática, é um exemplo de uma crença que contribui para a perpetuação dos currículos de matemática que as escolas oferecem. Implícita nesta concepção está também a aceitação da ideia de que este método é selectivo, porque à medida que o nível de ensino avança, o número de alunos que abandona o sistema educativo vai crescendo em resultado do elevado grau de dificuldade da disciplina, da falta de sentido das tarefas no contexto da vida real, ou ainda pela sua irrelevância no plano pessoal.

Este "currículo de cima" para baixo reflecte também a posição submissa do professor da disciplina em relação aos livros, ou manuais escolares. Bishop considera que o perfil de excelência visado pela disciplina impõe que só aos grandes especialistas seja reconhecida competência para dar corpo aos programas de matemática. Segundo Bishop (1999) os livros personificam e objectivam, o currículo: "Estos textos los elaboran personas que creen saber mejor que los enseñantes qué es lo mejor para los alumnos" (p. 30).

Um ensino subordinado aos textos está segundo este autor, vocacionado para os professores inexperientes, supostamente incapazes de proporcionarem aos alunos experiências de aprendizagem que satisfaçam as exigências dos currículos. Portanto, a grande preocupação é a adequação das práticas aos objectivos (formulados em termos de matérias) dos currículos e não, à natureza de cada realidade escolar. Bishop (1999) considera que os professores ao subordinarem a sua acção às "imposições" dos livros, não podem ensinar pessoas, mas quando muito, ensinar matemática.

Segundo Papert (1988), uma consequência da crença de que "não há nada de interessante que as crianças (e professores) possam inventar", é uma outra crença: a de "que a apreciação da beleza matemática e a experiência de prazer pela matemática são acessíveis somente a uma minoria, talvez muito pequena, da raça humana" (p. 225).

Veremos de seguida de que forma estas crenças e práticas condicionam a estruturação da imagem que os nossos alunos têm da matemática.

Referindo-se ao ensino baseado no treino de técnicas, Schoenfeld (1992) considera que a experiência continuada dos alunos com estes conjuntos de exercícios conduz à crença de que apenas há uma maneira correcta de resolver os problemas propostos[4]: o método proposto pelo manual, ou pelo professor. Desta forma os alunos tendem a conformar-se com o seu papel passivo e a ver a matemática como uma matéria não problemática, "feita" por especialistas para eles memorizarem (p. 343). A manutenção destas crenças conduz a atitudes de pouca persistência face a problemas para os quais os alunos não encontram um método disponível "à medida", acabando por interromper os seus esforços ao fim de poucos minutos sem sucesso.

Por outro lado, os contextos criados em função das técnicas são muitas vezes irrealistas, afastando a possibilidade dos alunos criarem uma imagem da matemática como uma disciplina com interesse prático, acabando estes por deixar de procurar encontrar sentido nesta disciplina por desinteresse, ou por acreditarem que lhes é inacessível.

A matemática é assim olhada como uma ciência universal[5], que para manter a sua "pureza" deve estar imune a quaisquer valores, ou outros aspectos culturais e pessoais do contexto educativo. A perseguição dessa imunidade acaba por despersonalizar (universalizando) o ensino da matemática.

Por outro lado, a forma como os conteúdos são determinantes na orientação da escola, ergue barreiras rígidas entre diferentes domínios do conhecimento que muitas vezes têm em comum os processos que lhes estão associados. Para Papert (1988), "malabarismo e escrever um ensaio parecem ter pouco em comum se olharmos o produto. Mas o processo de aprender essas duas habilidades tem muito em comum" (p. 218).

Segundo este autor, a "pulverização" dos saberes é responsável pela crença de que há partes do cérebro responsáveis por determinadas áreas do saber, o que por sua vez, impõe restrições ao nível das expectativas das pessoas virem a aprender em domínios

[4] O facto de os métodos apontados pelo professor/livro surgirem de forma arbitrária, contrapõe-se à ideia de que é possível adoptar outros caminhos. Note-se que o que está em causa para o professor é ilustrar uma técnica e não resolver um problema. Isto acaba por criar nos alunos a crença de que para cada problema há uma técnica específica a aprender.

[5] A matemática é de facto uma linguagem universal, mas não deixa de ser encarada e desenvolvida de forma diferente em diferentes comunidades, em diferentes momentos da história e as suas verdades estão sujeitas à erosão do tempo, como quaisquer outras.

relativamente aos quais revelaram dificuldades, num dado momento e a matemática é um deles.

Esta sistematização das aprendizagens baseada em conteúdos, corresponde também à necessidade do Estado credibilizar a escola e o seu trabalho, fragmentando em "pedaços" bem delimitados o corpo de conhecimentos que é esperado que os alunos dominem.

A ideia de que a matemática deve ser sistematizada é também segundo Bishop (1999) a marca das sociedades que olham para o ensino da matemática como uma máquina cuja eficiência importa garantir permanentemente. Uma rígida teia de materiais prescritos: interpretações redutoras do currículo, provas de avaliação sequenciadas e normalizadas, manuais escolares obrigatórios, e outros concebidos num nível hierarquicamente superior ao dos professores, reduzem o seu papel ao de um mero agente intermediário, com pouca autonomia, e intencionalidade na sua acção.

Para Bishop, esta visão empresarial do ensino parece esgotar as suas preocupações com questões de eficiência de gestão e de organização, desvalorizando a competência dos professores e a sua vocação para educar. Bishop (1999) defende que "cuanto más se afane el sistema en pos de la eficiencia, más tratará de controlar y en última instancia, menos educará" (p. 31).

2.3. O QUE É A MATEMÁTICA (QUE SENTIMENTOS DESPERTA NAS PESSOAS)

Para Bishop (1999) o conceito de educação matemática transcende claramente aquilo que hoje são as práticas predominantes do ensino da matemática:

Educar matemáticamente a las personas es mucho más que enseñarles simplemente algo de matemáticas. Es mucho más difícil de hacer y los problemas y las cuestiones pertinentes constituyen un reto mucho mayor. Requiere una conciencia fundamental de los valores que subyacen a las matemáticas y un reconocimiento de la complejidad de enseñar estos valores a los niños. No basta simplemente con enseñarles matemáticas: también debemos educarles acerca de las matemáticas, mediante las matemáticas y con las matemáticas. (p. 20)

Para Schoenfeld (1992) "mathematics appears much more like science than it would if one focused solely on subject matter" (p. 343).

Da mesma perspectiva Caraça (2002) descreve assim a matemática:

> A ciência pode ser encarada sob dois aspectos diferentes. Ou se olha para ela tal como vem exposta nos livros de ensino, como coisa criada, e o aspecto é o de um todo harmonioso, onde os capítulos se encadeiam em ordem, sem contradições. Ou se procura acompanhá-la no seu desenvolvimento progressivo, assistir à maneira como foi sendo elaborada, e o aspecto é totalmente diferente – descobrem-se hesitações, dúvidas, contradições, que só um longo trabalho de reflexão e apuramento consegue eliminar, para que logo surjam outras hesitações, outras dúvidas, outras contradições.
>
> Descobre-se ainda qualquer coisa mais importante e mais interessante: - No primeiro aspecto a ciência parece bastar-se a si própria, a formação dos conceitos e das teorias parece obedecer só a necessidades interiores; no segundo, pelo contrário, vê-se toda a influência que o ambiente da vida social exerce sobre a criação da ciência.
>
> A ciência, encarada assim, aparece-nos como um organismo vivo, impregnado de condição humana, com as suas forças e as suas fraquezas e subordinado às grandes necessidades do homem na sua luta pelo entendimento e pela libertação; aparece-nos, enfim, como um grande capítulo da vida humana social. (p. xxiii)

Schoenfeld (1992) defende que nas últimas décadas a visão que as diferentes comunidades têm da matemática, tem sofrido alterações. Uma série de artigos e relatórios recentes tentam caracterizar a matemática contemporânea, apontando consequentes mudanças nas práticas educativas.

A ideia geral dessa reconceptualização é pensar na matemática de uma forma mais ampla, como a *ciência dos padrões*.

Schoenfeld (1992, p. 335) considera a matemática como uma actividade inerentemente social em que uma comunidade de praticantes experimentados (a quem chama "cientistas matemáticos") se dedica à ciência dos padrões, empreendendo tentativas sistemáticas, baseadas na observação, estudo e experimentação, no intuito de determinar a natureza ou os princípios das regularidades, de acordo com sistemas definidos axiomaticamente ou teoricamente (matemática pura), ou ainda de acordo com sistemas abstractos representativos do mundo real objectivo (matemática aplicada).

Segundo este autor, a expressão "ciência dos padrões" pode encerrar em si significados mais ou menos amplos e obscuros quando procuramos conteúdos matemáticos nela envolvidos. O que distingue a matemática é segundo Schoenfeld (1992, p. 343-344), o domínio sobre o qual é feita a abstracção dos padrões, a escolha das ferramentas, os métodos tipicamente empregues e não este ou aquele conteúdo; esta, ou aquela matéria.[6]

As ferramentas matemáticas são segundo o autor: a abstracção, a representação simbólica e manipulação simbólica, ferramentas essas que quando bem treinado o seu uso, constituem por si só o pensamento matemático[7]. De facto, os matemáticos operam ao nível da linguagem simbólica, da abstracção, sem a necessidade de manipularem fisicamente objectos e esse é sem dúvida, um aspecto poderoso da matemática.

Para Schoenfeld, aprender a pensar matematicamente significa:

- desenvolver o ponto de vista matemático, valorizando os processos de abstracção e matematização, tendo predilecção em os aplicar;
- desenvolver as capacidades de manuseamento das ferramentas matemáticas, pondo-as ao serviço do grande objectivo, que é o da compreensão da estrutura de sentido matemático.

Segundo o National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) e o National Research Council (citados por Schoenfeld, 1992, p. 335), a matemática busca padrões que ligam o mundo que nos rodeia à nossa mente. Os autores sugerem que na escola:

- se procurem soluções para além de se memorizar procedimentos;
- se explorem padrões para além de se memorizar fórmulas;
- se formulem conjecturas para além de se fazerem exercícios.

---

[6] A propósito das implicações da visão compartimentada que as pessoas têm do mundo do conhecimento, Papert (1988, p. 70) relata um exemplo de uma criança (Jenny) que detestava a gramática, mas através de um jogo por ela desenvolvido no computador, combinava de forma aleatória diferentes palavras de diferentes categorias sintácticas, construindo com grande satisfação, frases mais ou menos hilariantes. Este jogo que aparentemente nada tinha de matemático implicava processos importantes na actividade matemática como a ordenação (selecção ordenada das categorias para a construção das frases) e a seriação (criação de cada uma das categorias). Segundo Papert, esta experiência regenerou a relação de Jenny com a gramática.

[7] Pimm (1991) considera que na escola as crianças treinam a manipulação simbólica de forma mecanizada, e desconexa dos seus referentes. Como uma das consequências dessa prática o autor aponta a ausência de reflexão sobre a própria linguagem matemática. As crianças não reflectem sobre a linguagem matemática, porque a manipulação simbólica não é colocada ao serviço da resolução de qualquer problema: quer a manipulação seja de correcta, ou não, as repercussões ao nível de manipulação de entidades concretas não existem.

Estes autores acreditam que quando o ensino começar a reflectir estas preocupações, os alunos serão então encorajados a olhar a matemática como uma ciência que se ocupa de padrões e não meramente de números.

Segundo Schoenfeld (1992), a matemática está presente em múltiplas tarefas do dia-a-dia, tais como o planeamento de uma longa viagem de automóvel, a programação o tráfego aéreo, ou a gestão de carteiras de investimento e envolve processos que ultrapassam largamente o âmbito do cálculo e ou da dedução. Segundo o NCTM (citado por Schoenfeld, 1992, p. 43), a matemática envolve também diversos e poderosos modos de pensamento, tais como a modelação, optimização, análise lógica, inferência a partir de dados e o uso de símbolos. O poder matemático resulta da nossa experiência com estas formas de pensamento e permite-nos compreender melhor a informação que nos rodeia.

Em resumo, Schoenfeld (1992) aponta três caminhos para uma renovada visão da matemática:

- encara-la como a ciência dos padrões;
- olhá-la mais como uma actividade em que se fazem observações, simulações e experimentações como meios para descobrir a verdade e menos (mas também) como uma actividade em que se fazem deduções a partir de axiomas;
- vê-la como um acto social e colaborativo. Para o autor ter ponto de vista matemático e ser membro de uma comunidade matemática são aspectos centrais do conhecimento matemático.

Definição de dois conceitos

Dada a ambiguidade associada a dois conceitos que utilizamos, julgamos importante delimitar aqui os seus contornos. Trata-se em primeiro lugar do conceito de poder matemático, que adoptamos numa perspectiva um pouco diferente da que outros autores assumem.

Relativamente ao segundo, trata-se do conceito resolução de problemas que, tal como nos mostra Schoenfeld (1992), pode encerrar em si significados bastante diversos e implicações práticas bastante distanciadas.

No nosso trabalho, os contornos do conceito de poder matemático não são delineados tanto numa perspectiva cognitiva, mas mais numa perspectiva afectiva/motivacional.

É relativamente comum ver o conceito de poder matemático definido como um processo de integração e contextualização de diversas potencialidades do pensamento matemático. Schoenfeld (1992) refere-se assim ao poder matemático: "Mathematics instruction should help students develop mathematical power, including the use of specific mathematical modes of thought that are both versatile and powerful, including modeling, abstraction, optimization, logical analysis, inference from data and use of symbols" (p. 345).

No entanto, interessa-nos neste trabalho olhar para o poder da matemática mais como um sentimento que resulta da satisfação pessoal que encontramos ao constatar que a matemática nos permite interagir com a realidade, de uma forma mais efectiva. Papert (1988) apresenta-nos uma outra perspectiva: "Cada nova ideia na geometria da tartaruga abria novas possibilidades de acção e podia portanto ser vivenciada como uma fonte de poder pessoal" (p. 158).

Não pomos em causa o valor da primeira perspectiva de poder matemático. Sem competências[8] de pensamento matemático, não há poder matemático. No entanto, da forma como a vemos expressa, ela parece-nos mais susceptível de ser assumida pelos educadores do que pelas crianças. O que queremos realçar com esta visão é a premência da criança construir também a sua própria perspectiva de poder matemático e reflectir sobre ela. Não queremos com isto afirmar que as crianças não possam adquirir consciência dessas competências e do seu poder.

De acordo com as ilações que tiramos da tese de Papert, o poder da matemática como incentivo para a actividade matemática tenderá a ser mais efectivo quando as crianças contemplam as "obras" que as ferramentas matemáticas lhes permitem construir, do que quando constatam a sua eficácia, se esta última não for consequente com os seus desejos e preocupações: a eficácia das ferramentas matemáticas pode ser constatada no mero treino isolado de técnicas, ou problemas rotineiros, enquanto que a contemplação do seu poder de realizar "obra" aponta já para outros caminhos, por onde passa a renovação da escola que Papert reclama.

Segundo Jones, Langrall, e Thornton, (2002), a matemática elementar deve constituir uma experiência real na qual todas as crianças tenham o privilégio de utilizar ideias matematicamente poderosas com competência, confiança e prazer.

---

[8] De acordo com o *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais* (ME, 2001), a competência matemática é um processo de desenvolvimento integrado de conhecimentos, capacidades e atitudes (p. 58).

A confiança e o prazer são aspectos incontornáveis do domínio afectivo da aprendizagem da matemática, para que o poder matemático seja também perspectivado por parte das próprias crianças como o resultado da sua dedicação à disciplina. Bishop (1999) destaca dois sentimentos associados à aprendizagem da matemática que nos parecem importantes na estruturação do conceito de poder matemático por parte das crianças:

- o sentimento de controlo;
- o sentimento de progresso.

<u>O sentimento de controlo</u>

A matemática, particularmente enquanto ciência ao serviço das outras ciências, desde sempre se afirmou como uma ferramenta que nos permite descrever, explicar, predizer e até controlar o resultado da acção das forças da natureza (Bishop, 1999). Esta capacidade constitui um conhecimento poderoso, na medida em que nos permite controlar os factores que condicionam a acção das forças da natureza, ou pelo menos, manipular os factores que condicionam os efeitos dessas forças. Por exemplo: apesar de não podermos impedir que chova torrencialmente em tempo de cheias, podemos contudo, prever a ocorrência destes fenómenos, avisar a população e autoridades e ainda, regular o caudal de descarga das barragens, de modo a distribuir no tempo o débito de água e assim suprimir os picos de caudal nos rios, evitando muitas vezes prejuízos e tragédias.

Tal como refere Bishop (1999, p. 97), é fácil verificarmos que em todos os domínios da nossa vida se verifica uma tendência para controlar todos os contextos em que nos vemos envolvidos, recorrendo a instrumentos que são naturalmente matemáticos. Segundo o autor, as ferramentas matemáticas oferecem uma sensação de segurança e de controlo difícil de resistir para muitas pessoas, na medida em que trazem ordem e harmonia a situações onde reina o caos.

O facto da matemática permitir prescindir da confirmação empírica do resultado de operações complexas, causa a muitas pessoas uma sensação de fascínio.

Embora o crescente controlo humano exercido sobre o mundo tenha vindo a criar um novo tipo de preocupações (Bishop, 1999, p. 98-102), a verdade é que este processo é irreversível e nele, a matemática desempenha um papel importante, na medida em que:

> Desde entonces, como ya indiqué en el capítulo anterior, el diseño ha tenido mucho que ver con el control del entorno, y el diseño Matemático ofrece un instrumento infinitamente generalizable, una potente tecnología simbólica para controlar el entorno y, en consecuencia, cierta seguridad en nuestro mundo siempre cambiante. (p. 99)

O sentimento de progresso

A partir do momento em que nós se verificamos que as primeiras explicações racionais e materiais se podem verificar mediante a confrontação com a evidência empírica, que começámos a acreditar de que é sempre possível controlar mais e melhor os diversos contextos que nos envolvem. Esta consciência, sustenta-se não só na imagem historicamente perspectivada do poder de controlo da humanidade sobre o mundo, como também no poder dos instrumentos que constantemente aperfeiçoamos. Esta consciência faz-nos acreditar que é sempre possível fazer melhor, que é sempre possível viver melhor.

No entanto, segundo Bishop (1999), o aperfeiçoamento dos instrumentos que nos permitem acomodar o contexto à nossa conveniência, não ocupam um lugar de destaque na lista de preocupações do cidadão comum, que parece assim conformar-se com as comodidades que os avanços tecnológicos e científicos conseguidos por outras pessoas lhe proporcionam:

> Aun así, estas acomodaciones tardan mucho en filtrar-se hacia la cultura general: la mayoría de las personas siguen sintiéndose muy satisfechas con la sensación de control y previsibilidad que ofrecen las ideas Matemáticas, aunque los Matemáticos sepan que el progreso nos ha enseñado que estas ideas están tan abiertas al cambio como cualquier otra idea. (p. 100)

Este conformismo contribui, para que em certas sociedades o ensino da matemática não aposte na promoção de actividades de investigação e de atitudes críticas face à forma como esta ciência corresponde às necessidades humanas. Apesar das consequências nefastas que podem advir de uma sociedade demasiado dependente da tecnologia, Bishop (1999) defende que a tecnologia e os contextos virtuais não só proporcionam sentimentos de controlo e segurança, como estimulam o progresso. Isto porque põem à disposição dos utilizadores a possibilidade de explorarem alternativas com rapidez, testarem conjecturas e avaliarem possibilidades de forma mais flexível, mais rápida e fiável.

Para que o conceito de poder matemático faça parte também da consciência das crianças enquanto aprendizes, é fundamental que elas não se limitem a desenvolver os diversos modos de pensamento matemático mecanicamente, mas também, que reflictam sobre essas formas de fazer e de conhecer a matemática. Papert (1988) sublinha esta faceta do poder matemático:

> O *poder matemático*, pode-se dizer, *torna-se um estilo de vida*. O sentimento de poder não é somente associado a métodos que são aplicados imediatamente, tais como o uso de variáveis e medidas angulares, mas também a conceitos tais como "teorema", "prova", "heurística" ou "método de resolução de problemas". Ao usar esses conceitos, a criança está desenvolvendo maneiras de *falar sobre matemática*. (p. 100)

Consideramos importante delimitar também aqui o conceito de problema/resolução de problemas por duas razões:

- Existe hoje um alargado consenso no sentido de que a actividade matemática se deve basear essencialmente na resolução de problemas;[9]
- Os conceitos de problema e de resolução de problemas estão longe de serem consensuais e a sua diversidade conduz a práticas bastante distantes entre si.

Schoenfeld (1992, p. 337) apresenta um leque de concepções de problema/resolução de problemas balizadas por estas duas:

- "Em matemática, alguma coisa sugerida para fazer, ou pedir que se faça alguma coisa";
- "Uma questão... que causa perplexidade, ou que é difícil".

A posição deste autor aproxima-se claramente da segunda.

Em primeiro lugar, a tese de Papert sugere-nos que é preferível que um problema surja naturalmente como consequência da actividade do sujeito do que de uma proposta externa. Sendo proposto, pode não ter origem em necessidades, ou interesses pessoais e/ou colectivos, podendo assim deixar de ser um problema e passar a ser outra coisa, tal como um exercício, ou um jogo. Tal como defende Lester (citado por Palhares et al. 2004, p.13), a vontade do resolvedor para resolver o problema é fundamental na definição do conceito de problema. Parece-nos óbvio que essa vontade será tanto mais pronunciada quanto maior for a expectativa do trabalho de resolução conduzir a um objectivo significativo para o sujeito.

Em segundo lugar, na consideração dos aspectos mais relevantes na definição de qualquer situação problemática em particular, não deverá estar em evidência à partida qualquer técnica, ou estratégia de resolução, mas antes uma confrontação entre o que se

---

[9] Nickerson citado por Palhares (2000, p. 90) defende que é a capacidade de resolver problemas a característica que mais nos distingue das outras espécies. Para ele, o desenvolvimento dessa capacidade é o mais susceptível de contribuir para a formação da plenitude humana.

pretende e os dados que temos. A escolha das ferramentas matemáticas (e não matemáticas) e das estratégias não deve portanto ser sugerida, nem suscitada à partida, por entidades externas à pessoa, ou grupo de pessoas envolvidas na sua resolução. Para muitos autores, este aspecto é de primordial importância, porque tal como defendem Palhares et al. (2004) a maior dificuldade das crianças não está tanto no domínio das técnicas (embora também se faça sentir nesse aspecto), mas mais no desafio de discernir qual, ou quais ferramentas adquiridas serão susceptíveis de ajudar a ultrapassar o obstáculo embutido nos problemas que enfrentam:

> A falta de sucesso na resolução de problemas decorre, na maior parte das vezes, não da falta de conhecimentos matemáticos mas sim da ineficácia do uso desses conhecimentos. Por vezes quem está a resolver o problema não sabe mobilizar o conhecimento que possui para aplica-lo à nova situação. (p.17)

Este importante passo é habitualmente dado pelo professor (sugerindo, ou pelo menos suscitando) e raramente as crianças têm oportunidade de discutir sobre como resolver problemas.[10]

É importante, não é apenas que seja dada à criança, ou grupo de crianças a liberdade e o tempo necessário para planear o problema e reflectir sobre o plano, com referência às ferramentas matemáticas de que dispõe, ou que já dominam. Importa também que o processo de aquisição do domínio de uma nova técnica seja consequência da vontade de resolver um problema. A demonstração de uma técnica por parte do professor deverá acontecer quando ele acreditar que as crianças se poderão interessar por ela, dado o poder que ela ostenta para ultrapassar o obstáculo que as separa do seu desejado objectivo.

Também convém reconhecer que a erradicação do treino isolado de técnicas não será a solução milagrosa para o ensino da matemática. Quando atrás dissemos que as crianças apreciam mais a matemática pelas suas obras do que pela eficácia das suas ferramentas não significa que elas sejam insensíveis aos incentivos que ela promete

[10] Não defendemos que as crianças pensem e discutam sobre estratégias de resolução de problemas em abstracto. O facto de vermos a aprendizagem como um "evento local" (Papert, 1988, p. 206) leva-nos a defender que esse trabalho deverá ser contextualizado em cada situação problemática. Papert (1988) afirma que "não se pode pensar seriamente sobre o pensamento sem pensar sobre alguma coisa. E a coisa que melhor sei pensar é matemática" (p. 24).

quando encarada numa perspectiva mais "mecanizada". As crianças também mostram interesse em manipular de forma mais mecanizada, ou lúdica procedimentos matemáticos e vezes fazem-no com a intenção explícita de os virem a dominar melhor. O bom artesão também precisa de abandonar temporariamente as suas obras para afiar e afinar as suas ferramentas, agora o Papert nos sugere é que o treino de técnicas nunca deverá ser um pré-requisito para se poder fazer e apreciar a matemática. A decisão de treinar técnicas deve partir de uma necessidade natural da criança e não uma condição imposta pela escola para aprender e apreciar a matemática.

Por último, olhamos com especial apreço para o termo *perplexidade.* É comum os professores evitarem situações em que os alunos vivam esse sentimento e mais raramente ainda, os ajudem a vive-lo como algo de positivo, estimulante e fundamental no trabalho matemático. Muitas vezes preocupam-se em evitá-lo, ou a limitá-lo ao mínimo no tempo possível porque consideram que será causa de desmotivação. A ideia de que as crianças são seres muito limitados que apenas podem aprender matérias triviais usando um método que se julga ser o melhor, ou que se considera importante aprender, faz muitas vezes com que o trabalho colaborativo na sala de aula saia fortemente prejudicado. Falamos de situações que conhecemos pela nossa experiência de professores e de pais, em que apenas aos "melhores alunos" da turma é permitido lidar com certas matérias, criando-se uma espécie de hermetismo entre o professor e estes últimos que inviabiliza qualquer possibilidade de partilha de ideias com o resto da turma, e da escola. Assim, a ideia de que os saberes mais avançados e mais gratificantes são apenas "matéria de especialistas" começa logo na escolaridade básica. O argumento de tais professores é que "aquelas matérias poderiam confundir as outras crianças". A opinião de Papert (1988) é que "para a maioria das pessoas, nada é mais natural do que as idéias matemáticas mais avançadas serem inacessíveis às crianças" (p. 194).

Como acreditámos que as crianças poderão ir muito mais longe se as deixarmos, aprender a pensar sobre a forma como pensam, encorajando-as a tomar decisões de natureza estratégica e epistemológica e dando-lhe para as mãos ferramentas tecnológicas poderosas, vemos na perplexidade um primeiro passo fundamental e um valor a cultivar como saudável e fundamental.

2.4. O ENSINO DA MATEMÁTICA COMO UM PROCESSO DE SOCIALIZAÇÃO

Diversos autores defendem que a aprendizagem da matemática para além de uma actividade cognitiva, é uma actividade inerentemente social de carácter construtivo e não do tipo transmissivo, ou "absorvente" (Schoenfeld, 1992).

Por natureza, nós construímos por nossa conta significados pessoais que dão sentido às nossas vidas. Para (Bishop, 1999, p. 190), a construção dos significados na escola resulta de uma resposta integradora da criança a fenómenos novos e potencialmente perturbadores do contexto envolvente.

Segundo este autor, o significado refere-se às conexões que estabelecemos entre ideias, imagens, metáforas, episódios de sucesso e insucesso ou associações com outras pessoas. O significado matemático constrói-se, estabelecendo conexões entre a ideia matemática concreta que se discute e o restante conhecimento pessoal do sujeito. O estabelecimento dessas conexões constitui uma resposta do sujeito no sentido de integrar e se possível, assimilar a nova ideia matemática nas suas estruturas ou esquemas de significado existentes.

Este esforço pode segundo este autor, ter dois resultados alternativos:

- A nova ideia não contrasta significativamente com os seus esquemas de significado e a ideia é facilmente assimilada;
- A nova ideia matemática contrasta demasiado com as suas estruturas de significado, pondo-as em causa, o que poderá conduzir à acomodação dos esquemas de significado, de modo a que a nova ideia adquira sentido para o sujeito.

Sendo o conhecimento construído socialmente, o contexto de interacção social, em clima de cooperação, onde se procurem significados partilhados a partir dos contrastes pessoais postos em evidência é então para Bishop condição essencial no sucesso do ensino em geral e em particular na educação matemática.

No âmbito de uma entrevista concedida por matemáticos a Albers e Alexanderson (citados por Schoenfeld, 2002, p. 344), Persi Diaconis põe em evidência o interesse do trabalho colaborativo na actividade matemática, considerando que a colaboração nos força para além do nosso nível normal de desempenho. Para Diaconis o trabalho colaborativo envolve conversação, explicação, tentativas falhadas e interacção de personalidades.

Os significados partilhados a que se refere Bishop, são o resultado de uma interacção, de uma negociação própria de cada grupo e resultante das experiências por ele vividas e que lhe conferem uma cultura particular, apesar de muitas vezes cada um dos seus membros pertencer também a outros grupos, de culturas diferentes.

Resnick citada por Schoenfeld (1992) defende que muitas concepções inerentes à teoria cognitiva, bem como todo o trabalho investigativo neste domínio apontam para a hipótese de que nós desenvolvemos hábitos e capacidades de construção dos significados, segundo processos mais do tipo socializador do que instrutivo.

Assim como os valores da comunidade envolvente são interiorizados, determinando em larga medida um quadro referencial próprio dos indivíduos dessa mesma comunidade, conferindo aos sujeitos uma forma particular de ver o mundo, também os ambientes educativos estimulantes sob o ponto de vista matemático, são determinantes no desenvolvimento do pensamento matemático. Resnick citada por Schoenfeld (1992) defende que tornar-se um bom pensador em qualquer domínio será mais uma questão de adquirir hábitos e disposições de interpretação e sentido prático do que adquirir um conjunto específico de estratégias, ou de conhecimentos. A autora considera que se a escola quiser tirar consequências desta visão terá que assumir a educação matemática mais como um processo de socialização do que de instrução.

Relatos de discursos protagonizados por pessoas, que olham o mundo do ponto de vista do matemático (Schoenfeld, 1992, p. 341) ilustram bem a forma como seleccionam e articulam os aspectos da realidade envolvente, com o intuito de problematizar, criando à sua volta um contexto matemático. Aspectos da realidade que para muitas pessoas passam despercebidos tornam-se facilmente alvos de análise criteriosa para quem olha do ponto de vista matemático: há uma predilecção em quantificar, estimar, modelar, etc. e a própria linguagem é mais específica, revelando uma conceptualização dos problemas que emprega típicos padrões de raciocínio matemático.

Para Schoenfeld (1992), o hábito de ver os fenómenos em termos matemáticos faz parte da disposição dos matemáticos.

A aprendizagem da matemática na sala de aula é como vimos, em grande medida, um processo de forte componente social que ultrapassa largamente a esfera do domínio dos factos e procedimentos. De acordo com esta visão, a cultura matemática que se desenvolve na sala de aula, é determinante no grau de motivação e de envolvimento dos alunos, determinando em grande medida o tipo de atitudes e crenças face à disciplina, bem como o próprio nível de realização matemática.

2.5. O DOMÍNIO AFECTIVO

Segundo Chacón (2000) o domínio afectivo é hoje um campo de investigação em crescimento e que levanta já questões importantes que não podem ser apartadas do conjunto de preocupações que orientam a acção dos educadores e dos investigadores. Apesar disso, Goleman (2000) defende que as perspectivas actuais da própria psicologia são ainda hoje, largamente estruturadas pela influência das correntes *behaviouristas* e mais recentemente pela "revolução cognitiva" (p. 60). Da primeira resulta a tendência de privilegiar o comportamento observável, desprezando toda a vida interior, seja ela do domínio cognitivo ou afectivo. Da segunda resulta um interesse preferencial em descrever como a mente armazena e processa a informação e para compreender a natureza da inteligência.

Segundo Goleman (2000), as tentativas empreendidas pelos cientistas cognitivistas no sentido de encontrar um modelo da mente mais não tem conseguido do que esboçar uma visão pobre da sua natureza:

> Para poderem persistir neste ponto de vista, os próprios cientistas cognitivistas tiveram que ignorar a relevância para a criação dos seus modelos da mente, das suas esperanças e medos pessoais, das suas querelas domésticas e invejas profissionais – toda essa mistura de sentimento que dá à vida o seu sabor e as suas urgências, e que cada momento influencia o modo exacto (bem ou mal) como a informação é processada. (p. 61)

Naturalmente que este tipo de preocupações se estendem ao domínio da aprendizagem da matemática. Chacón (2002) defende que os afectos (emoções atitudes e crenças) dos alunos são factores chave na compreensão do seu comportamento em matemática. Embora não seja nossa preocupação explorar exaustivamente estas questões do campo afectivo, convém delimitar minimamente os contornos de alguns conceitos importantes como é o caso de três descritores básicos: *crenças*, *atitudes* e *emoções* e reflectir um pouco sobre alguns aspectos importantes da relação cognição-afecto.

Para Chacón (2000), as *crenças* integram o conhecimento subjectivo implícito do sujeito sobre a matemática, sobre o seu ensino e a sua aprendizagem, com base na sua própria experiência. As crenças sobre si próprio e sobre a sua relação com a matemática, bem como as crenças sobre a matemática como disciplina, são para McLeod (1992, pp. 579-581) aquelas que têm maior influência sobre os aprendizes de matemática.

Chacón define atitude como sendo uma predisposição avaliatória (positiva, ou negativa) que determina as intenções pessoais e influencia o comportamento. Segundo Hart (citado por Chacón, 2002), a atitude tem relativamente a qualquer actividade três componentes:

- cognitiva – crenças do sujeito subjacentes à atitude;
- afectiva – aceitação, ou recusa da tarefa, ou conteúdo matemático;
- intencional –tendência para um certo tipo de comportamento.

A autora distingue ainda duas grandes categorias de atitudes:

- atitudes face à matemática;
- atitudes matemáticas.

Com respeito às emoções, Chacón (2002) descreve-as como sendo respostas organizadas para além dos sistemas; psicológico, fisiológico cognitivo, motivacional e experiencial.

As emoções podem ser mais ou menos evidentes, o que não significa que sejam mais ou menos intensas. O que as torna mais ou menos explícitas é a maior ou menor exuberância com que as reacções que resultam dessas emoções (reacções emocionais) se manifestam. As emoções surgem como resposta a um episódio de sucesso ou de insucesso que pode ter uma carga positiva, ou negativa para o indivíduo.

Segundo Chacón (2002) e McLeod (1992) a emoção surge quando as expectativas do sujeito não são confirmadas numa dada ocorrência. Essas expectativas são resultado das crenças dos alunos em relação à natureza da actividade matemática, de si próprios e do seu papel como membros da dinâmica social da turma.

A *Teoria da Atribuição* de Weiner (citado por Chacón, 2000) coloca a ênfase nas atribuições de causalidade que as pessoas fazem para explicar acontecimentos, as suas condutas e as dos outros, defendendo que a sua conduta social, tal como as expectativas de êxito são afectadas por essas atribuições.

Segundo Chacón (2000), a estruturação da realidade social da aula é também fortemente condicionada pelas crenças dos alunos. São essas crenças que atribuem significados às reacções emocionais. Para podermos compreender os significados que os sujeitos atribuem aos actos emocionais, temos que estudar as práticas sociais das condições culturais. A autora considera importante o papel das crenças e das emoções no êxito ou fracasso na matemática, destacando os seguintes aspectos como os mais importantes a considerar na apreciação das consequências dos afectos:

- El impacto poderoso que tienen en cómo los alumnos aprenden y utilizan las matemáticas. Los afectos establecen el contexto personal dentro del cual funcionan los recursos, las estrategias heurísticas, y el control al trabajar la matemática;
- La influencia en la estructura del autoconcepto como aprendiz de matemáticas;
- Las interacciones que se producen con el sistema cognitivo;
- La influencia en la estructuración de la realidad social del aula;
- El obstáculo que son para un aprendizaje eficaz. Los alumnos que tienen creencias rígidas y negativas acerca de la matemática y su aprendizaje, normalmente son aprendices pasivos y a la hora del aprendizaje, ponen más énfasis en la memoria que en la comprensión. (p. 25)

Yates (1999) pode ajudar-nos a compreender como os alunos estruturam o auto conceito enquanto aprendizes de matemática:

> Children develop characteristic patterns of explaining causes of events from the myriad of experiences of their lives (Peterson and Bossio, 1991). In their everyday interactions in the classroom all students encounter successes and failures. Students who have developed pessimistic cognitive frameworks are at risk for doing less well in school (Seligman, 1995) as they are likely to view failure as being a permanent state over which they have no control.... For such students failure is not seen as a part of the fabric of learning, but is likely to be recast, leading them to expect further negative outcomes, thus setting up a vicious circle. (p. 562)

Embora nos mereça algumas reservas quanto a um dos métodos utilizados para avaliar os alunos da população alvo (testes estandardizados de escolha múltipla), parece-nos importante referir que um estudo levado a cabo por esta última autora (Yates, 1999) revelou haver uma correlação significativa entre o tipo de atitude que os alunos tinham em relação à matemática e os respectivos resultados à disciplina.

Apesar desta autora considerar que a natureza das relações entre aquelas duas variáveis está longe de se considerar totalmente explorada, o estudo evidenciou que à parte de algumas diferenças encontradas entre os rapazes as raparigas, em geral, os alunos mais pessimistas não só acabaram por obter piores resultados ao longo do tempo, como o seu próprio pessimismo aumentou em resultado do seu insucesso à disciplina.

Yates distinguiu os alunos pessimistas dos optimistas, segundo o modo como estes explicam as suas experiências de sucesso e os seus episódios de insucesso, particularmente aqueles que ocorrem em circunstâncias ambíguas:

- Os alunos optimistas tendem a atribuir os seus sucessos a causas pessoais permanentes e generalizadas e os seus insucessos a causa externas esporádicas e específicas;
- Os alunos pessimistas em regra, atribuem os seus sucessos a causas específicas e transitórias, como é o caso da sorte, enquanto que os insucessos estão associados a causas universais, imutáveis, tais como as suas próprias limitações.

A este modelo que distingue o modo como o sujeito explica as suas experiências, Yates atribuiu o nome – *estilo explanatório.*

Estudos como os de Seligman e os de Schulman (citados por Yates, 1999) apontam também no sentido de que o estilo explanatório condiciona o desempenho e que as explicações que as pessoas encontram para os seus sucessos e insucessos criam expectativas que afectam as suas reacções emocionais a futuras situações. Segundo Yates, o estilo optimista conduz a uma maior capacidade de iniciativa, a uma maior persistência face à adversidade, a uma maior predisposição para assumir riscos, a uma maior capacidade de decisão, a uma maior propensão para adoptar estratégias de maior qualidade na resolução de problemas e a uma maior capacidade de afirmação pessoal. Outros estudos incluem a motivação, e até a própria saúde no espectro dos aspectos pessoais influenciáveis pelo estilo explanatório.

Outra conclusão retirada do estudo de Yates foi que as aprendizagens em matemática estiveram fortemente relacionadas com as aquisições prévias e que os maus resultados obtidos num único domínio, tendem a influenciar negativamente o desempenho geral (Yates, 1999, p. 562). Segundo esta autora; prolongado no tempo esta espécie de ciclo vicioso, conduz ao desinteresse e até ao abandono.

Face ao exposto, impõe-se uma questão: como se adquire um certo tipo de estilo explanatório, como se consolidam atitudes de modo a que o sujeito se incline mais para o tipo pessimista, ou para o optimista?

Embora alvo de algumas críticas por parte de outros autores (Chacón, 2000, p. 42) que defendem outras teorias (construtivistas sociais), a teoria cognitivista de Mandler (citado por McLeod, 1992) apresenta-nos um modelo que nos permite interpretar a reacção emocional e também reflectir sobre as implicações da dimensão afectiva no processo de ensino/aprendizagem:

Para planearmos o nosso comportamento activamos esquemas cognitivos, ordenando antecipadamente sequências de acções com vista à consecução de objectivos. Aquando da operacionalização do nosso plano pode dar-se uma discrepância, ou até um bloqueio no percurso idealizado. Esta ocorrência induz uma resposta psicológica tipicamente caracterizada por um incremento da frequência cardíaca e da tensão muscular. Esta excitação funciona segundo o autor, como um mecanismo de defesa no sentido de redireccionar a nossa atenção, procurando avaliar o significado da ocorrência que inesperadamente abortou o nosso plano inicialmente traçado[11]. Desta avaliação podem resultar várias classificações para o fenómeno emergente: prazer, surpresa, angústia irritação, ou até catástrofe. É esta avaliação que atribui o significado ao estado emocional em que "mergulhamos".

Então, segundo esta teoria, é a interpretação que fazemos da interrupção, que confere sentido ao nosso estado emocional. Por sua vez, essa interpretação depende das nossas crenças relativamente ao fenómeno em análise.

Segundo Chacón (2000) os construtivistas sociais defendem que as emoções se constróem socialmente (socioculturalmente) a partir da linguagem, das normas culturais de interpretação, de expressão e de sentimento das emoções, assim como os recursos sociais dos sujeitos. Segundo estes, as emoções estão constituídas de tal forma que estruturam e sustentam o sistema de crenças e valores. Então, nesta perspectiva, as crenças não só são moldadas pela realidade social que nos envolve, como contribuem para a definição das regras dessa mesma realidade. A emoção é uma representação internalizada das normas e regras sociais.

As recentes teorias construtivistas destacam a dimensão social e cultural da emoção. Valencia, Paez e Echevarria (citados por Chacón, 2000) identificam quatro ideias essenciais que resultam destas teorias:

- As estruturas sociais determinam as emoções porque os padrões de experiência se distribuem diferencialmente nestas estruturas;
- A socialização da emoção gera variabilidade cultural e sub cultural;
- O actor constrói as suas emoções a partir das normas sociais da linguagem e das definições da situação que ele utiliza e que a sociedade lhe forneceu.

[11] McLeod (1992) considera que provavelmente este mecanismo de defesa desempenhou desde sempre um papel importante no desenvolvimento da espécie humana.

As emoções cumprem uma função social. Servem em certos contextos para manter e reforçar o sistema de relações sociais.

A excitação que dá lugar à reacção emocional é segundo McLeod (1992), limitada no tempo. Mesmo que se manifeste intensamente, em pessoas comuns ela é transitória e solicita mais ou menos imediatamente, com maior ou menor intensidade os processos cognitivos para a elaboração de um renovado plano de acção, no sentido do objectivo visado inicialmente. McLeod (1992) chama a atenção para as consequências da repetição sistemática das interrupções da operacionalização dos planos de acção no mesmo contexto, afirmando que: "Third, repeated interruptions in the same context normally result in emotions that become less intense. The individual will reduce the demand on cognitive processing by responding more and more automatically, and with less and less intensity" (p. 578).

Em situações de insucesso sistemático ocorridas no mesmo contexto, os sujeitos tendem a abdicar do recurso às suas potencialidades cognitivas, socorrendo-se progressivamente de padrões de resposta automática, cada vez mais estáveis (Ilustração 1).

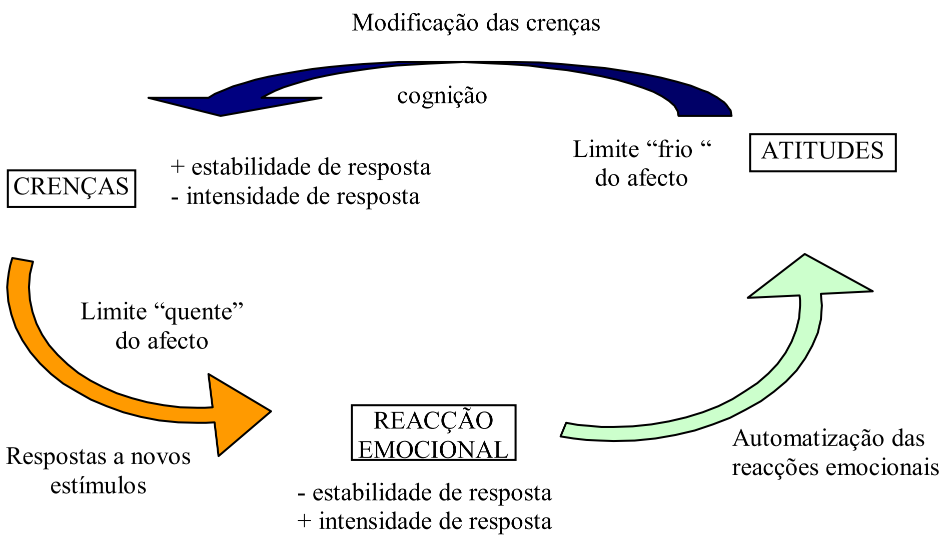


Ilustração 1. Interacções entre os três descritores básicos (adaptado de Chacón, 2000)

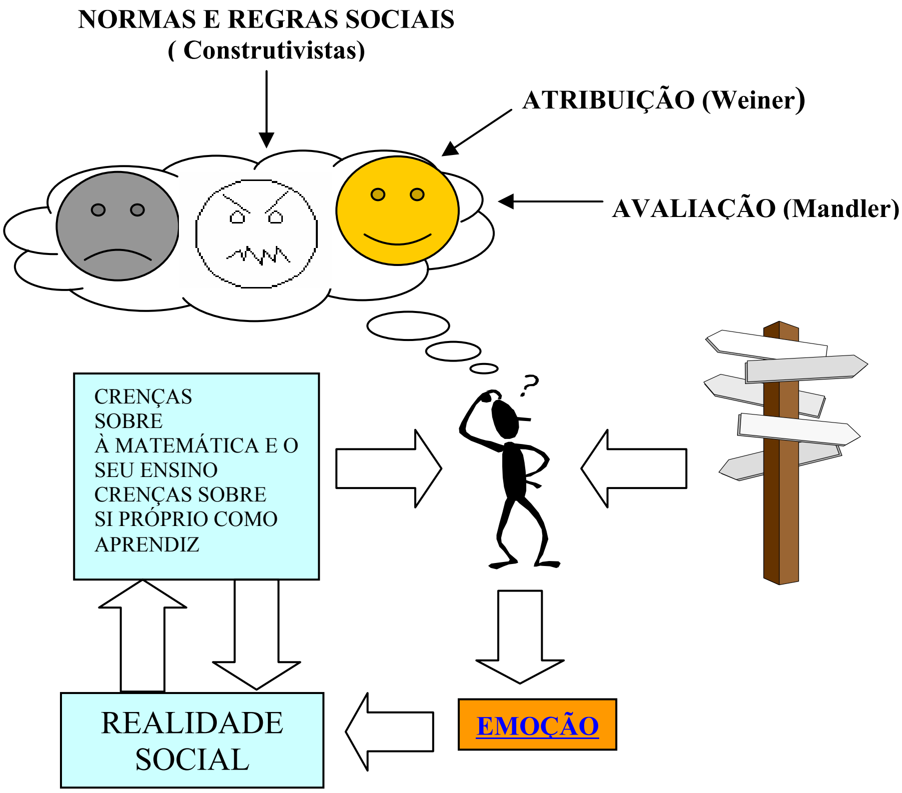


Ilustração 2. Uma interpretação da natureza da emoção

Segundo McLeod, (1992) nestas situações os sujeitos acabam por desenvolver atitudes negativas relativamente ao tipo de situação que lhe provoca frustração. Se esse contexto for um contexto de resolução de problemas, por exemplo, os alunos tenderão a desenvolver atitudes negativas em relação à resolução de problemas.

Pelo contrário, a repetição de experiências de sucesso no mesmo contexto pode consolidar atitudes favoráveis para enfrentar novas situações de aprendizagem, que surjam nesse mesmo tipo de contexto.

Face ao retrato do ensino da matemática que temos e à reconhecida influência que as suas práticas têm na estruturação do sistema de crenças dos alunos em relação à matemática, à forma como ela se aprende e a si próprios enquanto aprendizes de matemática, importa saber se este tipo de crenças se constata realmente nos alunos.

De uma lista mais alargada de crenças que tipicamente os alunos alimentam em relação à matemática recuperada por Schoenfeld (1992, p. 359) de um trabalho de Lampert, o autor destaca as seguintes:

- Os problemas matemáticos têm apenas uma única resposta correcta;
- Há apenas um caminho correcto para resolver qualquer problema, usualmente a regra que o professor mais recentemente demonstrou à turma;
- Alunos comuns não têm hipóteses de compreender a matemática; apenas podem esperar memoriza-la e aplicar o que aprenderam mecanicamente e sem compreender;
- A matemática é uma actividade solitária, desenvolvida por indivíduos isoladamente;
- Os alunos que compreenderam a matemática, que estudaram, estão aptos a resolver qualquer problema que lhe coloquem em cinco minutos, ou menos;
- A matemática escolar, pouco ou nada tem a ver com o mundo real;
- As demonstrações formais são irrelevantes para levar a cabo processos de descoberta e invenção.

Como vemos, estas crenças são uma realidade e, tal como vimos atrás, tendem a agravar-se em resultado de repetidos episódios de insucesso. Por isso, é hoje reconhecida por autores como Chacón, McLeod e Thompson a necessidade de conceber práticas que reflictam preocupações com aspectos do domínio afectivo.

Segundo Chacón (2000) não se trata de desenvolver práticas em que só existe o sucesso (em que não há obstáculos), nem de eliminar os estados emocionais negativos. Importa antes utilizar certos tipos de estado emocional para redireccionar a qualidade do afecto, de modo a se retomar o caminho do prazer e satisfação.

Estados emocionais tais como a *perplexidade*, o *desconcerto* e o *bloqueio*[12] podem ser frutíferos. No entanto há estados emocionais indesejáveis e a evitar, tais como *a ansiedade, o medo, o temor e o desespero.*

Autores como McLeod (1992) acreditam que a tecnologia pode desempenhar um papel importante no domínio afectivo: “It seems likely that technology can play an important role in changing beliefs about mathematics and possibly even improving attitudes toward mathematics” (p. 588).

---

[12] Para uma melhor caracterização destes estados emocionais sugere-se leitura de Chacón (2002, p. 149 - 153).

CAPÍTULO 3 – A PROPOSTA DE PAPERT

O tema central deste capítulo é o Logo como filosofia educacional. No entanto, o leitor encontrará ao longo das suas linhas, referências à linguagem Logo, ao ambiente Logo e à *filosofia Construcionista* com o mesmo sentido que atribuímos à filosofia Logo[13] – uma filosofia de ensino e de vida. Fizemo-lo porque a linguagem de programação Logo foi criada para desenvolver práticas muito diferentes daquelas que predominam, e as suas características por si só suscitam essas práticas. Desta forma, a linguagem Logo é encarada no nosso trabalho como um protótipo desta filosofia. O seu principal mentor (Seymour Papert) tem apostado no desenvolvimento de outras propostas tecnológicas mais avançadas que seguem os princípios do *Construcionismo*, mas o conhecimento do Logo está na base da compreensão de quem quer vir a conhecer a sua filosofia educacional. Segundo Papert (1988), o Logo é um ambiente limitado pela tecnologia dos anos 70. O papel que ele espera que o Logo assuma é de “modelo” (p. 216).

Pensarmos sobre formas de melhorar o ensino com recurso aos computadores, pode ser uma boa oportunidade de reflectirmos sobre o ensino que temos e sobre o ensino que queremos: pretendemos melhorar as práticas integrando a tecnologia na cultura escolar que temos, ou ela poderá representar uma oportunidade para repensar o papel da escola no século XXI?

Para Papert (1988), a introdução dos computadores no ensino é uma boa oportunidade que a escola básica tem de rever o seu papel nas sociedades. A forma como ela souber integrar este novo e promissor recurso tecnológico nas suas práticas reflectirá em boa medida, o sucesso com que ela “agarra” essa oportunidade.

---

[13] Esta forma de encarar o Logo não é consensual. É a forma como Papert o vê. Outros autores olham para o Logo como mais uma ferramenta tecnológica ao serviço do ensino que temos, para que a partir dele possamos evoluir no sentido de melhor ensinar a matemática existente. Já Papert, não distingue a filosofia educacional que a linguagem Logo suscita, da própria linguagem de programação. É para o Logo como filosofia de ensino e de vida que os nossos olhos foram convergindo ao longo do nosso estudo, apesar de encontrarmos autores como Clements, citado por Hughes (1990, p. 132), que consideram mais importante a Linguagem do que a filosofia e vêem até nesta última, uma limitação das potencialidades do Logo como linguagem de programação.

3.1. O COMPUTADOR COMO APRENDIZ

Jones et al. (2002) distinguem três papéis que em regra os computadores podem desempenhar na sala de aula: o de *tutor*, o de *ferramenta* e o de *aprendiz*.

Estes autores consideram que "the concept of computer (and even graphic calculator) as tutee continues to provide the greatest potential for giving elementary children technological access to powerful mathematical ideas" (p. 127).

Segundo os mesmos autores, estes ambientes são ricos sob o ponto de vista da resolução de problemas, na medida em que:

- põem em evidência relações aritméticas, geométricas e algébricas;
- desenvolvem novos modos de pensamento reflexivo;
- elevam a focalização das práticas dos produtos, para os processos;
- estimulam tarefas de exploração e favorecem descobertas significativas.

No caso do Logo, o computador desempenha o papel de aprendiz. Papert (1988) salienta a facilidade com que a tartaruga[14] coloca a criança no papel de epistemólogo: "E ao ensinar o computador a 'pensar', a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se num epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram" (p. 35).

Desta forma, Papert sugere-nos uma cultura onde a criança deixa de ser "programada" pelo computador e passa a olha-lo como um interlocutor que ela pode "ensinar a pensar", começando por comunicar com ele, respeitando a sua linguagem de base (primitivas), para depois lhe ensinar a sua própria linguagem (procedimentos), de modo a que o computador ser converta numa fonte de poder nas suas mãos.

Esta perspectiva de relacionamento com os computadores contrapõe-se aos sentimentos matafóbicos que muitas pessoas têm em relação à tecnologia: vivem rodeadas de tecnologia, mas olham-na como sendo pertencentes aos outros. Por exemplo: quando a criança é pouco rigorosa com o vocabulário, ou regras gramaticais da linguagem Logo, o computador não executa as instruções que lhe são dadas, e exibe uma mensagem a dar conta de que não entendeu a mensagem. Isto de acordo com a filosofia Logo não é visto

[14] Nas suas primeiras versões o Logo podia controlar os movimentos de um pequeno robot, chamado "tartaruga" devido à sua forma, e que acabou por se tornar a marca registrada da linguagem. Com o desenvolvimento de terminais gráficos de baixo custo a tartaruga "mudou"-se para a tela do computador, onde pode mover-se de forma mais rápida e precisa.

como uma limitação da criança, mas antes como uma consequência das limitações de interpretação da máquina.[15]

Papert (1988) não põe em causa o interesse do uso do computador como tutor, ou como ferramenta. A filosofia educacional que nos propõe contempla também outros papéis para o computador, mas de todos eles, o de aprendiz é sem dúvida o mais promissor e aquele que apresenta maior potencial para induzir a mudança.

Os outros dois papéis que Jones et al. (2002) identificam são mais vulgares e em regra, a sua vulgarização tem contribuído essencialmente para perpetuar as práticas da escola tradicional: em vez de recorrerem aos livros ou ao professor, os alunos recebem informação a partir de jogos, de páginas de texto, Internet, etc., para desempenhar tarefas rotineiras. Kaput (citado por Palhares, 2000, p.106) defende que em geral, os computadores na escola têm contribuído para o renascimento de uma nova forma de behaviourismo e de instrução programada.

Apesar destas opiniões, não é raro constatarmos que as crianças se interessam pelo computador como tutor. Muitos professores vêem neste uso, uma forma de motivar os alunos para a matemática. No entanto, será essa motivação consequente?

Donaldson citada por Hughes (1990, p. 124) recorda que a motivação intrínseca em que a recompensa está na própria actividade é mais efectiva do que a motivação extrínseca em que o incentivo se encontra fora dessa mesma actividade.

Hughes (1990, p. 126) considera que, quando o computador é utilizado como tutor, a motivação se encontra essencialmente no meio através do qual a tarefa é desenvolvida (o ambiente computacional) e não na actividade matemática.

---

[15] Hughes (1990, p.131) relata um episódio que ilustra esta limitação da tecnologia: *Freddy* um robot que foi construído por Stephen Salter e Harry Barrow do Departamento de Inteligência Artificial da Universidade de Edimburgo foi confrontado com vários objectos, incluindo uma caixa, que tinha sido colocada aleatoriamente sobre uma mesa. *Freddy* recebeu a instrução *TIDYWORLD*, que é um comando que chama vários procedimentos que visam colocar todos os objectos colocados na mesa, dentro da caixa. Uma vez colocados todos os objectos na caixa, *Freddy* pegou na caixa e voltou a pousa-la. Repetiu estes dois gestos continuamente até que alguém interrompeu a execução do programa. O que *Freddy* estava a fazer era claro: como tinha que colocar todos os objectos na caixa, incluiu também a caixa no universo desses objectos.

3.2. POTENCIALIDADES MATEMÁTICAS DO AMBIENTE LOGO

Diversos estudos apontam importantes ganhos ao nível cognitivo por parte das crianças que trabalham com o Logo. Este ambiente computacional é rico em situações que solicitam o pensamento espacial. Estudos citados por Clements & Battista (1992) revelaram existir uma correlação positiva entre as capacidades de tipo espacial e as aquisições matemáticas a todos os níveis.

No mesmo sentido, Yakimanskaya (citado por Clements & Battista, 1992) defende que num currículo onde o desenvolvimento da imagem espacial seja um aspecto descurado, a assimilação das propriedades das figuras por parte dos alunos, tende a ser formalística (p. 443).

Autores como Krutetskii e Lean & Clements (citados por Clements & Battista, 1992) defendem que mesmo em conceitos operatórios que não contenham aspectos espaciais inerentes, como é o caso de operações com fracções, o pensamento "visual" é mesmo assim, utilizado por muitos alunos.

Segundo Stigler et al. (citados por Clements & Battista, 1992), no 1.º Ciclo do Ensino Básico em particular, a representação de ideias matemáticas está fortemente dependente das representações visuais.

Piaget & Inhelder citados por Clements & Battista (1992) consideram que as representações iniciais das crianças no domínio do espaço são baseadas na acção. Isto faz com que Clements & Battista (1992) vejam importantes potencialidades no Logo: "One implication is that Logo activities designed to help children abstract the notion of path may provide a fertile environment for develop their conceptualizations of simple two-dimensional shapes. Logo environments are, in fact, action-based" (p. 450).

O facto das crianças utilizarem o conhecimento do seu próprio corpo e sobre como se movimentam para comandar a tartaruga, faz com que o conceito matemático de "forma" seja estruturado como a memória de um movimento, o que para Clements & Battista (1992) é um bom ponto de partida para o estudo da geometria.

Jones et al. (2002, p. 120) e Kaput (1992, p. 538) destacam potencialidades do Logo em domínios relacionadas com a razão/proporção. Segundo os primeiros, os alunos desenvolvem esta noção porque começam a "pensar multiplicativamente" ao decidirem aumentar, ou diminuir o tamanho das figuras que desenham com a tartaruga.

Segundo Clements & Battista (1992), a experiência com Logo motiva os alunos a ver e a descrever entidades geométricas segundo a linguagem que é utilizada para as desenhar. Para além disso, quando solicitadas no sentido de descrever formas geométricas as crianças com experiência em Logo fundamentam melhor as suas afirmações e proferem mais afirmações que nomeiam as partes integrantes e propriedades das formas em análise.

Para Clements & Battista (1992), há evidências suficientes para aceitar a hipótese de que a experiência com Logo em crianças do Ensino Básico (até aos 10-15 anos) lhes proporciona uma maior consciência das suas concepções intuitivas e lhes facilita a transição do nível de pensamento visual para o descritivo/analítico[16] nos domínios de: forma, simetria e movimento.

Por exemplo: quando é pedido à criança para traçar um rectângulo com um determinado comprimento e determinada largura, esta terá que construir uma definição de rectângulo que o computador compreenda. Isto permite começar a construir conhecimento intuitivo sobre a forma de definir um rectângulo. Esse conhecimento serve de base para mais tarde ser integrado e formalizado numa definição abstracta (Clements & Battista, 1992, p. 450).

Vários estudos focalizados nos efeitos da utilização do Logo nas concepções dos alunos relacionadas com: ângulos, amplitude angular e movimento de rotação revelam resultados positivos (Clements & Battista, 1992, p. 450). Num desses estudos verificou-se que as respostas a questões de grau de dificuldade médio, os alunos sem experiência com Logo tendiam a revelar pouco conhecimento relacionado com o conceito de ângulo, bem como uma linguagem comum, (pouco específica), enquanto que aqueles que haviam desenvolvido trabalho com Logo demonstraram nas suas respostas um maior grau de generalização dos seus conceitos e uma linguagem mais matemática.

Existem evidências que sustentam que a experiência com Logo não desenvolve apenas as capacidades de medição de ângulos. O ambiente Logo permite utilizar unidades de medida de diferentes amplitudes e também criar novas medidas (Clements & Battista,1992).

[16] Segundo nível da hierarquia de van Hiele. Esta tem 5 estádios, segundo os quais os autores (van Hiele e Geldof citados por Clements & Battista, 1992, p. 426-428) afirmam que o pensamento espacial progride. Nessa progressão são considerados aspectos como: capacidade de descrição, capacidade de análise, capacidade de abstracção e ainda, de demonstração.

Campbell, citado pelos mesmos autores defende que o ambiente Logo permite aos alunos a manipulação de unidades e a exploração de transformação de unidades sem estes se preocuparem com as exigências dos instrumentos de medida e quantidades físicas.

Kaput (1992) considera que os estudos mais recentes neste domínio têm evidenciado melhor as potencialidades da Linguagem Logo em abordagens baseadas em tarefas abertas.

3.3. LOGO

Papert defende uma mudança do relacionamento das pessoas com o conhecimento. Mas essa mudança implica também uma outra no relacionamento das escolas com os computadores, dado que o papel que eles hoje desempenham nesses meios é também por sua vez, um reflexo da cultura do conhecimento que temos (Papert, 1988, p. 32).

A Matofobia, a "pulverização" dos saberes, o conformismo face ao saber dos "especialistas", o excessivo peso das visões psicométrica e eficientista do ensino (e do saber) são algumas facetas da nossa cultura do conhecimento que preocupam Papert (1988) e outros autores. No entanto, há uma outra que o autor destaca e que explica, em parte, as práticas baseadas no treino repetitivo de técnicas: Papert (1988) considera que na nossa cultura "racional" ainda prevalece a ideia de que o pensamento impede a acção, e até mesmo a aprendizagem. Na cultura popular o treino repetitivo é uma sugestão comum e aceitável para aprender.

3.3.1. Uma linguagem "à medida" para "falar" matemática

Pimm (1990), referindo-se à repressão exercida na escola sobre a tendência natural e desejável das crianças reflectirem, "falando consigo mesmas", considera que:

> No obstante, existen convenciones sociales y escolares que militan en contra de tales vocalizaciones (por ejemplo trabajar en silencio para no molestar a los compañeros). Por desgracia, la descalificación del murmullo consigo mismo sirve también para infravalorar este monólogo interno, exploratorio u orientador que quizá se esté produciendo en la cabeza del alumno. Incluso puede que algunos no sean conscientes de sus esfuerzos a

través de esta supervisión de sus actividades mentales, o de lo que tiene que ver con las matemáticas.[17] (p. 52)

A reflexão sobre as nossas acções é seguramente essencial para que sejamos capazes de reconhecer as nossas dificuldades e planearmos formas de as ultrapassarmos. Schoenfeld (1992) considera que a auto-regulação é um dos temas de discussão importantes no desenvolvimento do pensamento matemático. Este autor defende que "monitoring and assessing progress 'on-line', and acting in response to the assessments of on-line progress, are the core components of the self regulation" (p. 355).

Este autor aponta para práticas deliberadas no sentido de "treinar" mecanismos de auto regulação:[18]

> However, it is the case that such skills can be learned as a result of explicit instruction that focuses on metacognitive aspects of mathematical thinking. That instruction takes the form of "coaching" with active interventions as students work on problems. (p. 356)

Segundo Pimm (1990), a reflexão sobre o nosso próprio pensamento pode ser mais efectiva quando conseguimos representa-lo de alguma forma.

> Sólo cuando se descubre una dificultad para expresar lo que queremos decir, nos damos cuenta de que las cosas no son como pensamos. La articulación puede facilitar el proceso de reflexión al permitir un mejor acceso al pensamiento mismo. (p. 53)

Autores como Bishop (1999) que abordam a educação matemática de uma perspectiva cultural, realçam também a importância das crianças representarem de alguma

---

[17] Pimm (1990, p. 57) considera que a motivação para as crianças se expressarem é geralmente externa e por vezes perturbada por pressões que resultam da solicitação por parte do professor, em público em que os alunos são chamados pelo seu nome.

[18] O autor sugere inclusivamente práticas onde o professor questiona os alunos com frequência no sentido de os fazer reflectir sobre o que pretendem, sobre se o que estão a fazer os ajudam no seu objectivo, sobre o que farão a seguir, etc. O autor relata alguns estudos onde se avaliaram os efeitos destas práticas. Dessa avaliação ressaltam resultados positivos, mas Schoenfeld conclui que o processo é difícil e moroso, principalmente se os alunos tiverem já adquirido comportamentos de auto-regulação desadequados.

Já Papert vê na linguagem de programação uma forma natural da criança activar espontaneamente essas estruturas. Não queremos com este contraste afirmar que Papert não reconheça que o adulto pode ter um papel importante no estímulo à auto-regulação, mas a sua aposta é claramente outra.

forma o seu pensamento, possibilitando a sua partilha ou contrastação com o pensamento dos seus pares:

> Lo que hace falta es que se expongan significados: es decir, que se expongan significados personales de una manera manifiesta y que en consecuencia, sean potencialmente «públicos» y se puedan compartir... Por lo tanto, el enseñante necesita crear actividades que permitan a los niños exponer sus significados escribiendo, dibujando, haciendo carteles, hablando, etc. (p. 193)

Nem sempre é fácil representar o nosso pensamento. Papert defende que nenhum conhecimento é inteiramente redutível a palavras e nenhum é totalmente indescritível. Ele aposta no desenvolvimento de linguagens descritivas mais poderosas do que a linguagem corrente, que permitam falar e pensar sobre a aprendizagem.

Um dos exemplos que o autor apresenta para ilustrar o impacto que uma nova linguagem pode ter para as pessoas, foi a criação da geometria analítica. Papert (1988) começa por mostrar como ela poderá ter surgido, sublinhando que (à semelhança da visão que Caraça tem da ciência), esta linguagem não se desenvolveu à margem das necessidades do homem, não é produto de uma exploração solitária e cega ao mundo, mas antes uma das muitas tentativas do homem compreender e melhor interagir com a realidade: "O método cartesiano de coordenadas geométricas nascido dessa circunstância, forneceu as ferramentas que a ciência tem usado para descrever o movimento das moscas e o 'movimento' de objectos abstractos, as coisas da matemática pura" (p. 125).

De igual modo, o autor propõe que se criem linguagens que para as crianças representem aquilo que a criação da geometria cartesiana representou para a humanidade: uma ferramenta poderosa ao serviço das necessidades das pessoas e das suas preocupações. A linguagem que Papert vê como apropriada para as crianças é uma linguagem, onde elas tenham possibilidades de fazer o que Descartes fez: criar a sua própria linguagem, com a sua própria coerência e aptidão para melhor corresponder às suas preocupações e interesses. Para tal, Papert colaborou na concepção da linguagem Logo, tendo-se afirmado como o seu principal mentor.

Para além de um vasto leque de instruções que a tartaruga conhece à partida (as primitivas), e que o utilizador pode mandar executar, a linguagem Logo permite ainda uma infinidade de possibilidades de conjugar essas instruções, podendo a cada uma dessas possibilidades atribuir-lhe um nome à sua escolha. A vantagem de assumir novos vocábulos cujo significado[19] é atribuído pela própria criança é uma das suas características que a distingue de outras linguagens de programação. Este aspecto da linguagem Logo é também uma vantagem sob o ponto de vista afectivo, na medida em que permite a personalização da relação da criança com a tartaruga.

O que vimos para trás será já suficiente para vermos na proposta de Papert importantes contrastes com a cultura escolar que temos. Estes contrastes resultam da forma dele conceber o ensino e de estar no mundo. É sobre a sua filosofia de ensino e de vida que nos ocuparemos de seguida.

3.3.2. Um novo paradigma de ensino

Papert (1988) vê nas tecnologias não apenas uma oportunidade de multiplicar o conhecimento, mas fundamentalmente, uma oportunidade de as pessoas reverem o seu relacionamento com ele. O que se pretende da escola? Que os seus professores se multipliquem em esforços para dotar os seus alunos de um exaustivo conjunto de conhecimentos que julgam ser importantes, considerando-os e avaliando-os um a um, convictos de que melhorando o processo de transferência de informação, conseguem "moldar" os alunos à luz de um perfil que mais não é do que a soma de todas essas capacidades; ou será preferível ensinar os alunos a aprenderem ao longo da vida? Sem que queiramos excluir a importância de ambas, a diferença entre estas duas possibilidades parece-nos substancial. A primazia que concedermos a qualquer uma delas é determinante em tudo o que daí em diante possamos decidir em relação à escola e ao seu papel.

Seremos capazes de determinar em rigor o que é importante que hoje os nossos alunos aprendam e o que são capazes de aprender? Quando o tentamos fazer estaremos a ser realistas, optimistas, ou pessimistas? E daqui a 10, 20...50 anos, aquilo que hoje consideramos importante, ainda o será, para eles? Papert et al. (1999) colocam sérias interrogações a esta expectativa:

> In the past most people left the world only slightly different from how it was when they found it. The rapid and accelerating change that marks our times means that every

---

[19] O significado aqui é entendido como a sequência de instruções (primitivas e outros procedimentos que o utilizador tenha criado previamente) que deliberadamente correspondem àquele procedimento e que são executadas sempre que ele é chamado pelo seu nome.

> individual will see bigger changes every few years than previous generations saw in a lifetime. (p. VIII-IX)

O que é importante para o aluno *A* sê-lo-á também para o aluno *B*? Tal como vimos atrás, (secção 2.2.) o sistema educativo não se coíbe de fazer inúmeras suposições acerca do que todos os alunos precisam e são capazes de conhecer e parece achar legítimo fazer suposições acerca de um aluno genérico que na prática, sabemos que não existe. Ainda que a opção exclusiva por um destes dois caminhos não seja uma fatalidade, o que nos sugere Papert (1999, p. IX), é que será fundamental que os alunos "aprendam a aprender".

Tentando sintetizar, podemos afirmar que para Papert, mais importante que tomarmos conhecimento do resultado das aprendizagens que outros fizeram, é termos o privilégio de nós próprios aprendermos alguma coisa.

Para além de conhecer o que outros aprenderam, é importante perceber (vivenciando) o que significa aprender, constatar que há obstáculos, sentir a satisfação que a sua superação proporciona e perspectivar na primeira pessoa o poder das ferramentas que essas aprendizagens devolvem. Por poucas, palavras podemos dizer que o que Papert defende é que a escola dê um importante contributo para que a criança aprenda a ser um bom aprendiz ao longo da sua vida. Para que tal aconteça, Papert (1988, p. 59) propõe o conceito de *Matelândia*: um mundo rico em princípios que favorecem a aprendizagem – P*rincípios Matéticos*[20]. Este autor descreve a Matelândia como sendo um mundo onde a matemática é uma língua natural, tal como o francês o é em França.

Desta forma ele sugere-nos que o problema do ensino da matemática tem que deixar de ser colocado como o problema de encontrar formas de ensinar a matemática existente. Trata-se antes de reconstruir a matemática escolar, de modo a que se torne fácil de ensinar. Uma das características dessa matemática é a de que ela não é desligada da realidade, nem dos outros saberes. Segundo Papert (1988) o computador pode contribuir decisivamente para derrubar as barreiras entre os diferentes territórios do saber, permitindo uma livre circulação (sem os descaracterizar) entre eles:

> A tartaruga estabelece uma ponte. Ela serve como meio comum, onde podem se fundir os elementos compartilhados da geometria do corpo e da geometria formal. Reformular o

---

[20] Princípios bons para aprender

> malabarismo manual como programa estruturado pode construir uma ponte entre aqueles que possuem um delicado senso matético das habilidades físicas e os que sabem como organizar a tarefa de escrever um ensaio sobre história. (p. 218)

Para Papert (1988) a construção dessa ponte é facilitada, porque o computador suscita a focalização nos processos, e não nos conteúdos[21]. Uma vez que o trabalho prático de diferentes áreas do saber envolve muitas vezes processos que lhes são comuns, o trabalho no computador não é rotulado como "trabalho de ciências", ou "trabalho de artes", "de letras", etc.

> Ao criar um ambiente intelectual cuja ênfase está no processo, nós damos às pessoas com habilidades e interesses diferentes algo com que elas possam conversar entre si. Ao desenvolver linguagens expressivas para falar sobre o processo e ao reformular os velhos conhecimentos em termos de essas novas linguagens, podemos ter esperança de tornar transparentes as barreiras que separam as disciplinas. (p. 218-219)

Para este autor, tornar a matemática fácil de ensinar não implica apenas renovar os métodos de ensino da matemática, mas também e em grande medida renovar a matemática escolar. A grande mudança que o autor preconiza na matemática escolar para que se torne apropriável implica a verificação de três princípios:

1. Continuidade: a matemática deve ter uma relação de continuidade com o conhecimento e experiência individual de cada um, permitindo com ela o estabelecimento de um sentimento de afeição. Segundo Papert (1988):

> A geometria da tartaruga foi elaborada com objectivo de servir as crianças. Seu critério fundamental foi ser apropriável. É claro que ela deveria ter conteúdo matemático sólido, mas veremos que "apropriabilidade" e pensamento matemático sólido não são, de maneira alguma, incompatíveis. Pelo contrário: ao final, compreenderemos que alguns dos conhecimentos considerados mais pessoais são também os mais profundos sob o ponto de vista matemático. De muitas maneiras as ideias matemáticas, como por exemplo a de espaço e movimento, e a de padrões de acção repetitivos, são as que chegam à criança de maneira mais natural. É dentro desta matemática que mergulhamos as raízes da geometria da tartaruga. (p. 76)

---

[21] Não se desenvolvem processos sem se lidar com conteúdos nem vice-versa. A ideia aqui expressa não é a de que os conteúdos não são importantes. A sua importância não está em causa, o que se questiona é a legitimidade da escola para determinar o que é e o que não é importante para os seus alunos em cada ano lectivo, em cada período escolar, em cada mês, em cada dia e em cada momento.

2. Princípio do Poder: a matemática deve dar poder ao aluno para desenvolver projectos que correspondam às suas necessidades e aos seus interesses e que não poderiam ser conseguidos sem ela;
3. Ressonância cultural: os conteúdos matemáticos devem fazer sentido num contexto social mais amplo. Ou seja: para que a matemática seja apropriável não pode ser apresentada às crianças como sendo apenas importante para elas. Elas precisam de constatar que os pais, os professores e a comunidade em geral se interessam e precisam da matemática que lhes é proposta.

Veremos mais adiante que o terceiro princípio é, de entre os três, o mais difícil de conseguir na escola. Este princípio não é uma preocupação exclusiva de Papert: a propósito das diferentes perspectivas sobre o uso e a natureza dos materiais didácticos, Boero (citado por Palhares, 2000) defende uma posição que contrasta com muitos autores. Para Boero a escola não deve propor o uso de materiais concebidos exclusivamente para fins educativos, mas antes ferramentas comuns que as pessoas usam no dia-a-dia, como réguas, dinheiro, termómetros, mapas, réguas, calendários e outras. Este autor justifica-se com quatro fortes argumentos:

1. Os conceitos matemáticos assim adquiridos encontram eco na experiência extra-escolar da criança, o que não acontece com os materiais educativos;
2. Como estas ferramentas quotidianas reflectem a adaptação do homem às suas necessidades, estão melhor concebidos para estabelecer uma ponte entre a matemática formal e os constrangimentos da realidade;
3. A aquisição do domínio instrumental das ferramentas do quotidiano é mais rápida devido ao efeito adicional das experiências extra escolares dos alunos e; é importante desenvolver esse domínio também na escola, dada a necessidade da criança interagir com o mundo e as suas ferramentas;
4. Há uma maior garantia de boa manipulação das ferramentas do quotidiano por parte dos professores do que no caso dos materiais puramente didácticos. A vida pessoal dos professores obriga a esse domínio e quaisquer erros de utilização por parte destes são mais facilmente detectados e corrigidos pelas famílias.

No mesmo sentido, Papert (1988) afirma que: “a idéia de crianças usando o computador para escrever é um exemplo perfeito de minha teoria de que aquilo que é bom para os profissionais é bom para as crianças” (p.48).

Para Papert (1988), a melhor forma de aprender o "ofício" de aprendiz é aprendendo alguma coisa, da mesma forma que se aprende a andar de bicicleta, andando. Na verdade, podemos gastar muito do nosso tempo estudando as leis do equilíbrio, da anatomia humana, e de outras áreas do conhecimento que julguemos relevantes para tripular com sucesso uma bicicleta, mas nunca o conseguiremos se não nos aventurarmos a empreender as primeiras tentativas. Papert recorre à metáfora da bicicleta para ilustrar o seu princípio do "aprendendo fazendo". Mas a bicicleta permite-lhe ainda estabelecer uma analogia com o papel da escola na vida da criança:

Assim como a bicicleta se equilibra sozinha uma vez abandonada em andamento[22] (com alguma velocidade), a criança também aprende espontaneamente diversas habilidades indispensáveis à sua sobrevivência e bem-estar, tais como falar, convencer os pais, orientar-se no espaço etc., sem que para isso se crie um espaço e um tempo para desenvolver explicitamente essas aprendizagens. O autor chama a esse tipo de aprendizagem "Aprendizagem Piagetiana", ou "Aprendizagem Natural"[23].

Segundo Papert (1988), quando a bicicleta é tripulada por uma pessoa inexperiente, cai mais depressa do que quando abandonada em andamento. Este autor compara o papel do tripulante inexperiente ao papel da escola que temos: assim como o ciclista não respeita o mecanismo natural da bicicleta se equilibrar levando-a a uma queda precoce, também a escola não respeita a forma natural das crianças aprenderem e impõe-lhe estratégias de aprendizagem contraproducentes.

Papert (1988) afirma que as causas que geralmente são apontadas para o insucesso escolar tendem a resumir-se à falta de meios disponíveis e às baixas retribuições dos professores. Os meios em questão são geralmente giz, papel e outros mais ou menos utilizados pela generalidade das escolas. No entanto, ele argumenta que há escolas onde não se registam carências dessa ordem, mas o insucesso escolar persiste.

---

[22] Devido à forma da "forqueta" (estrutura onde é montado o eixo da roda da frente), o centro de gravidade do conjunto do sistema roda+forqueta+guiador não está localizado na direcção do eixo de rotação desse mesmo conjunto, mas um pouco mais adiante. Por isso, qualquer inclinação da bicicleta faz com que a roda da frente se oriente por efeito da gravidade para o mesmo lado para o qual a bicicleta se inclina, corrigindo assim o desequilíbrio.

[23] Papert (1988) realça que é esta forma de aprender, bem sucedida, espontânea, barata e humana que as escolas deveriam invejar e nela se inspirar.

Então, este autor é levado a concluir que o problema do insucesso terá outras origens. Para além da dimensão sócio política do problema que cabe essencialmente aos governantes, Papert sublinha a vertente prática do problema: a qualidade do ensino em si. E, neste domínio cabe grande responsabilidade aos educadores.

Por outro lado, a ideia de que a proliferação de computadores pelas escolas resolveria o problema do insucesso, pode parecer à partida uma ideia tentadora, que simplificaria a resolução deste problema. No entanto, tal como o autor demonstra, uma simplificação apenas conduziria a uma melhoria no processo de transferência de informação. O contacto das pessoas com os computadores não mudaria em nada o que as pessoas pensam de si mesmas enquanto aprendizes, ou a forma como enfrentam e solucionam os seus problemas.

Então, o que espera Papert que as crianças ganhem com a sua experiência com computadores?

- que saibam usar o conhecimento existente;
- que se tornem pensadores activos e críticos;
- que conheçam o seu potencial intelectual;
- que usem o seu potencial intelectual no desenvolvimento das suas competências.

Isso implica não apenas um reforço em larga escala dos meios tecnológicos nas escolas, mas essencialmente uma visão da aprendizagem que influencie o pensamento das pessoas mesmo quando estão longe do computador.

A nossa experiência de docência mostra-nos que ainda hoje em muitas escolas os computadores estão longe do quotidiano, embora se encontrem fisicamente próximos, na própria sala de aula. Para Papert (1988) não será alheia a essa realidade a cultura ainda persistente, que faz com que a ciência e a tecnologia sejam hostis à vasta maioria dos seres humanos. O autor explica a subsistência dessa cultura com o facto do isolamento e da privação das pessoas relativamente à ciência e à tecnologia, mas realça ainda outro tipo de condicionante menos visível, mas tanto ou mais importante ainda: "Outras são de cunho político: muitos jovens que vivem nas nossas cidades são rodeados por produtos da ciência, mas esses produtos são vistos como pertencentes aos 'outros'; em muitos casos são percebidos como propriedade do inimigo social" (p. 16).

Papert (1988) acredita que os computadores podem desafiar crenças difundidas a respeito de quem entende o quê e em que idade. Estão nesse rol vulnerável as premissas padronizadas da psicologia do desenvolvimento, da psicologia das aptidões e das atitudes e o acesso restrito à tecnologia apenas por parte dos técnicos. A tese do autor é que muito daquilo que hoje consideramos demasiado formal será aprendido com facilidade quando o acesso das crianças aos computadores for uma realidade.

Na opinião de Papert (1988), a facilidade com que a criança aprende a falar a língua materna é uma metáfora inspiradora para quem acredita que ela terá facilidade em aprender a falar com o computador: "A ideia de 'falar matemática' a um computador pode ser generalizada numa visão de aprender matemática na 'Matelândia', isto é, num contexto que está para a aprendizagem da matemática, assim como viver em França está para aprender francês" (p. 19).

Papert (1999, p. XI) defende a terminologia *Tecnologia digital,* em vez de *Tecnologia de Informação e Comunicação,* porque esta última expressão, que é a mais popular,[24] suscita o uso dos computadores como ferramentas de transmissão de informação. Para o autor, os computadores podem e devem desempenhar um papel que ultrapassa em muito esse âmbito. O papel "construtivo" tem claramente maior alcance do que o papel meramente "informativo". Quando colocamos os computadores ao serviço de alguma coisa que queremos construir, que queremos pôr a funcionar, a pesquisa de informação é apenas um pequeno passo de uma longa caminhada.

Mas esta dicotomia de papéis (informativo e construtivo) não se sente apenas quando olhamos para a utilidade que é dada aos computadores nas escolas. Segundo Papert et al. (1999), a própria educação tem também essas duas vertentes e aqui a predominância é também do lado informativo. Papert conclui que a educação não consegue ser mais "construtiva", porque as tecnologias dominantes teimam ainda hoje em ser aquelas que num passado longínquo faziam algum sentido: papel e lápis; giz e ardósia; pauzinhos e areia.

Este aspecto da sua visão da educação é essencial para que possamos fazer uma distinção entre o que foram as preocupações de Piaget nos seus estudos em psicologia do desenvolvimento e os de Papert em inteligência artificial: podemos afirmar que enquanto Piaget se preocupou em estabelecer limites às possibilidades de aprendizagem das

---

[24] O autor compreende que a terminologia "Tecnologia de Informação e Comunicação" seja mais popular, porque é quase exclusivamente a função informativa dos computadores que as pessoas conhecem do dia-a-dia.

crianças em função da sua idade/maturidade, Papert preocupa-se em encontrar formas de flexibilizar esses limites em função das experiências que a tecnologia pode proporcionar.

Vimos já que este autor defende que a tecnologia por si só não resolve o problema do ensino. A tendência que ainda hoje se verifica é no sentido de "digitalizar" a escola tradicional: assistimos já em Portugal ao surgimento daquilo que Papert et al. (1999) vê como uma ameaça futura:

> To bring this discussion back to the Logo culture's view of the teacher, I want to register my horror when I hear talk about how the Web will allow every student to be taught by the 'best teacher' in the World. (p. XII)

Papert tem uma concepção do papel do professor relativamente à qual encontramos mais objecções por parte de outros autores e que será provavelmente uma das suas ideias mais contrastantes com a realidade que conhecemos.

Como vimos atrás, Papert et al. (1999) considera que um dos papéis mais importantes da escola é o de proporcionar às crianças a possibilidade de se tornarem bons aprendizes. Para tal, aponta um caminho: "The best way to become a good carpenter is by participating with a good carpenter in the act of carpentering. By analogy the way to become a good learner is by participating with a good learner in the act of learning" (p. IX).

No entanto, Papert constata que isto raramente acontece na escola. A relação de coaprendizagem que ele vê nas nossas escolas entre o aluno e o professor tem para ele pouca autenticidade. Papert (1988) considera que se criam situações nas quais se espera que os alunos façam as suas próprias descobertas, mas em que aquilo que eles descobrem é o que os professores já sabem, mas fingem não saber. "A descoberta não pode ser preparada; a invenção não pode ser planejada" (p. 143).

O que Papert nos sugere é que este opção tenderá a restringir a sua partilha professor-aluno e colocará entraves a que as crianças percebam como é que o seu professor enfrenta as dificuldades, até que ponto é persistente na busca de soluções, como privilegia o trabalho colaborativo e como se sente gratificado pelo resultado do seu trabalho. Em resumo, este autor leva-nos a admitir que provavelmente este ambiente de aprendizagem não garante transparência suficiente para que os alunos percebam como é que uma pessoa preparada em matemática se relaciona com esta disciplina, o que do ponto de vista de alguns autores como Resnick, citada por Schoenfeld (1992) e Pimm (1990) é fundamental.

Como vimos na secção 2.4., Resnick defende que desenvolvemos hábitos e capacidades de construção dos significados, segundo processos mais do tipo socializador do que instrutivo. Assim como os valores da comunidade envolvente são interiorizados, determinando em larga medida, um quadro referencial próprio dos indivíduos dessa mesma comunidade, conferindo ao sujeito uma forma particular de ver o mundo, também os ambientes educativos estimulantes que privilegiam o ponto de vista matemático, serão determinantes na aquisição do pensamento matemático.

Um estudo desenvolvido por Jean Lave (citado por Schoenfeld, 1992) que incidiu sobre a forma como os elementos de uma comunidade de alfaiates da Monróvia desenvolve as suas competências, ajuda-nos a compreender até que ponto as aquisições do aprendiz transcendem o currículo explícito que lhe é proposto. Schoenfeld (1992) resume a visão do que é ser um alfaiate, na perspectiva do autor do estudo:

> Being a tailor is more than having a set of tailoring skills. It includes a way of thinking, a way of seeing, and having a set of values and perspectives. In Tailors Alley, learning the curriculum of tailoring and learn to be a tailor are inseparable: the learning takes place in the context of doing real tailors' work, in the community of tailors. Apprentices are surrounded by journeymen and master tailors, from whom they learn their skills-and among whom they live, picking up their values and perspectives as well. These values and perspectives are not part of the formal curriculum of tailoring, but they are a central defining feature of the environment, and of what the apprentices learn. The apprentice tailors are apprenticing themselves into a community, and when they have succeeded in doing so, they adopted a point of view as well as a set of skills – both of which define them as tailors. (p. 340-341)

De facto, parece que o acto de aprender é muito mais do que "absorver" um conjunto de ideias, ou adquirir desembaraço na realização de determinadas tarefas. Tal como defende Schoenfeld (1992) ser matemático e pertencer a uma comunidade matemática, são coisas inseparáveis. A aprendizagem é definida e configurada culturalmente. Os sujeitos desenvolvem a sua compreensão da actividade a partir da sua participação na comunidade praticante. As aulas de matemática na escola actual são amplamente culturais, ultrapassando largamente o âmbito dos factos e procedimentos matemáticos (currículo explícito) que são abordados.

Referindo-se à opinião de Hoffman, Schoenfeld (1992) concorda que o conceito que temos da matemática vai influenciar o tipo de ambiente matemático que criamos na sala de aula e daí o tipo de compreensão matemática que os alunos virão a desenvolver:

“Whether or not one is explicit about one’s epistemological stance, he observes, what one thinks mathematics is will shape the kinds of mathematical environment one creates, and thus the kinds of mathematical understandings that one’s students will develop” (p. 341).

Uma vez que os efeitos de pertencer a uma comunidade matemática resultam em larga medida de um processo de aculturação, parece-nos que assume particular importância o ponto de vista matemático do professor, bem como a forma mais ou menos explícita como o expõe e partilha. Quer queiramos, quer não, na sala de aula o professor é uma figura de referência muito importante: a própria instituição escolar e a comunidade esperam dele esse papel. A forma como ele encara a actividade matemática e como nela participa no seio da comunidade a que pertence (a sua turma) parece-nos assim um elemento-chave na estruturação de crenças dos alunos relativamente à matemática, relativamente a si próprios como aprendizes de matemática e ainda relativamente à forma como se aprende matemática.

Por muito que esta sugestão de Papert, se distancie das práticas que temos (práticas que muitas pessoas dão como adquiridas e inquestionáveis), a verdade é que esta a visão da aprendizagem como um processo de socialização e aculturação sugere que os professores se coloquem lado a lado com os seus alunos. Papert (1988) acredita que esta cumplicidade na aprendizagem aproxima os professores dos alunos e muda o discurso de uns, relativamente aos outros (discurso dos professores centrado nas limitações dos alunos).

Então, quais as consequências de uma relação de coaprendizagem menos autêntica que Papert critica? Tendo em conta a descrição do trabalho prático dos matemáticos que Schoenfeld (1992), Jones et al. (2002, pp. 134) e outros autores reclamam para a escola, somos desafiados a avançar algumas hipóteses:

- Ser competente não implica esforço, nem persistência, é tudo uma questão de ter a resposta certa para cada problema, pois estes professores têm-na sempre à mão, sem derramar uma gota de suor;
- Ao fingir que está a aprender, o professor tenderá a abreviar e trivializar processos com os quais, na verdade, os alunos teriam que se envolver em

maior profundidade, transmitindo assim a ideia de que a actividade matemática é linear, pouco problemática;[25]

- Como os alunos já sabem que se não conseguirem atingir o objectivo, ao longo da aula, o professor saberá encaminha-los atempadamente, com simplicidade, para a "resposta certa", então tenderão a acreditar que:
  - É imprescindível terminar as tarefas rapidamente, porque o professor tem sempre o cuidado de concluir sempre as tarefas dentro dos limites de tempo da aula (o limite fixado nas suas planificações);
  - Não é necessário formular várias conjecturas, nem testa-las, porque levará muito tempo e podem conduzir ao erro, o que é grave, porque o professor nunca erra, tem sempre a resposta certa.
- Não é necessário recorrer à ajuda dos colegas. Portanto, a actividade matemática não parece ser uma actividade colaborativa, porque o professor também não espera a colaboração dos seus alunos, não recorre a eles. É totalmente autónomo.

Provavelmente esta lista está longe de se considerar esgotada, mas mesmo assim, podemos já encontrar semelhanças importantes com algumas crenças que os alunos tipicamente alimentam em relação à matemática que vimos atrás.

De resto, é visível a preocupação por parte de alguns autores em salientar a importância dos professores se despirem de preconceitos, ou receios e encarem com maior naturalidade aquilo que é natural – partilhar com os alunos o desejo de aprender. O Departamento de Educação do Estado da Califórnia (citado por Schoenfeld, 1992, p. 365) fazia já há 20 anos atrás recomendações aos professores, no sentido destes explorarem e experimentarem com os alunos em situações de resolução de problemas.

[25] A propósito de um tipo de problemas muito comum nas nossas escolas (problemas de um só passo), Palhares (2000) considera que é muito comum as crianças recorrerem as estratégias superficiais para lidar com problemas de adição e subtracção. Em regra, não procuram formas de representação da situação problemática, nem a procuram compreender, limitando-se a efectuar a operação mais recentemente praticada, ou aquela que julgam dominar melhor. Tomam também decisões com base em palavras-chave que retiram do contexto que associam a esta, ou aquela operação matemática. Segundo Palhares as crianças sentem-se atraídas para estas estratégias e aponta razões para este facto: monotonia no tipo de problemas apresentados, focalização do mérito do trabalho matemático na sua rapidez de execução e nos seus produtos.

Pimm (1990) sublinha importância do professor expor o seu raciocínio perante os alunos: “Una técnica útil para el profesor puede consistir en ‘elevar el volumen’ de su propio diálogo consigo mismo,...con el fin de facilitar que los alumnos se percaten de cómo opera una persona preparada en matemáticas” (p. 52-53).

No entanto, estudos referidos por Hughes (1990, p. 132-133), Clements & Battista (1992, p. 451- 452) e opiniões como as de Mayer (2004, p. 17), consideram que Papert dá pouca importância ao papel do professor, porque ele não reconhece a importância de se estruturar previamente as actividades, nem a necessidade de se suscitar nos alunos certos estilos de aprendizagem[26] em detrimento de outros.

Referindo-se a esses estudos como estes, Papert considera que muitas das críticas à filosofia Logo se fundamentam em investigações que se baseiam em metodologias que não são sensíveis ao alcance da filosofia Logo.

Comentando uma compilação de projectos Logo desenvolvidos em várias partes do mundo, Papert et al.(1999) refere-se assim à filosofia Logo:

> As you read it I want you to consider the idea that the right answer to “what’s Logo” cannot be “An X plus a Y”. It is something more holistic and the only kind of entity that has the right kind of integrity is a culture and the only way to get to know a culture is by delving into its multiple corners. (p. VII)

Constatada a distância que separa a escola que temos da proposta de Papert e a inércia que esta instituição revela face às mudanças sociais, que papel o autor prevê para a escola no futuro?

Ele vê nas escolas de Samba brasileiras um modelo de implementação espontânea da filosofia Logo. Porém, contrastando os ambientes Logo das nossas escolas, com os das escolas de Samba, Papert (1988) salienta diferenças que considera fundamentais:

> Apesar dessas semelhanças, os ambientes Logo não são escolas de Samba. As diferenças são bem fundamentais. Elas se reflectem superficialmente no fato de que os professores são profissionais e estão em comando, mesmo quando se abstêm de exercer autoridade. Os alunos são uma população transitória e raramente ficam tempo suficiente para fazer dos objectivos a longo prazo do Logo os seus próprios. Em última análise, a diferença tem a ver como as duas entidades são relacionadas com a cultura circundante. A escola de Samba possui fortes conexões com uma cultura popular. O conhecimento que ela veicula é

[26] Exemplo: mais analítica do que visual/intuitiva, como defende Clements & Battista (1992).

> continuação dessa cultura. Os ambientes Logo são oásis mantidos artificialmente, onde as pessoas encontram conhecimento (matemático e matético) que foi separado da corrente principal da cultura circundante, e que, de certa maneira, se encontra até mesmo em oposição a valores expressados pela cultura circundante. (p. 215)

De facto nas escolas de samba a motivação dos seus membros é genuína: ninguém é “obrigado” a pertencer ao grupo, e o que lá se aprende está ligado a um quadro de referências culturais importante, que todos assumem como “seu”. Há uma maior cumplicidade entre todos e uma maior coesão, porque o que é procurado é importante para todos os seus membros e para a comunidade. Nos ambientes Logo das escolas, alunos e professores interagem por “obrigação institucional” (cumprimento da escolaridade obrigatória e cumprimento de deveres profissionais) e em muitos casos, o vínculo dos seus membros é efémero.

Face a este distanciamento, será a existência da escola incompatível com afirmação da filosofia Logo?

Referindo-se a uma desejada “escola de samba computacional” que Papert vê como eminente e incontornável no futuro, Papert (1988) lança-nos um apelo:

> Para as pessoas interessadas em educação em geral, será importante traçar histórias particulares desses esforços: como eles afectarão o desenvolvimento intelectual dos seus participantes em idade escolar? Será que observaremos a reversão dos estágios piagetianos? Desenvolverão estas pessoas o interesse em deixar a escola tradicional? Como as escolas tentarão adaptar-se à nova pressão sobre elas? (p. 217)

Poderá o Construcionismo fazer algo pela escola, apesar dos seus constrangimentos, abdicando de alguns dos seus princípios (ex.: matemática escolar com ressonância cultural); ou terá que ser a escola a libertar-se das suas “amarras” que a comprometem com a missão de pôr em prática um currículo fechado que Papert acusa de reprimir os impulsos da livre e espontânea expressão do espírito Construcionista? Provavelmente nem uma, nem outra: se pensássemos que a escola não teria novas perspectivas de futuro certamente não estaríamos aqui a maçar o leitor com tal dissertação. Se víssemos o Construcionismo como uma proposta rígida que apenas teria interesse quando plenamente implementada, não o teríamos trazido até estas linhas.

Provavelmente a escola nunca deixará de existir enquanto instituição, mas cremos que poderá ser bem melhor, se conseguir abrir um pouco mais “as suas portas” a alguns princípios como aqueles que o Construcionismo abraça. Cremos que se a proposta de Papert não fez até hoje mais pelo ensino, não será por falta de mérito dos seus princípios.

De qualquer forma, teremos que recear o desaparecimento da escola, se nos limitarmos a vê-la fechar-se sobre si própria, esgotando todo o seu esforço com preocupações internas de fidelidade à sua persistente imagem de entidade promotora de aprendizagens artificiais que a sociedade se viu forçada a inventar, dada a pobreza de estímulos dos ambientes informais (naturais).

3.3.3. Micromundos

Papert (1988) não defende que a tartaruga seja a panaceia para todos as dificuldades de assimilação das crianças. O que ele defende é que os computadores podem dar à criança o privilégio de experienciar um modelo de aprendizagem, em que se aprendem coisas novas "vindo a conhecer as suas ideias poderosas" (168). Para Papert o Logo não é mais do que um modelo desse tipo de aprendizagem. É esta a sugestão fundamental que ele nos dá para que nos saibamos servir dos computadores para mudarmos o nosso relacionamento com o conhecimento. Papert (1988) defende que os micromundos como os da tartaruga são ambientes privilegiados para que esse modelo de aprendizagem seja uma realidade. Este autor dá-nos um exemplo do que significa para ele o conceito de micromundo:

> Um fato importante ocorreu quando Deborah decidiu restringir seus comandos para a tartaruga, criando um micromundo dentro do micromundo dos comandos da tartaruga. Ela se permitiu somente um comando de rotação: PARADIREITA 30. Para girar a tartaruga 90 graus, ela repetia três vezes PARADIREITA 30, e obtinha o efeito de PARAESQUERDA 30 repetindo o comando PARADIREITA 30, onze vezes…Mas para Deborah foi uma alegria ser capaz de construir seu próprio micromundo e descobrir o quanto ela podia fazer dentro de seus rígidos limites. A partir de aí ela não pediu mais permissão para fazer explorações. E um dia, quando o professor se ofereceu para mostrar-lhe "uma maneira mais simples" para atingir um determinado efeito, ela ouviu pacientemente e disse: "Eu não acho que farei isto desta maneira". E afinal, várias semanas mais tarde, quando estava pronta, ela ousou sair de sua redoma de auto-protecção, já então de posse de um novo senso de confiança que se mostrou evidente, não somente em projectos mais ambiciosos com a tartaruga, como também em seu relacionamento com tudo o mais que ela fez na escola. (p. 146-147)

Papert aposta na diversidade de modelos cognitivos que a tecnologia digital oferece, e que multiplica as probabilidades de cada criança encontrar aquele, ou aqueles modelos que para sempre se venham a assumir como os seus *objectos transitórios,*[27] como as engrenagens, o foram para ele (Papert, 1988, p.14).

Segundo Papert (1988, p.155), Piaget demonstrou que as crianças constróem as suas teorias intuitivas de forma espontânea e que podem, ou não, ter valor científico. Papert, a construção dessas "falsas" teorias ensinam tanto sobre como construir teorias, como a construção das teorias científicas. A coerência é um dos princípios aos quais as "falsas" teorias costumam obedecer. Papert (1988) dá-nos um exemplo:

> Piaget perguntou a crianças pré-escolares: "o que produz o vento?" Muito poucas disseram "Eu não sei". A maioria deu as suas teorias pessoais, como "as árvores produzem o vento sacudindo seus galhos". Esta teoria embora errada, evidencia a existência de uma habilidade altamente desenvolvida para formulação de teorias. Ela pode ser testada com fatos empíricos. Realmente há uma forte correlação entre a presença do vento e o sacudir os galhos. (p. 163)

Para Papert (1988) a escola tradicional não estimula e até inibe as crianças de empreenderem tentativas de interpretar o mundo que as rodeia com base na sua intuição:

> Isto faz com que "Piaget" na escola seja um Piaget às avessas – às avessas porque as crianças são alimentadas à força com teorias "correctas" antes de estarem prontas a inventa-las. E às avessas porque o trabalho de Piaget põe em questão a ideia de que a teoria "correcta" seja superior como estratégia de aprendizagem. (p. 162)

A importância que Papert atribui à construção de "falsas teorias" explica porque razão este autor concebe o Logo como um mundo onde não existe o "certo" nem o "errado", mas antes o mais próximo, ou o mais distante daquilo que as crianças pretendem.

Papert (1988) considera mesmo que o recurso ao raciocínio formal para refutar intuições é um dos "bloqueios mais destrutivos da aprendizagem" (p. 175)[28]. Segundo ele,

---

[27] Entidade capaz de se assumir como modelo para pensar sobre outras coisas. Segundo Papert, nós "assimilamos" o novo conhecimento relacionado-o (estabelecendo analogias e contrastes) com conhecimento e experiências prévias. Pimm (1990, p. 29) considera que a tartaruga é um objecto transitório em dois sentidos, porque permite progredir do concreto ao abstracto e do público ao privado: a manipulação de um objecto concreto (a tartaruga) exige manipulação simbólica e portanto, abstracção. O acesso à tartaruga é público, e a sua linguagem de base é comum a todos os computadores, mas o tipo de relação das crianças com o Logo é muito personalizada e a própria linguagem pode tornar-se única para cada uma delas.

esta prática mais não consegue do que desencorajar as crianças de tentar construir as suas próprias teorias. Papert (1988) apela para que a construção das falsas teorias seja estimulada e que as intuições sejam objecto de reflexão para, que a partir delas, se construam teorias mais evoluídas:

> Nestas situações, precisamos melhorar a nossa intuição, depura-la, mas a pressão sobre nós, é para abandoná-la e em seu lugar confiar em equações. Geralmente um aluno, quando se encontra nesse aperto, procura o professor de física para dizer-lhe: "Penso que o giroscópio deveria cair em vez de ficar de pé". A resposta do professor é escrever uma equação para provar que a coisa fica em pé. Mas isto não é o que o aluno precisa. Ele já sabia que o giroscópio ficaria em pé, e este conhecimento fere porque entra em conflito com a intuição. Ao provar que ele ficará de pé, o professor põe sal na ferida, mas não faz nada para curá-la. O que o aluno precisa é algo muito diferente: melhor compreensão de si mesmo e não do giroscópio... Ele precisa saber como trabalhar as suas intuições para mudá-las. (p. 175)

Nos micromundos raramente a tartaruga executa à primeira tentativa o que a criança pretende e quando isso acontece, esta última está já comprometida com "voos mais altos". A experiência com Logo leva as crianças a acreditarem na estratégia de *debugging,*[29] mais do que em qualquer outra (Papert, 1988).

Este autor lembra que Piaget demonstrou nos seus estudos que a criança "absorve o novo pelo velho" através da "assimilação" e considera que a criança brinca espontaneamente com esse processo, encontrando por vezes obstáculos: o novo conhecimento contradiz o velho. Para este autor uma aprendizagem bem sucedida implica estratégias que permitam lidar com esses conflitos. Nestas situações, por vezes, partes do conhecimento em conflito são reconciliadas. Outras vezes acontece que uma ou outra parte é abandonada, e também pode dar-se o caso de ambas as partes serem conservadas,

---

[28] Estes argumentos de Papert em desfavor das práticas da escola tradicional podem ajudar o leitor a compreender melhor o alcance da metáfora da bicicleta, à qual ele recorre e que foi apresentada na secção 3.3.2.

[29] O termo *bug* cuja tradução do inglês corresponde no português a – *bicho, vírus, infecção, ou espionagem*, significa também – *erro em programa informático*. O termo *debbuging* significa – *o trabalho de detecção e correcção desses erros.*

mas mantidas em territórios independentes. Segundo Papert, as dificuldades que são colocadas à assimilação têm por base a dificuldade de aplicar dois princípios matéticos:

- relacionar conhecimento novo com aquele já adquirido;
- explorar de forma pessoal o novo conhecimento "brincando" com ele.

Os micromundos proporcionam às crianças a possibilidade de "brincar" com entidades que se comportam de maneira diferente daquela que elas reconhecem como sendo o comportamento natural, estabelecendo com elas uma relação afectiva. Essas entidades podem ser por exemplo, as tartarugas de velocidade e as tartarugas de aceleração.

Quais as vantagens da criança estabelecer uma relação pessoal com estas entidades que não se comportam estática e dinamicamente[30] como quaisquer outras?

Em primeiro lugar a sua experiência com estes micromundos permitir-lhe-á mais tarde encarar a aprendizagem de importantes conceitos da ciência anti-intuitivos mais facilmente. Em segundo, eles são importantes contextos em que a criança se sente encorajada a construir e alargar as suas teorias, adquirindo hábitos que são importantes para a construção de teorias científicas:

> As crianças aprendem o que é explorar as propriedades de um determinado micromundo que não sofre a perturbação de questões externas. Ao fazê-lo, elas aprendem a transferir hábitos de exploração de sua vida pessoal ao domínio formal da construção de teorias científicas. (p. 145)

---

[30] As tartarugas de velocidade deslocam-se perpetuamente a velocidade constante, quando lhes é dada uma única instrução para se deslocarem a uma dada velocidade, enquanto que um objecto, quando sujeito à acção de uma força momentânea, desloca-se a uma velocidade decrescente até se imobilizar devido às forças de atrito, que podem ser de rolamento, de escorregamento e/ou forças aerodinâmicas (Carvalho et al., 1981 e Streeter, 1980).

As tartarugas de aceleração quando recebem uma instrução para fazer variar a sua velocidade (segundo um dado valor constante), deslocam-se com velocidade crescente, ou decrescente, enquanto que um objecto imobilizado, quando sujeito à acção de uma força constante e permanente, apenas se desloca a velocidade constante, se essa força for superior às forças de atrito estático que passam a reagir à acção da força em questão. No caso desse corpo se encontrar em movimento e a força aplicada tiver a mesma direcção e sentido do movimento, a sua velocidade só varia até um certo valor, mantendo – se constante a partir desse momento, devido à reacção crescente das forças de atrito aerodinâmico.

Relativamente à primeira vantagem, Papert (1988) aponta o caso das leis do movimento de Newton. Estas importantes leis da física que fazem parte dos currículos escolares colocam dois tipos de dificuldade à sua aprendizagem. Segundo Papert, elas opõe-se à observância de dois princípios matéticos:

- São anti-intuitivas, porque contrariam aquilo que a criança observa no seu quotidiano. A sua experiência com o movimento de objectos, tais como carros em miniatura, bolas, etc., revela outro comportamento;
- Não permitem a exploração física e perceptual. Não é possível (a não ser em situações artificiais de laboratório, ou no espaço) desenvolver manipulações de objectos que estejam imunes à acção das forças de atrito e da gravidade. O efeito dessas forças é perceptível, mas a sua aplicação não.

Segundo Papert, estas duas dificuldades terão sido responsáveis pelo facto do pensamento newtoniano ter levado muito tempo a evoluir.

Os micromundos das tartarugas de velocidade, das tartarugas de aceleração e tartarugas conectadas permitem à criança "brincar" com estas entidades que se comportam como partículas newtonianas de massa constante e com elas estabelecer uma relação afectiva que mais tarde, quando for confrontada com as leis de Newton, lhe vai permitir encara-las como amistosas. A criança tenderá então a evocar as tartarugas para procurar compreender as leis de Newton, como Papert evocava a sua experiência com diferenciais mecânicos para interpretar as equações diferenciais.

O conceito de "estado" é um dos conceitos com que a criança se relaciona no Micromundo da Tartaruga, podendo perspectiva-lo em diferentes contextos, e com diferentes referências: no mundo da tartaruga geométrica para definir o estado da tartaruga é necessário ter em conta dois elementos – posição e orientação. Os operadores de estado *avança/recua* modificam a posição e os operadores *direita/esquerda* modificam a sua orientação. No mundo das tartarugas de velocidade surge mais um elemento para definir o estado da tartaruga – a velocidade e no mundo das tartarugas de aceleração surge ainda a variação da velocidade como variável a considerar também na caracterização do estado, bem como os respectivos comandos para modificar estas variáveis. A experiência das crianças com estes sistemas transitórios é para Papert importante para preparar a criança para enfrentar, com naturalidade, relações de causa-efeito implícitas em leis como a de Newton.

A sequência dos três micromundos; Tartaruga Geométrica, Tartaruga de Velocidade e Tartaruga de Aceleração é vista pelo autor como um caminho para o pensamento de Newton, coerente com os dois princípios matéticos atrás referidos:

- Cada passo apoia-se no anterior de modo claro e transparente, satisfazendo o princípio dos pré-requisitos;
- Cada um desses micromundos pode funcionar como um ambiente explorável e manipulável.

Papert (1988) considera que a escola, face à constatação de que o meio extra-escolar não é susceptível de dotar as crianças dos pré-requisitos para aprender física, esgota os seus esforços com aprendizagens artificiais de técnicas e saberes "já prontos", limitando profundamente as possibilidades das crianças contemplarem a beleza intelectual da ciência. Segundo Papert (1988) basta deixar as crianças brincar com os seus micromundos e acompanha-las na sua natural necessidade de irem cada vez mais longe, alargando os seus contornos e ampliando progressivamente aquilo que são capazes de fazer, dentro deles. Para tal, Papert aponta a possibilidade de as crianças desenvolverem elas próprias jogos, actividades, artes e outras iniciativas que tornem relevante o trabalho nos micromundos.

Apesar de Papert (1988) considerar que estes micromundos (aos quais chama também *sistemas transitórios*) colocam as crianças mais próximas do que Newton pensou antes de começar as escrever equações, admite que os próprios físicos não os reconheçam como física.

Papert (1988) vê os micromundos como matelândias incubadoras de ideias, ou estruturas intelectuais com poder especial para a apropriação de novas ideias. Não são apenas as leis de movimento de Newton que o autor vê como susceptíveis das crianças se aproximarem delas desta forma: "Assim, nós projectamos micromundos que exemplificam não apenas as ideias 'correctas' de Newton, mas também muitas outras…Deste modo, os aprendizes podem progredir de Aristóteles até Newton e mesmo de Einstein, através de tantos mundos intermediários quanto eles desejarem" (p. 154).

3.3.4. Modularidade e recursividade

Como vimos, uma das principais vantagens que Papert (1988) reclama para o Logo e que lhe confere um valor acrescido é o contacto que ele proporciona com *ideias poderosas* que se podem constituir como objectos transitórios ou "objectos de pensar com", para a apropriação de novas ideias. "Um exemplo de uma ideia poderosa que as crianças podem encontrar é precisamente aquela que a modularidade suscita: "é possível construir um grande sistema intelectual, sem nunca dar passos que não possam ser compreendidos" (p. 129).

O Logo permite manusear programações mais avançadas: extensas sequências de instruções podem ser "guardadas" com um nome à escolha do utilizador (procedimentos), para serem executadas de imediato, mais tarde, ou ainda para integrarem outros procedimentos, compostos (tais como os primeiros) por primitivas e/ou outros procedimentos.

Esta possibilidade da linguagem Logo, permite elaborar programações avançadas, sem ter que lidar com estruturas demasiado complexas, demasiado lineares.

Esta estruturação da programação em módulos é fundamental para motivar as crianças para uma importante estratégia de programação - a estratégia de debugging.

A modularidade permite maior facilidade de encontrar os *bugs*, sempre que a testagem de uma conjectura revela que há alguma coisa que não está bem. Isolando a programação em pequenos "pedaços" e executando-os passo-a-passo torna-se mais fácil identificar qual o "pedaço" onde se encontra a parte da programação que tem que ser melhorada. Isto é particularmente encorajador para a criança, estimulando-a a reflectir sobre o que faz, sobre como pensa. A modularidade estimula a criança a adquirir confiança na estratégia de debugging. Esta estratégia funciona como um mecanismo de auto-regulação e é essencial no trabalho matemático, como vimos atrás.

Outra ideia que Papert considera poderosa é a de recursividade. O Logo é um terreno propício à familiarização da criança coma ideia de recursão.

Como vimos atrás, os procedimentos podem integrar primitivas e outros procedimentos, mas não tínhamos ainda referido que, uma das possíveis instruções que o próprio procedimento pode conter é ele próprio. De facto, na linguagem Logo qualquer procedimento se pode chamar a si próprio. Como resultado, a sua execução dá origem a sequência de acções cíclica e perpétua.

O autor olha para estas ideias como princípios matéticos. De resto, o conceito de criança epistemóloga está sempre presente na sua filosofia de ensino. Enquanto que a escola tradicional olha para questões epistemológicas como sendo coisas de professores, de psicólogos e epistemólogos, assumindo que são os adultos que sabem qual a melhor forma das crianças aprenderem, Papert coloca importantes decisões sobre como aprender nas mãos das crianças, colocando-as em contacto com ideias poderosas que a estimulam a pensar sobre o seu próprio pensamento, levando-as a constatar que há um certo tipo de ideias que se destacam pelo seu poder de abrirem janelas de luz na obscuridade que envolve a compreensão de outras.

CAPÍTULO 4 – NOVAS PERSPECTIVAS PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Neste capítulo procurámos fazer uma síntese dos contributos das diferentes abordagens da educação matemática sobre as quais pesquisámos para a estruturação da nossa própria visão, com particular destaque para o contributo de Papert.

Da literatura que consultámos encontrámos argumentos que apostam nas potencialidades da filosofia Logo. No entanto, encontrámos também opiniões explícitas que procuram rebater alguns argumentos desta filosofia de ensino, em particular no que concerne à questão do ensino por descoberta e ao papel do professor. Será esta uma proposta totalmente utópica? O seu grande distanciamento em relação às práticas que temos, com as consequentes implicações ao nível da reconceptualização do ensino e da natureza da matemática por parte da escola e da sociedade, constituirá motivo para "fecharmos os olhos" aos seus argumentos? Será esta filosofia educacional incompatível com a necessidade que as sociedades sentem de estabelecer metas curriculares para todos os seus estudantes? É em torno destas e de outras preocupações que este capítulo se projecta.

No final do capítulo procuramos explicitar melhor os argumentos de Papert relativamente às críticas que são feitas ao Logo. É com base na pesquisa que desenvolvemos sobre aspectos como os dos domínios: afectivo, social e cultural do processo de aprendizagem, que procurámos compreender os argumentos de Papert.

4.1. AS CRENÇAS E AS ATITUDES EM AMBIENTE LOGO

Referindo-se às muitas crianças que cresceram em ambiente pouco estimulante sob o ponto de vista matemático, Papert (1988) refere-se assim ao papel da escola que temos:

> Essas crianças chegam à escola carentes dos elementos necessários para adquirir os conceitos da matemática escolar. A escola tem-se revelado incapaz de suprir essa lacuna e, ao forçar as crianças em situações pedagógicas condenadas de antemão, acaba por gerar sentimentos negativos muito fortes contra a matemática e talvez contra a aprendizagem em

> geral. Forma-se então um ciclo vicioso. Essas crianças serão um dia pais e não somente fracassarão em passar aos seus filhos os "germes " matemáticos, como certamente contagiarão suas crianças com os germes intelectualmente destrutivos da "Matofobia". (p. 23-24)

Para que a escola possa repensar o seu papel ao nível das implicações no campo afectivo dos seus alunos e das gerações que deles se sucedem, terá que começar por tentar perceber como as suas práticas condicionam a imagem que os alunos estruturam da disciplina, de si próprios como aprendizes e da forma como se aprende matemática. É também importante que a escola compreenda como estas estruturações são determinantes ao nível de realização matemática dos seus alunos e que encontre formas de tratar os afectos dos alunos como questões tão importantes como as do domínio cognitivo.

Dado que o insucesso persistente dos alunos no mesmo tipo de contexto tende a consolidar atitudes e crenças contraproducentes em relativamente à aprendizagem da matemática, conduzindo a uma redução progressiva do recurso à actividade cognitiva, impõem-se hoje importantes preocupações à escola:

- Avaliar cuidadosamente as consequências afectivas das práticas mais rotineiras no sentido de garantir que o processo de consolidação de crenças e atitudes não esteja a evoluir no pior sentido;
- Limitar ao essencial esse tipo de actividade.

Wiener (citado por Chacón, 2002, p. 43) considera que a motivação para uma tarefa é determinada pelo incentivo que ela representa e pela expectativa de o alcançar. Vista desta forma a motivação, talvez possamos compreender melhor o Logo no seu aspecto motivacional: a forte relação entre o Logo e a experiência pessoal da criança, bem como a "obra" relevante (produto do trabalho matemático) que promete são o primeiro pilar: o incentivo. As boas expectativas de obter esse incentivo prometidas pelo poder da tecnologia digital constituem o segundo: a expectativa de sucesso.

A motivação para a actividade cognitiva tal como para qualquer outra actividade, consegue-se quando ela promete um bom incentivo e anuncia boas expectativas de o alcançar. Não será de estranhar que isso possa ser conseguido quando a criança constrói alguma coisa que é importante para si e para os seus colegas e/ou para a comunidade em que vive. Esta é uma ideia chave que está na base do conceito de Construcionismo – aprender fazendo, construindo, ou seja: ver traduzido em "obra" o poder da mente, do trabalho colaborativo, da persistência, do inconformismo e da autoconfiança.

Papert sugere-nos que a sua proposta é uma boa alternativa às práticas rotineiras. Se a pesquisa bibliográfica nos mostra que é o "insucesso rotineiro" que leva à aversão pela matemática e ao desinvestimento na actividade cognitiva em detrimento de respostas automáticas, então parece-nos razoável supor que as práticas diversificadas (personalizadas) que ele nos descreve poderão conduzir a uma maior solicitação dos processos cognitivos dos alunos.

Papert sugere-nos que aprender em micromundos é para a criança aliciante, na medida em que significa dar poder às suas ideias mais pessoais, às suas experiências mais significativas e também perspectivar a sua própria actividade como um permanente desafio à sua vontade e capacidade de se superar.

Papert sugere-nos que para uma criança, trabalhar com espírito Logo significa ver-se solidária com os colegas, com a comunidade que a olha como membro capaz de intervir, de participar e de acrescentar algo de novo à cultura local. Ela "habitua-se" a constatar que a tecnologia, o trabalho colaborativo, a aposta nas suas intuições e potencialidades dão expressão às suas ideias (matemáticas ou não matemáticas) traduzindo-as em projectos importantes para si e para os que a rodeiam. Portanto, a criança tende a consolidar atitudes de confiança em si, nos seus colegas, no poder da partilha e da tecnologia digital.

De toda a bibliografia que consultámos ficam-nos algumas frases e expressões (tal como a citação de Caraça na secção 2.3.) que pela sua capacidade de encerrarem em si significados tão importantes em tão poucas palavras, nos ficam na memória de forma mais persistente, de tal modo que não resistimos muitas vezes, a evocá-las. Uma dessas expressões é de Papert (1988) e sintetiza muito do que por muitas palavras tentámos dizer a respeito do potencial do Logo na mudança de atitudes em relação à matemática, ao seu ensino e na mudança de crenças a respeito de si próprio como aprendiz de matemática: "Aprende-se a apreciar e respeitar o poder das idéias poderosas; aprende-se que a mais poderosa idéia entre todas é a idéia de idéias poderosas" (p. 102).

Em Logo as crianças falam e pensam sobre a sua aprendizagem, o que é uma experiência rara na escola que temos. Este interesse pela forma como se aprende é essencial numa cultura escolar em que as crianças estejam motivadas para aprendizagem. A reflexão sobre aquilo que facilita ou prejudica a aprendizagem, sobre aquilo que nos motiva ou não, é fundamental para que acreditemos que podemos sempre mudar e melhorar a nossa forma de aprender tornando-nos mais inconformados e confiantes perante os obstáculos e os insucessos. Não podemos continuar a deixar essa tarefa apenas nas mãos dos professores. Neste aspecto, a sugestão de Papert no sentido de que os professores apreciem as vantagens de aprender lado a lado com os alunos é seguramente um bom contributo nesse sentido: para que os professores possam discutir com autenticidade sobre formas de aprender com os seus alunos, que melhor contexto poderemos encontrar do que aquele em que ambos estão a tentar aprender alguma coisa pela primeira vez, partilhando dificuldades, compreendendo-se e, ajudando-se mutuamente na busca de soluções para problemas comuns do seu ofício de aprendiz?

Papert sugere-nos que quanto mais cedo a criança se aperceber que a aquisição de uma linguagem formal lhe pode dar poder acrescido, tal como acontece com os matemáticos, maior probabilidade terá de encarar a linguagem matemática não como um jogo de manipulação de símbolos com regras convencionadas por outros, mas antes como uma ferramenta poderosa e flexível (à sua medida) que lhe permite representar operações com entidades do mundo real, sem ter que as manipular fisicamente, permitindo-lhe construir modelos abstractos que explicam o mundo que a rodeia e o tornam mais manipulável, mais próximo do seu alcance.

Se tentássemos descrever a visão da cultura matemática, na perspectiva da filosofia Logo não o faríamos melhor do que Caraça (2002) o fez, ao referir-se à segunda das duas concepções alternativas que apresenta da ciência (a sua própria visão). Vemos nessa imagem o espírito Construcionista reflectido:

Assim como a ciência é para a humanidade "...um organismo vivo, impregnado de condição humana, com as suas forças e as suas fraquezas e subordinado às grandes necessidades do homem na sua luta pelo entendimento e pela libertação...como um grande capítulo da vida social" (p. xxiii), também as potencialidades da Tecnologia digital, da matemática e outras ferramentas que a escola possa oferecer, deverão apresentar-se como susceptíveis de corresponder às necessidades e preocupações pessoais e colectivas das crianças, permitindo-lhes fazer descobertas no verdadeiro sentido da palavra: algo significativo e que no mundo que lhes é próximo ninguém o tenha ainda conseguido. As forças e as fraquezas da condição humana a que se refere Caraça reflectem o carácter provisório do trabalho em Logo, a natureza problemática do trabalho matemático.

A subordinação a que ele se refere reflecte o apelo para um ensino mais pessoal, em que a actividade seja um prolongamento da experiência pessoal, uma resposta a interesses e motivações e não uma submissão a uma rotina orientada por regras externas e estranhas.

A vida social a que se refere o autor reflecte a desejável apetência do Construcionismo para promover a interacção, a coesão social e o trabalho colaborativo.

Recuperando novamente a discussão para o âmbito das questões do domínio afectivo, chamamos a atenção para a questão da estruturação da imagem do sujeito como aprendiz de matemática. Vimos que diversos autores como Papert (1988) reclamam uma aproximação da relação que os alunos têm com a matemática escolar daquela que os matemáticos vivem:"...a matemática do matemático é profundamente pessoal" (p. 242). Segundo Bishop (1999), uma matemática profundamente pessoal é uma matemática em que:

> El significado matemático se logra estableciendo conexiones entre la idea matemática concreta que se discute y el restante conocimiento personal del individuo. Una nueva idea es significativa en la medida en que el individuo la pueda conectar con el conocimiento que ya tiene…
>
> Estas conexiones se pueden establecer con otras ideas Matemáticas...pero también se pueden establecer con otros tipos de conocimientos escolares y con ideas procedentes de fuera de la escuela. Se relacionarán con imágenes, metáforas y analogías y con el conocimiento que tiene la persona de situaciones y contextos 'del mundo real'. (p. 190-191)

Esta forma de perceber como se estruturam conceitos (mais ou menos matemáticos), vem em nosso entender de encontro à tese de Papert (1988),[31] ao considerar que o Logo privilegia que a aprendizagem da matemática se desenvolva com base no estabelecimento espontâneo de relações entre a matemática formal e a

[31] É de notar que embora os dois autores convirjam neste aspecto, a sua visão é algo divergente no que concerne ao tipo de interlocutor com que a criança interage no seu processo de aprendizagem. Enquanto que Papert aposta essencialmente em objectos transitórios (como a tartaruga), Bishop centra-se essencialmente no papel que os colegas de grupo, da turma e o professor têm na contrastação dos diferentes significados. Não queremos com isto radicalizar os dois discursos: Papert não deixa de dar importância à interacção aluno-aluno, ou professor-professor, nem Bishop despreza o papel que a tecnologia (mais ou menos rudimentar) terá na construção dos significados. Apenas aprofundam diferentes e importantes formas de conhecer: "aprender por si" e "aprender dos outros".

experiência pessoal da criança: “As crianças podem identificar-se com a tartaruga e, no processo de aprender geometria formal, são assim capazes de usar o conhecimento sobre o seu corpo e de como ele se move” (p. 78).

Um ambiente de aprendizagem onde os sujeitos são encorajados a construir as suas teorias, tendo o privilégio de experienciar o seu poder, tal como acontece nos micromundos, provavelmente reunirá condições favoráveis à estruturação de um bom autoconceito como aprendiz. Por exemplo, o carácter provisório da programação Logo conduz a um tipo de trabalho prático onde atitudes como as de persistência e inconformismo são facilmente reconhecidas como compensadoras: o sujeito com experiência em Logo estrutura uma imagem da aprendizagem como um processo aberto e sem limites, que pode ir tão longe quanto ele quiser; um processo onde os erros são pontos de partida para maiores empreendimentos.

Como vimos atrás, (posição dos construtivistas sociais) as interpretações que as crianças fazem dos seus sucessos/insucessos são também influenciadas pelas práticas e regulações sociais das comunidades em que desenvolvem a sua actividade (para além de serem influenciadas também pelas crenças pré-existentes). Vimos também que essas interpretações acabam por conduzir a crenças e atitudes face à matemática (Yates, 1999), que por sua vez determinam em larga medida o relacionamento do sujeito com a disciplina e portanto, o seu sucesso escolar. Tal como defende Schoenfeld (1992), somos levados a admitir que a estruturação do conhecimento e a aquisição do ponto de vista matemático não prescindem do envolvimento do sujeito no seio de uma comunidade que viva uma verdadeira cultura matemática: “that is, ‘having a mathematical point of view’ and being a member of the mathematical community are central aspects of having mathematical knowledge” (p. 344).

Segundo Papert (1988) esse envolvimento das crianças em comunidade tende a ser espontâneo quando lhes é dada a oportunidade de participar em projectos Logo:

> Embora o trabalho no computador seja geralmente individual, ele aumenta o desejo da criança interagir. Estas crianças desejam-se reunir com outras envolvidas em actividades semelhantes porque elas têm muito sobre o que conversar. E o que elas têm a dizer não se limita a ser falar sobre os seus produtos: Logo é planejado para tornar mais fácil a descrição do processo de elaboração destes produtos. (p. 214)

Se encontramos autores que apontam estudos que colocam interrogações a uma ou outra virtude do Logo (Hughes, 1990; Clements & Battista, 1992 e Mayer, 2004), dificilmente encontraremos opiniões que não admitam que a filosofia Logo estimula a interacção social e o trabalho colaborativo. Hughes (1990) considera que "The third Conclusion which can be drawn from the Logo research is somewhat unexpected... What many have found, however, is that the effect on children's social behaviour is more marked "(p. 133).

Esta consciência da influência da cultura que envolve os alunos na aquisição de hábitos e disposições de interpretação (Resnick, citada por Schoenfeld, 1992, p. 340) favoráveis à consolidação de crenças e atitudes face à matemática e face à aprendizagem em geral, está bem patente na forma como Papert (1988) caracteriza a cultura Logo:

> A escola de samba tem um propósito, e a aprendizagem está integrada na escola para atingir esse propósito. Os novatos não estão separados dos entendidos, e estes também estão aprendendo. (p. 213)

Papert (1988) especifica melhor o papel do professor nessa cultura e o significado que o trabalho matemático tem para a comunidade:

> Os ambientes Logo também se assemelham com a escola de samba na qualidade de seus relacionamentos humanos. Embora os seus professores estejam geralmente presentes, suas intervenções são mais parecidas com a dos dançarinos exímios da escola de samba do que com a do professor tradicional munido de lições e de um currículo estabelecido. O professor de Logo responderá a questões, dará ajuda se pedida, e algumas vezes sentará ao lado de um aluno e dirá: Deixe-me mostrar-lhe uma coisa... As crianças criam programas que produzem gráficos atraentes, desenhos engraçados, efeitos sonoros, música e piadas. Elas começam a interagir matematicamente porque o produto do seu trabalho matemático pertence a elas e à vida real. (p. 214)

É notório na nossa sociedade, como em muitas outras a preocupação das pessoas ligadas ao mundo da educação em criar eventos mais ou menos mediáticos, onde supostamente se pretende estimular o gosto pela matemática e pelas ciências. Nada temos contra este legítimo propósito, mas o que se faz em muitos eventos é na maior parte das vezes, dar a conhecer a influência que a ciência e matemática tiveram ou têm nesta e naquela descoberta importantes para a humanidade. Quando muito, proporcionam às crianças experiências "padrão" (demonstrações) que mais não conduzem do que à constatação daquilo que já se sabe, daquilo que outros já aprenderam. O que nós não vemos são situações onde a matemática e a ciência são colocadas ao alcance das crianças para que encontrem nelas algo que lhes seja próximo e significativo recorrendo às suas próprias ideias e teorias. Não vemos nesses eventos muitas situações onde a matemática e as ciências signifiquem para as crianças aquilo que significam para os cientistas e para os matemáticos. Papert (1988) comenta assim a forma como a sociedade procura promover a ciência: "Embora se proclame a importância da ciência e da sociedade, a metodologia subjacente é semelhante à da educação tradicional: a de transmitir elementos de uma ciência já pronta a uma audiência especial" (p. 223).

Mostrar que a ciência e a matemática foram muito importantes para quem aprendeu alguma coisa com elas, não nos parece assim um empreendimento suficiente para que estas duas disciplinas sejam mais importantes para as crianças, do que aquilo que sejam à partida.

O que para trás vimos com respeito à motivação (intrínseca/extrínseca), à importância da criança se sentir em controlo, fazer escolhas, tomar decisões importantes sobre o que fazer e sobre a forma como quer aprender, coloca a nosso ver importantes interrogações a esta forma de estimular o gosto pela matemática e pelas ciências.

Mostrar que a matemática e as ciências nos trazem bem-estar, conforto e algum controle sobre o mundo, até pode ter um efeito sensibilizador no momento e despertar alguma curiosidade; mas à excepção de uma ou outra criança à partida mais motivada, ou mais curiosa, a maioria depressa regressa à sua dura realidade escolar de continuar a olhar a matemática e a ciência como "pertencente aos outros". Segundo Papert (1988),

> a aprendizagem na escola não é participativa de modo significativo – e fazer contas, não é a imitação de uma atividade exercida e reconhecível da vida adulta. Mas escrever programas para fazer gráficos no computador ou música, ou pilotar uma nave espacial simulada são actividades que têm muitos pontos em comum com as actividades dos adultos, mesmo com o tipo de adulto que poderia ser um herói ou um modelo para uma criança ambiciosa. (p. 213-214)

Em resumo, mostrar que a actividade matemática é motivadora para outras pessoas não parece assim constituir um incentivo suficiente para as crianças se motivem e se envolvam genuinamente na actividade matemática. Treinar técnicas e ferramentas matemáticas de forma estéril[32] com a promessa de que este será o caminho para vir a conhecer a matemática e a gostar dela, também mais não conduz do que, a uma degradação do autoconceito como aprendiz de matemática e à corrosão da confiança que as crianças depositam no mundo da escola.

[32] Sem um propósito mobilizador, sem um produto relevante dessa actividade.

Desenvolver a matemática numa perspectiva não Construcionista, pode concerteza ser muito interessante também. De facto, sabemos que há muitas crianças extremamente motivadas para a exploração da matemática escolar segundo outras filosofias de ensino e que correspondem aos objectivos formulados segundo essas mesmas filosofias. Há mesmo muitas crianças que se contentam com a sensação de controlo que o treino de técnicas e resolução de problemas rotineiros oferecem. No entanto, Papert sugere-nos que para aquelas que olham a matemática escolar como algo distante das suas preocupações e interesses (e são a maioria pelo que vemos) esta abordagem da matemática será insuficiente.

Em resumo, para motivar aqueles alunos que ainda (ou já) não gostam da matemática (e, pelo que vemos, são muitos) é fundamental que a sua experiência com esta disciplina conduza a atitudes positivas. A estruturação desse tipo de atitudes consegue-se oferecendo contextos em que os alunos são motivados por verdadeiros incentivos ao nível pessoal e social e elevadas expectativas de os alcançar. Para a filosofia Logo:

- O produto do trabalho matemático (a "obra") e a ressonância cultural que ela encontra na comunidade constituem o principal incentivo para actividade matemática;
- O potencial da tecnologia digital, e as virtudes da aprendizagem natural perspectivam boas expectativas de sucesso.

4.2. O PAPEL DO PROFESSOR

Para que os alunos adquiram ponto de vista matemático, será mais importante a matemática que o professor faz e como a faz, do que aquela que ele reclama para os seus alunos, por muito claro e exaustivo que seja nessa exposição. Esta é a primeira consequência que se nos afigura imediata da descrição do processo de socialização que Resnick (secção 2.4.) nos aponta como fundamental em todo o tipo de aquisições.

Por outro lado, a relação existente entre as normas sociais e a estruturação de crenças dos sujeitos que os Construtivistas Sociais estudam (Chacón, 2000) sugerem que a praxis e as regras que a regulam dão indicações importantes aos sujeitos sobre a natureza do trabalho que têm em mãos e do que se espera deles como praticantes. Mas também, em sentido contrário, as perspectivas de cada um dos membros de uma comunidade influenciam as próprias práticas e as regras que as regulam. Isto é particularmente relevante quando se trata do professor: o seu estatuto social no contexto de sala de aula faz com que a sua conduta seja olhada como primeira referência.

Cremos que estas reflexões vêm de alguma forma ajudar a compreender a sugestão de Papert no sentido de que os professores aprendam lado a lado com os alunos. Que melhor estratégia pode o professor encontrar para criar uma cultura matemática na sua turma, do que praticando-a ele próprio? É verdade que a edificação de uma cultura matemática não é obra apenas do professor. É da interacção entre todos que ela se vai construindo, mas se o professor não a praticar, será difícil!

Porque razão muitos professores resistem em assumir explicitamente o papel que querem para os seus próprios alunos? Será por medo de errar?

No prefácio da obra de Caraça (2002), Paulo Almeida revela a sua posição perante os erros: “Aprendamos sem receio com os nossos erros – ‘se não receio o erro, é só porque estou sempre disposto a corrigi-lo’ disse Caraça – e desconfiemos das nossas certezas ou das certezas dos outros, única forma de acreditar em nós” (p. XV).

Como vimos, diversos estudos (citados por Hughes, 1990, p. 130; Clements & Battista, 1992, p. 452) e opiniões como as de Mayer, 2004 sugerem que Papert não reconhece a importância do papel do professor; acusam-no de defender a “aprendizagem por descoberta pura”. Papert considera que o papel de professor deverá ser o de coaprendiz. De acordo com o entendimento que fazemos da tese de Papert, a distância entre o conceito de *professor coaprendiz* e o de *professor passivo* em “aprendizagem por descoberta pura” será bastante significativa: aprendermos lado a lado com os alunos significará fecharmos os olhos ao trabalho deles e limitarmo-nos a vê-los caminhar? Deixamos esta questão para que o leitor possa reflectir.

Quando concordamos com as críticas que Papert faz aos professores que fingem aprender, não estamos a defender que os professores devam chegar à escola com o mesmo nível de conhecimentos dos alunos. É desejável e mesmo imprescindível que os professores sejam detentores de um conhecimento e experiência matemática sólidos.

Quando sublinhamos a importância do professor aprender lado a lado com os alunos referimo-nos essencialmente a práticas em que tanto o professor como o aluno se deparam com situações novas para ambos. Papert não preconiza um modelo de ensino em que o professor se confronte com essas situações dotado do mesmo nível de recursos dos seus alunos. No entanto, se eventualmente dessas confrontações resultar a constatação de que o próprio professor terá que reforçar a sua preparação em matemática provavelmente a escola só terá a ganhar se o professor o assumir com naturalidade perante os seus alunos. Nestas situações, o mais importante para as crianças será o testemunho que o seu professor lhes der de como se empenha no sentido de superar as suas fraquezas.

Uma consequência destas reflexões é a de que ocorrerão também na sala de aula muitas situações onde o professor já sabe onde o aluno vai chegar. Qual a atitude do professor perante este tipo de contexto?. Fingir que não sabe? Provavelmente será necessário que ele admita perante os alunos que já sabe, mas que não lhes quer tirar o prazer da descoberta.[33]

Apesar de falarmos em "descoberta", não está em causa uma atitude mais activa do professor. O papel que Papert nos sugere para o professor é bem mais difícil do que possa parecer: em Logo o principal papel do professor é o de ajudar os alunos a testarem as suas próprias teorias, ajudando-os a ultrapassar os obstáculos das suas caminhadas até ao momento crítico da confrontação das suas intuições com as evidências. O insucesso dos empreendimentos dos alunos não deve ser antecipado pelo professor: o papel do professor é ajudar os alunos a compreender porque razão as suas intuições falham e a encontrar formas de as melhorar.

Quando o professor finge que não sabe, das duas uma: ou simula um percurso, de aprendizagem falseado, dando indicações aos alunos que a aprendizagem não é um processo problemático, ou então não faz nada, esperando que os alunos o façam. No entanto, desta última forma mostrará pouco interesse, pouca curiosidade e até algum desprezo por desafios que afirma considerar interessantes para os seus alunos.

A atitude que sugerimos permite dar indicações aos alunos de que o trabalho matemático é problemático, tem avanços e recuos. Ao dizermos aos alunos que não lhes queremos tirar a recompensa que poderão tirar da sua actividade mostrámos-lhes que essa recompensa existe e que ela se encontra também no caminho e não apenas na meta.

Se queremos crianças motivadas, o que a tese de Resnick (secção 2.4.) nos suscita é que as pessoas da comunidade, (principalmente aquelas de referência na hierarquia social) vivam também motivadas e então o papel de professor terá que ser o de uma pessoa motivada. Por sua vez, as pessoas motivadas perseguem arduamente um incentivo. Que melhor contributo para a estruturação das crenças e atitudes dos seus alunos pode dar um professor que se mostra motivado na perseguição de um incentivo assumido como importante para a sua turma?

[33] Cremos que esta atitude será também aquela que devemos cultivar entre os próprios alunos.

4.3. O CONSTRUCIONISMO E O CURRÍCULO

Com o nosso trabalho procuramos encontrar alguns pontos comuns em dois mundos distantes, olhados por muitos como incompatíveis: o mundo Logo e as escolas que temos.

A nossa preocupação em tentar compreender de que forma o Construcionismo, poderá satisfazer os preceitos do *Currículo Nacional*, olhando para ele como um conjunto de matérias (que está longe da visão aberta de currículo que defendemos) pode causar estranheza. No entanto, reflecte precisamente a nossa intenção de encontrar esses pontos comuns aos dois mundos que gostaríamos de ver mais próximos. De resto, esta ideia de aproximar a filosofia Logo do currículo não nos parece de todo desprezável sob o ponto de vista teórico: se o currículo reflecte aquilo que os alunos precisam de aprender para conhecer o mundo, é natural que ao caminharem nesse sentido venham a confrontar-se com a necessidade de realizar essas mesmas aprendizagens.

É verdade que as tecnologias tradicionais (papel, lápis, giz, etc.) não têm potencial para tornar relevante a aprendizagem natural sob o ponto de vista curricular. Mas autores como Papert defendem que os micromundos prometem estabelecer essa "ponte" entre a aprendizagem natural, intuitiva e a matemática formal: cremos que, as tecnologias podem ter um papel decisivo no sentido de proporcionar experiências com relevância sob o ponto de vista curricular ao longo de caminhadas cada vez mais (à medida que são concebidos micromundos cada vez mais evoluídos e variados) ricas em aprendizagens naturais e produtos dessas mesmas aprendizagens.

Face ao exposto, consideramos que provavelmente as interrogações que muitas vezes se colocam ao Logo por alegadamente ele não servir o currículo serão irrelevantes. Geralmente elas provêm de pessoas que sustentam uma visão fechada do currículo. De resto, será a escola que temos um bom exemplo de como seguir um currículo? Cremos que não: autores como Jones et al. (2002) e Ponte, Matos, e Abrantes, (1998) consideram que na prática existe um grande distanciamento entre o currículo prescrito, o currículo implementado, e o aprendido.

É verdade que actualmente temos de passar por processos selectivos que certificam ou não, a nossa aptidão para seguirmos o caminho que pretendemos. É desejável para todos nós que a certificação seja justa. Para isso as pessoas em geral e os decisores em particular acreditam que temos de estar em igualdade de circunstâncias relativamente aos conteúdos que nos é exigido conhecer. O *Currículo Nacional* é visto pela escola como uma garantia desse desígnio; é em função dele que os educadores se guiam, ainda que uns o façam segundo os "trilhos" dos manuais escolares, enquanto outros vejam nele não um caminho, mas antes, uma meta.

O que sugerem autores como Papert (1988) é que embora essa visão do currículo como um conjunto de matérias sequenciadas torne mais fácil a avaliação dos alunos, ela poderá não ser a melhor para educar. Uma certificação justa das aprendizagens terá fatalmente que ser uma avaliação baseada num paradigma positivista? Quais os inconvenientes em vivermos uma sociedade em que diferentes escolas ofereçam diferentes experiências aos seus alunos desde que eles acabem por se tornar bons aprendizes ao longo da vida? Serão esses inconvenientes maiores do que aqueles a que a escola de hoje nos sujeita? Educar para um perfil fixo em ordem ao qual também se avalia poderia teoricamente[34] ser um caminho para preparar os cidadãos para uma sociedade estática com características estáveis, onde aquilo que é importante hoje sê-lo-ia amanhã e depois. Serão assim as nossas sociedades? Não seríamos mais "ricos" dispondo de uma alargada diversidade de talentos susceptíveis de se adaptarem à diversa e dinâmica realidade social em que vivemos? A ideia de que "um currículo fechado igual para todos é um elemento de unidade nacional" pode até, no nosso entender, funcionar ao contrário. Se todos temos que "engolir" as mesmas matérias, não importa porquê, podemos começar por não gostar da escola, porque somos todos diferentes. Esse pode ser o primeiro grande passo no sentido de estruturarmos uma imagem deprimente do nosso país e de nós próprios: do país por aquilo que ele nos oferece e de nós próprios pelo "pouco" que podemos fazer por ele. Pelo contrário, se vemos que a escola nos aprecia pelas nossas diferenças e iniciativas e nos ajuda a converte-las em "obra" relevante no contexto envolvente, seguramente que gostaremos mais de nós próprios, da nossa escola e acreditaremos mais no nosso país e no que nós próprios podemos fazer por ele. É apenas uma opinião.

A realidade que temos está bem distante deste retrato e, qualquer mudança radical na mentalidade das pessoas em geral, dos professores e dos alunos relativamente à matemática e ao seu ensino teria à partida a sua morte anunciada dada a resistência natural. Então, para que nos poderá servir o Logo? A nossa expectativa é que os seus princípios possam atrair as pessoas mais directamente comprometidas com a educação,

[34] Teoricamente, porque na prática, vimos já que as suas implicações são preocupantes.

quando envolvidas em projectos progressivamente mais próximos do Construcionismo, mas que de início não sejam tão "hostis" às crenças que norteiam as suas práticas. Não podemos mudar a visão que as pessoas têm da matemática e do seu ensino convidando-as a fechar os olhos a tudo em que acreditam para que aceitem ser pessoas diferentes, só porque nós consideramos importante que elas mudem. Isso seria fazer com os professores o mesmo que a escola tradicional faz com os seus alunos.

É verdade que o trabalho colaborativo em que o professor aprende lado a lado com os alunos também requer negociação. Entre os próprios alunos os interesses não são unânimes, os condicionalismos de meios e de circunstâncias como de espaço e tempo, impõem restrições à vontade individual.

Como elemento do grupo, o professor participa activamente no processo de negociação com as suas expectativas, de entre as quais a de contribuir para mostrar aos alunos a relevância de certas opções relativamente a outras, em função daquilo que a sociedade espera do grupo (as matérias do currículo).

De acordo com teorias construtivistas (Alonso, 2001), o planeamento das actividades deve resultar de um processo de negociação entre os interesses dos alunos e os interesses profissionais dos professores. Esta ideia é geralmente bem aceite sob o ponto de vista teórico, embora na prática isso raramente seja uma realidade. Nós próprios simpatizamos com ela, mas o que Papert nos sugere e que essas negociações serão pouco autênticas:

> Quando o professor fala para o aluno que a razão daquelas inúmeras horas de aritmética é ser capaz de conferir o troco no supermercado, o professor é simplesmente desacreditado... O mesmo efeito é produzido quando as crianças ouvem que a matemática escolar é divertida, quando eles sabem muito bem que os professores que dizem isso gastam suas horas de lazer com qualquer coisa menos com esta "divertida" actividade. Nem tampouco ajuda dizer-lhes que precisam da matemática para tornar-se cientistas – a maioria das crianças não tem esse plano. As crianças podem ver perfeitamente que o professor não gosta da matemática muito mais do que elas e a razão para estudá-la é simplesmente o facto que ela faz parte do currículo. Tudo isto corrói a confiança das crianças no mundo dos adultos e no processo educacional. (p. 72)

Face ao exposto, como poderão os argumentos "pedagógicos" dos professores contribuir para negociações de igual para igual? Estarão as crianças preparadas para os compreender? Como poderão os professores convencer os seus alunos a refrear a sua motivação natural para projectos que não coincidem com as preocupações curriculares, sem lhes darem claras indicações de que para conhecer o mundo que os rodeia, importa mais o currículo e as suas regras do que as suas experiências e ambições que orientam as suas vidas?

Não queremos com isto afirmar que o ensino deliberado não tem lugar na perspectiva Construcionista. Papert (1988) defende que o ensino deliberado não é incompatível com a prática Construcionista:

> Mas as escolas de samba são muito diferentes. Há uma maior coesão social, a sensação de pertencer a um grupo, e um sentido de objectivo comum. Muito do ensinamento, embora aconteça num ambiente natural, é deliberado. Por exemplo, um dançarino exímio reúne um grupo de crianças. Durante cinco, ou vinte minutos se forma um grupo específico de aprendizagem. Sua aprendizagem é deliberada e focalizada. Depois o grupo dissolve-se na multidão. (p. 213)

Em micromundos como o da Tartaruga, o desenvolvimento de projectos que os alunos querem perseguir "obriga" naturalmente ao domínio de ferramentas matemáticas que os currículos prescrevem. Esses saberes matemáticos são assim olhados pelas crianças com apreço e não como "mais um capítulo do livro". Para além de considerarmos possível encontrar alguma compatibilidade entre o Logo e uma visão de currículo mais fechada, aquilo em que acreditámos verdadeiramente é que esta filosofia poderá ser compatível com uma visão do *Currículo Nacional* mais ampla.

O entendimento que fazemos do currículo condiciona decisivamente a apreciação da proposta de Papert: se vemos o *Currículo Nacional* como um conjunto rígido de disciplinas, em que cada uma delas é estruturada por sequências mais ou menos fixas de matérias discretas que têm que ser ensinadas e avaliadas isoladamente,[35] dificilmente nos poderemos sentir "confortáveis" com o ambiente Construcionista. Se a concepção que temos do *Currículo Nacional* se aproximar mais da visão de um conjunto de princípios orientadores que suscitam o desenvolvimento de projectos significativos para as diversas comunidades escolares e para os seus membros, em que o conjunto de todas as experiências vividas pela turma no seu quotidiano constituirá o currículo dessa mesma

[35] O termo "programa" é geralmente mais consentâneo com esta visão.

turma, talvez esta incompatibilidade entre o Logo e o currículo deixe de ser tão problemática.[36]

O conceito de currículo tem evoluído ao longo dos tempos no sentido de uma visão mais aberta às realidades e emergências do quotidiano (embora essa evolução seja mais perceptível no meio académico do que nas práticas), distanciando-se cada vez mais da concepção restritiva, em que apenas cabiam matérias bem delimitadas que todos teriam que conhecer. É nossa convicção que muitas das argumentações de Papert contra a aprendizagem por currículo têm implícita uma percepção (que as pessoas em geral têm) de currículo que resulta da observação das práticas das nossas escolas. Se as práticas reflectissem o que algumas teorias curriculares actualmente defendem, em termos de concepção de currículo,[37] provavelmente não teríamos tanta dificuldade em admitir que uma abordagem Construcionista poderia servir os propósitos de um dado currículo.

Papert (1988) destaca uma ideia que consideramos básica nesta discussão sobre a concepção do currículo: "o acto de aprender é um evento local" (p. 206), o que significa que de um ponto de vista distante no espaço e no tempo da escola, ninguém pode prescrever em rigor o que outras pessoas vão aprender. A influência de múltiplos factores e das suas sinergias tornam imprevisível o percurso de um grupo de pessoas que querem aprender, mas que já sabem muitas coisas que querem partilhar.

Ponte et al. (1980, p. 19) admitem que embora haja uma relação forte entre os objectivos, os métodos e os conteúdos do currículo, a compreensão dessa hierarquia é um processo muito complexo e dependente daquilo em que acreditámos sobre a aprendizagem em geral.

Ponte et al. (1980) põem em evidência conflitos em que são colocados os professores quando olham o currículo de forma limitada e redutora:

---

[36] O contraste entre estas duas visões pode constatar-se (por exemplo) comparando o tipo de práticas de ensino que se pede às escolas que desenvolvam em dois contextos: nas Provas Aferidas do 4.º ano de 2001 e nos manuais escolares.

[37] Não estamos aqui a defender que as práticas suscitadas por essas teorias são compatíveis com aquelas que Papert defende. As sugestões que elas dão aos professores apontam para planificações onde eles procuram articular e contextualizar os diferentes saberes em actividades, tentando conciliar os interesses dos alunos, da comunidade e do currículo, o que na perspectiva de Papert é uma antecipação de uma suposta dinâmica que o professor acredita (ou pretende) que se vai desenvolver. São essas suposições (pretensões) que não se compadecem com os princípios da aprendizagem natural que Papert defende.

> É esta concepção que explica certas afirmações que, em si mesmas são contraditórias como, por exemplo, a de que para "cumprir o programa", em virtude deste ser "muito extenso", não se pode utilizar uma determinada metodologia que é expressamente indicada no novo programa! (p. 18)

Provavelmente, um currículo mais "preocupado" com a forma como as crianças vão aprender o que elas reconhecem como importantes para si, do que um currículo preocupado com suposições sobre aquilo que todos deveriam conhecer, corresponderia melhor às expectativas de uma educação de qualidade.

A crença de que a escola precisa de dotar as crianças de conceitos formais para que possam aprender matemática é hoje questionada por diversos autores. Baroody (citado por Palhares, 2000, p. 100) defende que as crianças utilizam com eficácia os seus conhecimentos aritméticos informais para resolver problemas, sem que para tal tenham recebido instrução formal. No mesmo sentido Papert (1998) defende que "as crianças podem aprender a ser sistemáticas antes de aprenderem a ser quantitativas" (p. 210).

Para Papert (1988):

> O educador deve atuar como um antropólogo. E, como tal, sua tarefa é trabalhar para entender que materiais dentre os disponíveis são relevantes para o desenvolvimento intelectual. Assim, ele deve verificar que tendências estão ocorrendo no meio em que vivemos. (p.50)

Em resumo, parece-nos importante que os educadores vejam no currículo um estímulo para que a comunidade educativa a "fale" mais de si própria, da sua escola, dos seus problemas e realidades para que perceba como todos esses factores influenciam as escolhas das crianças e a forma como elas aprendem. É preciso que as crianças gastem tempo pensando e falando sobre elas próprias, a sua gente e o seu futuro.

4.4. A MATEMÁTICA E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS EM CONTEXTOS CONSTRUCIONISTAS

Autores como Papert defendem que a escola deve proporcionar às crianças o envolvimento com a matemática da mesma forma que os matemáticos se envolvem. Então, se levarmos esta sugestão a sério, teremos que olhar não só para o trabalho prático dos matemáticos, como também para o significado que essa actividade tem para eles.

Para Schoenfeld (1992), a pesquisa de regularidades, partindo de conjecturas, testando-as no confronto com evidências, e/ou com argumentos dos pares, num processo cíclico, representam a essência do trabalho prático dos matemáticos. No entanto, parece-nos que a relação que os matemáticos têm com a matemática não pode ser vista apenas do ponto de vista do seu trabalho prático. Por muito exaustivos que sejamos na descrição desse trabalho, por muito pormenorizada que seja a nossa visão desse ofício (pensamento matemático, resolução de problemas, meta cognição, etc.) a nossa compreensão da relação dos matemáticos com a matemática será sempre limitada se não olharmos para o papel da matemática nas sociedades, para o que ela representa para a humanidade. A forma como os matemáticos a vêem, como a procuram e as expectativas que têm em relação a ela são elementos chave na compreensão da significatividade que a matemática tem para os seus obreiros. O que significará a matemática para os matemáticos? Quem escolhe a matemática que aprendem? Será que decidem o que é para eles mais importante, mais motivador, mais significativo, seja por razões, pessoais, ou profissionais?

Os matemáticos tomam decisões importantes sobre a sua carreira de matemáticos e sobre as circunstâncias que condicionam a sua aprendizagem. O seu trabalho é muitas vezes desenvolvido com o intuito de ser posto ao serviço de progressos importantes para o bem-estar das sociedades.

A propósito da importância do trabalho colaborativo, Schoenfeld (1992) aponta-nos um exemplo:

> A third change is that doing mathematics is increasingly coming to be seen as a social and collaborative act. Steen's (1988) examples of major progress in mathematics – in number theory (the factorization of huge numbers and prime testing, requiring collaborative networks of computers) in the Nobel Prize-winning application of the Radon Transform to provide the mathematics underlying the technology for computer-assisted tomography (CAT) scans...are all highly collaborative efforts. (p. 344)

Papert, tal como Schoenfeld e outros autores atribuem grande importância à necessidade de garantir que as crianças possam sentir o apreço que os matemáticos sentem pela matemática. No entanto, poderá esse apreço advir apenas da recompensa que a actividade matemática representa para eles, do prazer que lhes proporciona? Talvez o poder que ela tem de influenciar a vida social, o importante papel que ela tem na história do progresso da humanidade possam fazer da matemática um incentivo complementar de grande importância, que a escola ainda não reconhece.

É natural que para um matemático e mesmo para alguns alunos que a escola rotula de "predestinados para a matemática" a motivação que emerge da própria actividade seja mais que suficiente. Agora para alguém que conhece mal a matemática, ou que já aprendeu a receá-la, o maior incentivo que poderá ter é o de vir a apropriar-se de uma fonte de poder que lhe permita colocar o mundo mais perto do seu alcance. Se hoje a escola está distante de conseguir motivar os alunos com base no incentivo que a actividade matemática representa, mais terá que caminhar no sentido de tornar os seus produtos num incentivo pessoal e social para os seus alunos. Mas essa é também uma preocupação que vemos reflectida na proposta de Papert. Para ele é importante que a criança:

- Veja a matemática como um prolongamento da sua experiência pessoal, dos seus interesses, das suas preocupações;
- Encontre nela poder para construir algo de significativo para si e para a comunidade em que vive.

A nosso ver, se não olharmos o problema da motivação[38] da matemática desta forma, para muitos alunos ele torna-se recursivo: a motivação não pode estar na experiência matemática prévia, se esta não tiver sido significativa. Embora haja uma minoria de crianças para as quais isso, por si só, chega, para a maioria, o que torna a matemática como “algo seu” não podem ser apenas a recordações do seu historial de relacionamento pessoal com a disciplina, numa perspectiva recreativa ou exploratória. Para a criança poderá ser fundamental a estruturação de uma visão da matemática como um aliado que lhe tem permitido conseguir “feitos” importantes para si e para comunidade que a acolhe, que sem ela não os conseguiria.

Assim, a proposta de Papert compromete-se com o objectivo de aproximar as práticas escolares das dos matemáticos neste aspecto social que aqui destacamos. A tecnologia digital é hoje indispensável para que o poder da matemática tenha expressão naquilo que são as importantes “obras” do processo de evolução da humanidade. À escala escolar também a tecnologia digital dá poder às crianças para que elas consigam traduzir em “obra”, em projectos significativos para si e para a sua comunidade, o potencial que encontram na matemática, nas suas ideias e nas formas de colaboração que aprendem a apreciar. Só desta forma a matemática pode na escola desempenhar o seu papel social.

---

[38] Esta discussão pode ser enquadrada nos dois tipos de motivação a que atrás fizemos referência. Apesar de concordarmos que a motivação intrínseca é mais efectiva no comprometimento do sujeito para com a actividade que desenvolve, parece-nos que a motivação extrínseca tendo como incentivo o produto da actividade e o seu significado no plano pessoal e social, será essencial quando nos inspiramos (e bem) na relação que os matemáticos têm com a matemática.

A propósito das práticas que Schoenfeld (1992, p. 362) defende, o autor recupera uma citação de Polya, onde este último apresenta uma perspectiva da natureza do trabalho matemático que na nossa opinião reflecte o que Papert descreve quando "fala" dos micromundos. Para Polya o trabalho de um matemático activo em investigação assemelha-se por vezes a uma espécie de jogo de suposições: o matemático tem que supor um teorema matemático antes de se envolver na sua prova.[39]

Como vimos atrás, o conceito de criança epistemóloga que Papert persegue, tem a nosso ver muito em comum com esta visão da prática matemática. O trabalho da construção das falsas teorias é um processo onde a criança procura estabelecer um conjunto de verdades (especulando e testando), que lhe permita adquirir consciência daquilo que pode fazer e do que não pode, em cada um dos micromundos que vai progressivamente explorando. Por outro lado, tal como defende Papert (1988, p. 40), o carácter provisório da programação aproxima-se do carácter provisório das verdades científicas, o que proporciona à criança a perspectiva do cientista, do matemático. Esta perspectiva da evolução do conhecimento e da forma como se avaliam os produtos intelectuais conduz à desdramatização do erro, com implicações importantes no plano afectivo, como já vimos.

Em resumo, Papert assume explicitamente a urgência de ir mais além da mudança dos métodos, mudando também a matemática que a escola deve oferecer e contempla de forma especial a necessidade das crianças viverem a matemática não apenas numa perspectiva pessoal, mas também na perspectiva social reconhecendo a importância que ela tem para as pessoas, para a comunidade local, global e científica. Papert é também como sabemos um defensor das falsas teorias. Para ele a actividade não tem que partir de um desafio do professor. Resulta espontaneamente de um desejo pessoal e colectivo de construir um projecto. Na nossa opinião, a motivação para o trabalho matemático está assim presente desde o momento da decisão sobre o rumo a seguir, pelo incentivo a "obra" promete no plano pessoal e social e pela boa expectativa de a conseguir, proporcionada pelo poder que a tecnologia digital oferece e pelo trabalho colaborativo. A

[39] A propósito da aplicação deste mesmo princípio à desejada renovação do papel da escola, Papert & Caperton (1999) ilustram a ideia desta forma: "A first-grade girl in a Mississippi school used a computer to compose this philosophical statement: 'The biggest thing about someone is imajunashun. Before you can be something, you must imajun it'" (¶ IX.).

essa motivação junta-se também aquela que o incentivo que própria actividade (matemática e/ou não matemática) representa.

4.5. A AVALIAÇÃO EM CONTEXTO CONSTRUCIONISTA

Segundo o NCTM (2000) a avaliação tem quatro propósitos bem identificados: regular o progresso dos alunos, tomar decisões sobre o ensino; classificar o aproveitamento dos alunos e avaliar currículos.

Este autor considera que a avaliação dá indicações importantes aos alunos e professores relativamente àquilo que é importante aprender e quanto à forma como se aprende (p. 13).

Isto significa que qualquer mudança que defendamos para o ensino está fortemente condicionada pelo modelo de avaliação que temos pensado para ela.

Embora a avaliação seja importante para a escola, o seu objectivo de ajudar a aprender deve colocar-se sempre antes do objectivo de avaliar. Isso significa que só faz sentido avaliar quando essa avaliação ajudar a aprender melhor, ou pelo menos, quando ela não for susceptível de prejudicar a aprendizagem.

Tal como nos sugere Papert (1988), muitos dos problemas do nosso ensino se devem à subversão desta ordem de prioridades: tendemos a ajustar as práticas de ensino às exigências da avaliação, e não a princípios pedagógicos.

A avaliação de um ensino Construcionista terá naturalmente que ser diferente daquela que caracteriza ainda hoje as nossas escolas.

Papert (1988) considera que a dedicação excessiva da escola ao treino de técnicas, de forma isolada e descontextualizada se explica, em parte, pela maior facilidade que estas práticas oferecem para avaliar os alunos: é mais fácil comparar alunos, comparando-os com um padrão de referência (quando não são comparados entre eles), do que compreender de que forma eles se relacionam com a disciplina.

Desenvolvimentos recentes em matéria de avaliação das aprendizagens sugerem cada vez mais, metodologias, técnicas e instrumentos de avaliação diversificados que permitam recolher uma variedade de evidências susceptíveis de traçar um retrato evolutivo suficientemente rico e multifacetado que dê conta da dimensão do progresso dos alunos. O NCTM (2000) sugere que mudanças nas práticas de avaliação:

- Uma mudança em direcção à apreciação do progresso dos alunos relativamente ao seu poder matemático, deixando para trás a avaliação de conhecimentos de factos específicos e aptidões isoladas;

- Uma mudança em direcção a informar de forma continuada e clara, os alunos sobre o seu desempenho, deixando para trás simplesmente a indicação da correcção ou não das respostas;
- Uma mudança em direcção ao uso de instrumentos de avaliação múltiplos e complexos (tais como tarefas de desempenho, projectos, trabalhos escritos, prestações orais e portfólios), deixando para trás exclusivamente a confiança em perguntas breves em pequenas provas, ou testes de fim de capítulo;
- Uma avaliação em direcção a que os seus alunos aprendam a avaliar o seu próprio progresso, deixando para trás os professores ou entidades externas como os únicos avaliadores do seu progresso. (p. 33)

Esta reclamada reconceptualização da avaliação, vem esbater um pouco a aparente incompatibilidade entre a filosofia Construcionista e a necessidade de avaliar os alunos. Se a avaliação com o propósito de certificar as aprendizagens pode colocar algumas interrogações à implementação da filosofia Logo[40] a quem não acredita na tese de Papert, já quando se trata de regular as aprendizagens dos alunos, será mais fácil ver nela uma mais valia, na medida em que esta:

- Pode envolver mais os alunos na avaliação do seu próprio progresso: o importante papel que concede à criança na supervisão do seu processo de aprendizagem (evolução das intuições) implica também uma maior consciência da sua evolução. Em regra, na aprendizagem natural não há momentos de auto-avaliação impostos por agentes externos. A decisão de auto-avaliar surge de necessidades internas para tomar decisões como por exemplo: testar as suas teorias no confronto com evidências; aceitar ou não, um novo desafio; optar por este, ou aquele estilo de aprendizagem;

[40] Essa incompatibilidade não existe apenas em relação ao Logo. Por muito optimistas que sejamos é inevitável admitir que também há tensões importantes entre duas necessidades, quando vemos a avaliação desde uma perspectiva distante do Logo:

- A de certificar alunos, quer queiramos quer não, daquela perspectiva, implica a sua comparação. A obediência "cega" a um currículo fechado implica que, se avaliem todos os alunos em larga escala de forma igual e alheia aquilo que foram as suas experiências de aprendizagem;
- A de regular o progresso dos alunos, o que implica uma avaliação mais contextualizada no processo de aprendizagem e portanto mais personalizada.

- A avaliação pode ser mais contextual: na filosofia Logo não há um tempo e um espaço predeterminado para avaliar. O objectivo não é avaliar, mas antes: fazer algo, construir alguma coisa relevante para todos. A avaliação pode estar presente em todos os momentos desde que se revele útil para progredir. Gipps defende que "we must develop and propagate a wider understanding of the effect of assessment on teaching and learning for assessment does not stand outside teaching and learning but stands in dynamic interaction with it" (p. 15-16);
- A avaliação pode ser mais diversificada: como pode estar presente em todas as situações de aprendizagem, os dados recolhidos fornecem uma diversidade de evidências susceptíveis de retirar inferências mais ricas. Isso acontece porque desta forma, a avaliação é contextual, tem em consideração a influência dos factores que condicionam as acções dos alunos, o que por sua vez permite interpretar melhor o seu comportamento;
- A avaliação pode centrar-se mais na evolução do aluno do que num conjunto estático de aprendizagens isoladas: nos ambientes construcionistas o objectivo não é só preparar as crianças para a matemática formal. É também fazê-las viver "já" a matemática como os matemáticos a vivem. As crianças não são sujeitas ao treino estéril de técnicas, para que supostamente, um dia possam vir a encontrar o incentivo matemático que lhes é prometido no futuro. Desta forma, a avaliação é susceptível de proporcionar mais uma perspectiva histórica, de um percurso rico em "enredo", do que um retrato estático de um conjunto de comportamentos e aptidões isoladas;
- Os professores podem ter acesso privilegiado ao pensamento dos alunos: a susceptibilidade do Construcionismo se apoiar em recursos tecnológicos é também uma mais valia importante na avaliação dos alunos. Encontrámos autores que defendem que o trabalho matemático desenvolvido em computador expõe o pensamento dos alunos de forma particularmente evidente: segundo Noss & Hoyles (citados por Jones et al., 2002, p. 128 - 129) e Pimm (1990, p. 53), os ambientes de aprendizagem baseados em novos recursos tecnológicos facultam um acesso privilegiado ao processo de pensamento dos alunos, abrindo pistas de acesso à compreensão da sua evolução.

Embora não defendamos que os testes sejam erradicados da avaliação, a verdade é que se tivéssemos que escolher um instrumento/técnica que traduzisse melhor a avaliação que temos, naturalmente escolheríamos os testes pela sua ampla utilização e pelas características que usualmente apresentam[41]. É por essa razão que apresentamos a seguinte reflexão:

A partir da distinção entre os conceitos de "desempenho" e "competência", Gipps (1995, p. 11) leva-nos a uma perspectiva interessante das limitações dos testes: enquanto o comportamento é aquilo que o sujeito consegue fazer, dadas as limitações das circunstâncias em que se encontra, a competência é aquilo que o sujeito seria capaz de fazer em circunstâncias ideais. A competência inclui assim a habilidade para aceder e utilizar plenamente as estruturas intelectuais, motivacionais e afectivas que influenciam a resposta. Por isso, este autor defende que as competências dos alunos nunca poderão ser reveladas plenamente no desempenho de sala de aula, e muito menos nos testes de desempenho, devido às limitações circunstanciais impostas que afectam o seu comportamento.

O excessivo recurso aos testes em que o modelo de avaliação existente aposta, não é mais do que um mecanismo de controlo "à medida" de um ensino que se pretende sistematizado, cuja eficiência importa "medir" permanentemente (Bishop, 1999). Os próprios governos vêem nessa sistematização do ensino uma forma incontornável de garantir a credibilidade do sistema educativo aos olhos dos cidadãos (e dos eleitores).

Os professores conseguem com esta avaliação justificar com argumentos objectivos (perante os encarregados de educação e outras partes interessadas), as decisões que tomam em relação à retenção/progressão dos alunos e concretizar em conteúdos bem delimitados o "produto" do seu próprio trabalho e o dos seus alunos.

A nossa experiência de 16 de docência mostra-nos que embora muitos professores reconheçam que "não conseguem dar o programa" sem cometer uma série de atropelos a princípios pedagógicos elementares, evitam admiti-lo e procuram defender-se, reunindo nos portfólios dos alunos, trabalhos que testemunham abordagens relativas ao maior

[41] Uma avaliação de qualidade não pode basear-se só nos testes, porque eles, por si só, não reflectem a matemática que os alunos sabem e fazem. No entanto, este instrumento de avaliação pode ser bastante mais flexível do que aquilo as práticas de avaliação nos mostram.

número possível de tópicos do currículo. Isto tem como consequência uma extensa lista de tarefas triviais, isoladas e desconexas umas das outras e da realidade.

A própria sociedade e as entidades responsáveis (que têm uma visão essencialmente normativa do ensino) esperam que os professores dêem conta do cumprimento do seu dever e justifiquem com argumentos claros e objectivos os juízos que fazem dos seus alunos. No entanto, tal como defende Bishop (1999), esta forma de controlar a competência dos professores e dos alunos, pode não ser o melhor caminho para uma educação de qualidade:

"Cuanto más se afane el sistema en pos de la eficiencia, mas tratará de controlar y en última instancia, menos educará" (p. 31).

A necessidade que as pessoas hoje vêem de certificar com referência a um padrão (a visão limitada do currículo) não pode impor um modelo de ensino subjugado a essa mesma necessidade.

Uma das razões que levam a proposta de Papert a ser encarada como utópica por muitas pessoas, é precisamente a sua preocupação com a avaliação. Compreende-se que elas considerem que este autor não garanta que a escola procure dotar os seus alunos das aprendizagens que a sociedade supõe serem fundamentais, dado que ele não acredita nessas suposições. É também compreensível que elas não reconheçam credibilidade na avaliação dessas aprendizagens, dado que no Logo a avaliação não assenta em comparações de alunos com uma "norma", o que da perspectiva dessas pessoas (e são muitas) isso é problemático.

No entanto, reflictamos: Esse padrão de referência que reflecte aquilo que em rigor as crianças devem aprender (visão fechada do currículo) não funcionará como um "travão" àquilo que as próprias crianças são capazes de aprender? Referindo-se a Piaget, Papert (1988) considera que:

> Uma das consequências mais sutis das suas descobertas é a revelação de que os adultos não conseguem avaliar a extensão e a natureza do que as crianças estão aprendendo porque as estruturas de conhecimento que assumimos como corretas tornaram invisível a maior parte daquela aprendizagem. (p. 60)

O que autores como Papert (1988) e Gipps (1995) sugerem é que: uma avaliação demasiado orientada para as aprendizagens que julgamos importantes os alunos aprenderem, conduz à adopção de técnicas/instrumentos demasiado fechados para abarcar todas as dimensões do produto da aprendizagem e suscitam práticas de ensino que hoje são reconhecidas por muitos autores (Schoenfeld, 1992; Gipps, 1988; Bishop, 1999 e outros) como contraproducentes.

Cremos que quando a escola começar a olhar para o currículo como algo mais do que um conjunto de comportamentos, conteúdos, ou capacidades, vendo nele um percurso evolutivo que se vai construindo e orientando em função de necessidades locais dos domínios cognitivo, afectivo, social, epistemológico, psicológico etc., ela poderá então formar uma visão prospectiva do relacionamento das suas crianças com a matemática ao longo da vida. Quando nos conseguirmos desprender do paradigma de avaliação e de ensino que Papert critica, talvez possamos aceitar que este novo seja tanto, ou mais credível para avaliar, do que aquele que temos.

4.6. O ENVOLVIMENTO DOS PROFESSORES EM PROCESSOS DE MUDANÇA

Outra questão que o leitor já terá colocado é a de como receberão os professores esta proposta? É também uma questão pertinente. Sem os professores não se fazem reformas

É natural que muitos professores quando confrontados com a proposta de Papert sejam muito mais perspicazes a encontrar desde logo os seus "incómodos" do que a vislumbrar virtudes de uma filosofia que nunca viram, nem viveram.

Papert (1988) defende que:

> Hoje o que se oferece no mercado educacional é em grande parte determinado pelo que é aceitável num sistema moroso e conservador…. Dessa maneira, não somente boas idéias educacionais mofam nas estantes, mas o próprio processo de invenção é sufocado. (p.56)

Embora aqui Papert não se dirija em particular aos professores, poderá parecer que estamos de novo a atingir gratuitamente os professores com estas expectativas pessimistas. Mas, tal como nos mostra Cohen & Manion (1990), nós professores, temos uma dificuldade acrescida relativamente a outros profissionais tão empenhados como nós em tornar mais gratificante o nosso trabalho: a realidade que queremos mudar é aquela que nós próprios vivemos na nossa infância e juventude enquanto alunos:

> ... el investigador que proyecta estudios etnográficos en escenarios de educación se enfrenta a problemas únicos en los que asume el papel de observador formal en un marco institucional con el que probablemente ha estado en contacto continuo desde la edad de cinco años. (p. 179-179)

As vivências da nossa escolaridade determinam em larga medida a nossa estruturação da realidade social da sala de aula, podendo esta oferecer forte resistência a qualquer tentativa de renovar a imagem da escola do século XXI, sem nos desprendermos da imagem persistente que temos da escola do século XX. Stager (1999) dá-nos conta dessa dificuldade:

> Ask a room of educators who know something about Logo to brainstorm a list of the most frequently heard criticisms. The list always includes things like: it requires teachers to learn new things; it requires too much class time to do something worthwhile; it's hard to assign a letter grade; it doesn't fit neatly into a curriculum areas...

A aceitação definitiva por parte dos professores de novas propostas no sentido de renovarem as suas práticas não é habitualmente pacífica. Szendrei (citado por Palhares, 2000) aponta um exemplo relacionado com as sucessivas propostas de materiais didácticos com que os docentes têm sido confrontados. Segundo Szendrei cada vez que um novo material é divulgado, é encarado por muitos professores como um "remédio miraculoso" (p. 116). Este excesso de confiança no novo recurso suscita utilizações que transcendem o âmbito para o qual foi concebido, muitas vezes por falta de preparação dos professores. Por sua vez os maus resultados dessas utilizações conduzem ao descrédito, à sua eliminação.

Como vimos na secção 2.2., Bishop (1999) considera que a realidade das nossas escolas tende a diminuir a competência profissional dos professores, em larga medida, devido a fortes restrições à sua iniciativa e ao seu espírito crítico, decorrentes da cultura de dependência dos manuais escolares e de políticas orientadas por critérios de eficiência. Essa cultura é vivida não apenas na escola como também na sociedade em geral e é sustentada pelo poder político.

Também importantes lobbies económicos sobrevivem à custa desta realidade e em grande parte alimentam-na. A "sacralização" dos manuais escolares e a proliferação de software *consumista*[42] pelas escolas são exemplos vivos dessa pressão no sentido de perpetuar a aposta no aperfeiçoamento dos "mecanismos de transmissão de conhecimentos" e no treino isolado de técnicas.

---

[42] Adoptamos o termo *consumista* para distinguir as práticas de sala de aula baseadas em protocolos pré-concebidos, em formato digital, que dão uma imagem da matemática como uma ciência já pronta (a conhecer e a utilizar), por oposição às práticas Construcionistas defendidas por Papert.

Segundo Stager (1999), salvo algumas excepções, os ataques ao Logo não são travados no campo de batalha das ideias, mas antes do mercado:

> Logo is bad for business. If kids construct their knowledge and express themselves in an environment designed to have "no threshold and no ceiling" then you are not likely to buy lots of other software products. Schools not disposing of old computers because they are just perfect LEGO TC logo workstations don't run out and buy as many new computers each year.

Como vimos atrás, a cultura escolar em que vivemos alimenta também a crença de que a matemática não é para todos, porque nem todos são capazes de a manipular sem "desvirtuar a sua pureza". Esse "atestado de incapacidade" que a escola passa aos seus alunos, é também extensivo aos próprios professores pela excessiva sistematização do ensino, não lhes concedendo espaço para a inovação e afirmação profissional que ironicamente lhes é reclamada, principalmente quando se trata de professores de matemática, dado o persistente insucesso à indisciplina.

Segundo Papert et al. (1999), os próprios políticos não acreditam que os professores sejam capazes de pôr em prática projectos Logo: "And policy-makers in several dozen countries have told me that it is because their teachers have limited education, are not used to such ideas, are conservative, lazy, dominated by unions..." (p. X).

Da mesma forma Bishop (1999), defende que os currículos de matemática são vistos como uma forma de contornar a influência de professores inexperientes (leia-se: incompetentes) que não são capazes de discernir o que é melhor para os seus alunos.

Referindo-se ao papel secundário que foi concedido aos professores na elaboração dos currículos de matemática que temos, Ponte et al. (1998) mostram-nos como encaram muitas vezes os políticos, o papel dos professores:

> Este facto resulta da própria natureza de uma abordagem que procura justamente construir materiais "à prova de professor" de modo a reduzir tanto quanto possível as influências subjectivas dos professores. Com muita frequência atribui-se os problemas de concretização dos currículos à falta de formação dos professores no sentido em que estes não terão sido preparados para compreender as novas ideias, nem suficientemente treinados para as aplicar de acordo com as intenções dos seus autores. (p. 26)

Terão os professores consciência desta permanente pressão no sentido de os instrumentalizar? Acreditámos que não. Mas se a aceitação da proposta de Papert os pode ajudar a perceber isso, por outro lado, implica o rompimento com as suas crenças sobre a estruturação da realidade escolar, enraizadas desde a sua infância. É por esta razão que o nosso trabalho se orientou em parte no sentido de encontrar alguns pontos comuns entre o Construcionismo e as crenças do professores, nomeadamente procurando compreender de que forma estes últimos poderão reconhecer que cumprem com a sua obrigação de seguir o currículo, tal como o vêem. Acreditámos que se não fizermos um sério esforço nesse sentido dificilmente eles poderão compreender os princípios do Construcionismo, porque não chegarão sequer a aceitar conhecê-los.

De acordo com autores como Thompson (1992) e Papert (1988), o abandono dessas crenças apenas será susceptível de acontecer, pelo mesmo processo (de aculturação) segundo o qual elas se consolidaram. Referindo-se à colectânea *Logo Philosophy and Implementation* (Papert et al.1999), Papert revela o que a sua experiência tem demonstrado: "The experiences reported in the stories confirm that the skeptical policy maker is absolutely right but only if 'can't do it' means 'can't do it without getting a chance to learn how'" (p. X).

As práticas dos professores não são apenas moldadas pelas suas crenças prévias em relação à matemática e ao seu ensino. Thompson (1992) mostra que os professores estão também sujeitos à influência do contexto social em que a aprendizagem toma lugar, à semelhança dos seus próprios alunos:

> The inconsistencies reported in these studies indicate that teacher's conceptions of teaching and learning mathematics are not related in a simple cause-and-effect way to their instructional practices. Instead they suggest a complex relationship with many sources of influence at work: one such source is the social context in which mathematics teaching takes place, with all the constraints it imposes and opportunities it offers. Embedded in this context are the values, beliefs, and expectations of students, parents, fellows teachers, and administrators; the adopted curriculum; the assessment practices; and the values and philosophical leanings of the educational system at large. (p. 138)

Ernest (citado por Thompson, 1992) considera mesmo que o efeito de socialização é tão poderoso, que pode sobrepor-se ao das crenças prévias dos professores: "The socialization effect of the context is so powerful that despite having differing beliefs about mathematics and its teaching, teachers in the same school are often observed to adopt similar classroom practices" (p. 138).

Se isto é verdade (e cremos que sim), então, uma boa forma de proporcionar aos professores a oportunidade de reconceptualizarem o seu papel, poderá passar pelo seu envolvimento em projectos Construcionistas. Referindo-se à compilação de projectos - *Logo Philosophy and Implementation*, Papert et al. (1999) considera que "In fact one of the more impressive features of this collection is providing insight into how seriously the Logo culture approaches teachers as intellectual agents" (p. X).

Papert et al. (1999) vê no Logo uma séria oportunidade de renovar não apenas o ensino, mas também a imagem que os professores têm de si mesmos, no sentido de se sentirem mais gratificados com o seu trabalho: " Doing that means teachers have a harder job. But we believe that it is a far more interesting and creative job and we have confidence that most teachers will prefer 'creative' to 'easy'" (p. XV).

Esta ideia de que os professores preferem o caminho mais árduo se ele for o mais gratificante, está em nosso entender na essência de uma mudança que conduza a classe docente a um estatuto de maior reconhecimento, de maior prestígio.

Para que os professores se sintam motivados, precisam vislumbrar não só os benefícios do Construcionismo, como também acreditar na sua viabilidade. Os benefícios do Construcionismo constatam-se vivendo essa cultura. A viabilidade da filosofia Logo não está apenas nas mãos dos professores, mas também da sociedade e dos políticos. Mas como a adesão a esta proposta implica também uma mudança profunda da visão que as pessoas têm da matemática e do ensino em geral, essa viabilidade está também nas mãos do cidadão comum, nas mãos de todos nós.

Acreditámos que as maiores dificuldades de implementação da filosofia Logo estão precisamente na sua distância em relação àquilo em que as pessoas acreditam e ao efeito QWERTY. A forma como elas vêem o mundo e a sua resistência à mudança constituem actualmente um problema bem maior do que a dificuldade em encontrar meios tecnológicos para que floresça. De resto, o avanço tecnológico e a disponibilidade de meios tecnológicos fora da escola ultrapassam-na cada vez mais. Cada vez mais as crianças do Ensino Básico contactam com tecnologia digital em casa, nos clubes, nas bibliotecas públicas, *ATL´s* e outras associações a que pertencem, sem que a escola se assuma como um prolongamento dessas experiências.

Já em, em relação aos meios humanos, o desafio é segundo Papert, bem maior: formar pessoas que criem e/ou utilizem entidades (como a tartaruga) que se relacionem tanto com a experiência natural das crianças, como com importantes estruturas intelectuais, é segundo o autor, um grande desafio: conhecimento sobre computadores, conhecimento sobre certos domínios e conhecimento sobre pessoas são requisitos que Papert vê como essenciais.

Segundo Papert (1988), a forma compartimentada como o conhecimento das diferentes áreas é historicamente desenvolvido nas nossas sociedades coloca fortes entraves a quem possa vir a tentar "intrometer-se" naqueles diferentes domínios de conhecimento atrás referidos, esperando colaboração dos respectivos especialistas, com propósitos educativos:

> Nas actuais definições profissionais, os físicos pensam em fazer física, os educadores pensam em como ensina-la. Não há um lugar reconhecido para pessoas cuja pesquisa é realmente física, mas voltadas para direções que são significativas do ponto de vista educacional. Tais pessoas não são particularmente bem recebidas num departamento de física; seus objetivos educacionais servem para banalizar seu trabalho aos olhos de outros físicos. Nem eles são bem vindos na faculdade de educação. (p. 223)

Papert considera que as próprias instituições responsáveis pela aprovação e/ou financiamento dificilmente vislumbrariam enquadramento para tais pesquisas.

Vejamos a expectativa de Papert (1988) em relação a um físico "ideal", na sua apreciação de um trabalho hipotético que teria dado origem a um novo teorema para o micromundo da tartaruga:

> Nosso físico hipotético verá seu trabalho de modo muito diferente, como uma contribuição teórica à física que a longo prazo tornará mais acessível o conhecimento do universo físico, mas que a curto prazo não deveria ser o de melhorar o desempenho dos alunos num curso de física. Talvez, pelo contrário, poderia até prejudicar os alunos se inserido como uma mudança local num processo educacional baseado numa abordagem teórica diferente. (p. 223)

Segundo Papert, (1988) a grande mudança pela qual o ensino aguarda ansiosamente é mais uma mudança nas mentalidades do que nos recursos. Temos pessoas capazes, temos recursos (ou capacidade para os criar). O que nos falta é reconhecer o que fazer com eles.

A nossa experiência mostra-nos que há professores desmotivados como em todas as profissões, mas também conhecemos muitos docentes bem motivados e que fazem verdadeiros "milagres" em condições pouco, ou nada estimulantes. Acreditámos que é tudo uma questão de motivação: o papel de verdadeiros agentes intelectuais que o Construcionismo reserva aos professores, projecta-os para uma posição onde os horizontes que alcançam os libertam dos estreitos limites impostos pela sistematização do ensino, personificada na “ditadura dos manuais escolares”. Cremos que o incentivo dos professores não pode estar apenas na remuneração. Se queremos motivar intrinsecamente os alunos, é vital que façamos o mesmo com os professores. Quem é que não ambiciona uma profissão de que goste?

4.7. OS ARGUMENTOS DO LOGO FACE ÀS CRÍTICAS

Os comentários desfavoráveis, ao interesse da Linguagem Logo, são formulados por quem parece olhar o Logo apenas como “mais uma ferramenta de trabalho na sala de aula”. Em geral, eles põem em evidência os seus efeitos de curto/médio prazo, de forma objectiva, fundamentando-se em estudos baseados em metodologias próximas do paradigma positivista (pré e pós testes, por exemplo), e que estão longe de abarcar a extensão da filosofia Logo. Clements & Battista (1992), Hughes (1990) e outros como Mayer, (2004) dão conta de alguns casos que cabem neste rol.

Não pomos em causa a importância das vantagens apontadas pelos autores considerados, mas o ponto de vista em que se colocam para avaliar o interesse do Logo como filosofia de ensino, parece-nos pouco consistente com o ponto de vista de seu principal defensor. A propósito da avaliação dos benefícios da sua experiência com engrenagens na infância, Papert (1988) refere-se assim a este tipo de estudos:

> Se algum psicólogo educacional tivesse tentado medir cientificamente os efeitos desse encontro, provavelmente teria falhado. Este encontro teve consequências profundas mas elas só foram detectadas muitos anos mais tarde. Um pré e pós-teste aos dois anos provavelmente não as teriam revelado. (p.13)

Parece-nos que as opiniões aparentemente em conflito, na sua maioria, não opinam sobre a mesma matéria. Usar a linguagem Logo com outros propósitos e avaliar os resultados dessa utilização é naturalmente, legítimo: outras perspectivas de ensino poderão encontrar também outros tipos de argumentos no Logo. No entanto, não podemos ver nesses propósitos, contributos significativos para compreensão da “grande mensagem” que Papert nos dirige.

Quando nos colocamos em pontos de vista diferentes vemos realidades diferentes. Cremos que a sua proposta é daquelas que para a podermos apreciar verdadeiramente, temos que tentar assumir o ponto de vista do seu autor e procurar compreende-la dentro desse paradigma. Essa flexibilidade de pontos de vista é defendida por autores como LeCompte (citado por Palhares, 2000). Este autor alerta para o perigo das alternativas ao paradigma positivista poderem vir assumir a mesma natureza doutrinária daquela, impondo “cânones rígidos e restritivos” (p. 22), o que torna eminente a emergência de uma nova forma de positivismo. Face ao problema LeCompte defende a sustentação de perspectivas abertas aos princípios e métodos de outras disciplinas.

Segundo Papert (1988), qualquer tentativa de avaliar o efeito da experiência com o Logo de forma objectiva, tentando “medir” a aquisição de aprendizagens específicas e diferenciadas, fica muito distante de captar a essência do que foi a experiência subjectiva de cada uma das crianças com o mundo Logo:

> Embora nós possamos “ver “ que as crianças aprendem palavras, não é tão fácil ver que elas estão aprendendo matemática numa razão igual, ou maior. Mas isto é precisamente o que foi mostrado por Piaget ao longo de toda uma vida de estudos sobre a origem do conhecimento na criança. Uma das consequências mais sutis de suas descobertas é a revelação de que os adultos não conseguem avaliar a extensão e a natureza do que as crianças estão aprendendo porque as estruturas de conhecimento que assumimos como corretas tornaram invisível a maior parte daquela aprendizagem. (p. 60)

Afirmar que Papert não tem em conta a necessidade de o professor planear cuidadosamente as suas actividades pode parecer uma atitude algo semelhante à de um velho artesão de barcos a remos, que critica a forma e o tamanho dos remos das novas embarcações a motor. Os novos remos que ele agora crítica não têm a mesma função dos que ele ainda constrói; servem apenas para deslocar a embarcação alguns metros para atracar em locais de baixa profundidade e pouco mais. Os barcos a motor precisam de uns remos mais pequenos, que ocupem menos espaço e possam ser arrumados a bordo, num local acessível e não de remos tão grandes, sempre presos nas forquilhas,[43] causando incómodos. Comparar os barcos que ele ainda constrói às novas embarcações, com base na eficácia dos remos será talvez um “diálogo de surdos” sem fim, nem consequência. Provavelmente o mundo da educação estará ainda nesta fase pouco edificante de discussões “clubistas” onde cada um só vê aquilo em que acredita. A verdade é que a tecnologia digital já não é propriamente uma novidade nas escolas, mas o seu impulso não é suficiente para que elas “zarpem” rumo à inovação. Os motores existem, mas os marinheiros pouco esperam deles e a sua navegação continua assim limitada aos soluços

[43] Peça em forma semicircular fixada no bordo das embarcações, no qual se apoia o remo, de modo a que apenas seja necessária uma mão para o movimentar.

dos remos, enquanto o mundo cá fora desliza à velocidade de cruzeiro, embalado por motorizações que trazem outras expectativas, outros horizontes.

Papert (1988) recorre a uma metáfora hipotética para ilustrar a investigação em educação que temos:

> Imagine que as crianças fossem obrigadas a passar uma hora por dia desenhando passos de dança em papel quadriculado e que tivessem que ser testadas nessa "dança teórica" antes que lhes fosse permitido dançar fisicamente. Não seria de esperar então que o mundo estivesse cheio de dançófobos? Poderíamos dizer que aqueles que tiveram acesso às salas de dança e à música tinham maior aptidão para a dança"?...o paradigma em uso na psicologia educacional contemporânea está centrado em investigações de como as crianças aprendem ou (mais comumente) não aprendem na anti-Matelândia em que vivemos. (p. 64-65

No mesmo sentido e referindo-se à investigação sobre a aquisição de capacidades de medição, Wilson e Osborne (citados por Palhares, 2000) acusam a investigação de focalizar a sua atenção naquilo que as crianças não são capazes de fazer e compreender, em vez de procurar formas dos professores melhorarem a instrução neste domínio.

CAPÍTULO 5 – ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Neste capítulo, definimos o nosso posicionamento no espectro dos diversos paradigmas, exploramos as consequências dessa nossa posição ao nível das escolhas metodológicas que fizemos e descrevemos o contexto onde desenvolvemos a nossa intervenção.

5.1. METODOLOGIA

O que é a realidade e o que dela podemos conhecer? Qual a relação entre o sujeito que quer conhecer e aquilo que é susceptível de ser conhecido? Que métodos podemos utilizar para alcançar tal compreensão? A resposta a estas importantes questões depende daquilo em que acreditamos. A formulação de um "conjunto de verdade" relativamente ao mundo e à nossa relação com ele permite-nos sermos mais coerentes e a darmos sentido às nossas acções, pensamentos e decisões como investigadores.

Segundo Palhares (2000), não existe hoje um paradigma dominante em investigação educacional, mas antes, um cenário de contrastes entre eles.

Podemos afirmar que em oposição ao paradigma positivista cuja dominância tem vindo a esmorecer substancialmente, têm surgido outros, mais ou menos antipositivistas, que se procuram afirmar no espectro das diferentes visões da realidade e da nossa relação com ela.

Neste estudo colocamo-nos numa perspectiva interpretativa e subjectiva porque acreditámos que as acções dos sujeitos podem ter diferentes significados, consoante as motivações que lhes dão origem. As normas sociais e condições circunstanciais, as relações entre os sujeitos, as suas experiências prévias, o seu autoconceito, as suas crenças, são apenas alguns exemplos de factores que cremos que condicionam as motivações e o significado de cada uma das acções dos sujeitos. Distanciamo-nos portanto, do princípio de que "o comportamento humano se alcança com a formulação de leis gerais, ou generalizáveis".

No nosso trabalho posicionámo-nos mais próximo do paradigma construtivista do que de qualquer outro e desenvolvemos um tipo de investigação qualitativa. Segundo Bogdan & Biklen (1994, p. 47-51), a investigação qualitativa tem cinco características que a distinguem:

1. O contexto de investigação é um contexto natural e o investigador é o principal instrumento de recolha de dados;
2. Os dados são recolhidos de forma descritiva (palavras e imagens) e os resultados são apresentados da mesma forma;
3. Centra-se mais nos processos do que nos produtos;
4. A análise de dados tende a processar-se de forma indutiva;
5. A investigação qualitativa não se limita a observar comportamentos. Preocupa-se com os significados que os sujeitos atribuem às suas acções e às dos outros; com o sentido que dão às suas vidas.

No nosso posicionamento como investigadores partilhamos das visões das correntes fenomenologistas, etnometodologistas e interaccionistas simbólicas.

Embora estas referências do nosso estudo não tenham segundo Cohen & Manion (1990, p. 65) sido objecto de críticas persistentes, a verdade, é que estas últimas nos podem ajudar a "ver" as nossas próprias opções, contrastando a nossa visão com a de outros "olhares". Cremos que esta consciência será em nosso entender importante, porque nos pode ajudar a complementar o retrato de realidades que a nossa óptica, por si só, poderá não abranger.

Orientamos o nosso trabalho pelas nossas convicções, mas não fechamos os olhos a perspectivas dissonantes da nossa, porque acreditámos que a apreciação do que as une e do que as separa, numa perspectiva construtiva, poderá trazer luz a interrogações comuns. Popper (citado por Palhares, 2000) defende que a opção pelo ponto de vista objectivo ou subjectivo não é determinante, porque qualquer um deles não pode ser assumido como inquestionável. Ele sugere que adoptemos os dois, desde que tenhamos sempre presente o espírito crítico em relação a ambos.

Bogdan & Biklen (1994) afirmam que um argumento utilizado pelos críticos da abordagem fenomenologista é que a compreensão da realidade com base nos pontos de vista dos sujeitos, parte do pressuposto de que os sujeitos estão sempre conscientes do seu ponto de vista, o que não é totalmente consensual.

> Contudo, quando examinamos esta afirmação cuidadosamente, a frase "com base nos seus pontos de vista" apresenta-nos um problema. Trata-se da questão fundamental relativa ao facto de "os seus pontos de vista" não ser uma expressão que os próprios sujeitos utilizem; pode não representar o modo como pensam sobre si próprios. (p. 54)

Alternativamente a este modo dos investigadores abordarem o seu trabalho, críticos como Rex, (citado por Cohen & Manion, 1990, p. 65) sugerem que em certas situações deverá haver maior objectividade, o que significa que pode ser necessário procurar perspectivas que não sejam necessariamente a de algum dos actores do contexto a investigar.

Outros críticos investem mais nas suas apreciações contra os investigadores antipositivistas, defendendo que estes últimos vão demasiado longe no seu distanciamento das preocupações científicas de verificar e descobrir generalizações sobre o comportamento e criticam a validade e fiabilidade de metodologias, como é o caso dos estudos de observação participante.

Bernstein (citado por Cohen & Manion, 1990) aponta ainda uma tendência para os investigadores confiarem demasiado nas interpretações dos sujeitos, sem terem em conta que o processo segundo o qual os sujeitos desenvolvem as suas interpretações é também condicionado pelas circunstâncias do contexto social. Cohen & Manion (1990) sugerem que a visão da estrutura social construída com base numa maior objectividade (que não seja totalmente dependente do "ponto de vista do sujeito"), pode ajudar a perceber os constrangimentos a que está sujeito o próprio processo de interpretação por parte dos sujeitos: "La concepción de la estructura social como *exterior* a nosotros mismos nos ayuda a aceptar sus auto-evidentes efectos sobre nuestras vidas diarias en el entendimiento del comportamiento social de nuestro alrededor" (p. 67).

Dos fenomenologistas partilhamos da ideia de que a leitura que as pessoas fazem das diferentes realidades é determinada pelas suas experiências prévias. Schutz (citado por Cohen & Manion, 1990, p. 60) defende que nós desenvolvemos um processo de tipificação de comportamentos ao qual recorremos, para “enquadrar” as diversas manifestações comportamentais com que nos confrontamos, em diferentes situações ao longo do dia. Esse processo desenvolve-se em função das nossas experiências de vida.

Segundo Bogdan & Biklen (1994) “Os fenomenologistas não presumem que conhecem o que as diferentes coisas significam para as pessoas que vão estudar” (p. 53). Segundo estes, a realidade não é única, mas antes o significado das nossas experiências e da interacção com os outros. A realidade é assim socialmente construída.

O facto de no nosso trabalho nos centrarmos no mundo dos significados não significa que desprezamos a existência de um “mundo real” independente dos sujeitos. Na nossa orientação metodológica não assumimos a ideologia radicalista de que não existe “realidade exterior”.

A nossa posição é de que apesar de existirem muitas versões diferentes de uma mesma realidade quando esta é olhada por diferentes sujeitos, existem muitos pontos em comum nessas visões que serão impostos pela incontornabilidade das verdades do mundo natural.

Dos etnometodologistas comungamos da ideia de que as expressões, afirmações e acções dos sujeitos estruturam os contextos sociais em que estão inseridos.

Acreditamos que os discursos dos sujeitos relativamente ao comportamento afectam o próprio comportamento. Este tipo de relações entre acções/afirmações/expressões dos sujeitos e o contexto social desenvolvem-se em contexto de vida prática e são próprias de cada uma das realidades sociais particulares que estudemos. Assim, autores como Garfinkel (citado por Cohen & Manion, 1990) defendem que os fenómenos mais comuns da vida diária se constituem como objectos de estudo, por direito próprio.

> Como la fenomenología, la etnometodología se preocupa del mundo de la vida diaria. En palabras de su promotor, Harold Garfinkel, parte de «tratar las actividades prácticas, las circunstancias prácticas y los razonamientos sociológicos prácticos como temas de estudio empírico y por prestar atención a las actividades más comunes de la vida diaria la tributada usualmente a los hechos extraordinarios, busca aprender acerca de ellos como fenómenos en su propio derecho». (p. 61)

Uma outra mensagem que nos chega dos etnometodologistas (Bogdan & Biklen, 1994) e que nos parece particularmente pertinente, é a de que as perspectivas do investigador qualitativo devem ser por direito próprio parte do seu trabalho de investigação e não encaradas como "variáveis a controlar" (p. 61).

Dos interaccionistas simbólicos partilhamos a ideia de que as pessoas actuam sobre as coisas com base nos significados que constróem. As acções não são apenas uma consequência de atributos psicológicos, mas também de factos sociais exteriores, como hierarquias e papéis sociais. Enquanto que os cientistas sociais se baseiam nestes aspectos (obrigações inerentes aos papéis, regras e mecanismos sociais de controlo e regras do meio físico e natural) para tentarem compreender e prever o comportamento humano, os interaccionistas simbólicos defendem que não são concretamente as regras, regulamentos, normas, ou o que quer que seja, que são cruciais para a compreensão do comportamento, mas antes o modo como estes são definidos e utilizados em situações específicas (Bogdan & Biklen, 1994, p. 56). Thompson (1992) cita-nos um exemplo que documenta esta ideia: "For example, Lerman (1987, cited in Ernest, 1988) noted that when teachers were faced with a new external examination requiring students to carry out mathematical investigations and projects for assessment, they treated such inquires in a didactical manner" (p. 140).

Segundo Cohen & Manion (1990) os interaccionistas simbólicos defendem que as acções resultam de um processo contínuo fluente e flexível de atribuição de significados, num contexto social em que os sujeitos pautam a sua conduta colocando-se no lugar do outro, para se contemplarem a si próprios. Essa imagem que as pessoas constróem de si próprias (*self*) reflecte em parte a visão que os outros têm de si. Desta forma, os interaccionistas simbólicos olham para este processo interactivo como o mecanismo segundo o qual as pessoas se modificam e crescem à medida que aprendem mais sobre elas próprias.

Segundo Bogdan & Biklen (1994, p. 54-55) os interaccionistas simbólicos defendem que a interpretação é um processo influenciado pelas outras pessoas, incluindo figuras do passado, da televisão e aquelas que no quotidiano connosco interagem. Por essa razão no nosso estudo acreditámos que os membros de uma dada comunidade tendem a desenvolver definições comuns e a partilhar perspectivas (em resultado de negociação) que assumem como verdade. As pessoas de uma mesma comunidade interagem regularmente, partilham experiências, problemas e passados comuns.

Em resumo, considerámos que as opções de investigação devem subordinar-se aos contextos e não contrário. Cada contexto de investigação é único e as nossas opções como investigadores estão condicionadas por essas circunstâncias e pela nossa visão do mundo. A nossa consciência dessas circunstâncias é alcançada gradualmente e envolve análises subjectivas, mas também objectivas. Não consideramos os resultados obtidos generalizáveis, dada a nossa consciência da peculiaridade de cada um dos contextos e dos seus actores, mas dão-nos indicações que podem ser importantes noutros contextos.

Esta visão foi determinante nas opções metodológicas que fizemos e que a seguir se expõem:

Métodos/instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados teve seis componentes essenciais:

- observação participante;
- registo de áudio/vídeo;
- registo do trabalho dos alunos;
- registo de incidentes críticos;
- testemunho escrito da professora da turma;
- notas de campo.[44]

Observação participante

Segundo Cohen & Manion (1990), a observação participante é uma forma de observar eminentemente educativa. Segundo Schutz (citado pelos mesmos autores), enquanto que o investigador científico-natural não tem que se preocupar com a percepção da sua acção por parte das entidades alvo do seu estudo (matéria física), o investigador educativo tem em mãos um projecto de acção cheio de significados susceptíveis de produzir efeitos sobre os indivíduos a observar.

Bogdan & Biklen (1994) defendem que a observação participante permite aproximar melhor o investigador dos significados que os próprios sujeitos atribuem às suas próprias acções, às acções dos outros e a outras ocorrências que os rodeiam: "Os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o

[44] Embora no nosso estudo o termo "notas de campo" se refira a um instrumento que integra dados recolhidos com recurso a outros instrumentos e técnicas que utilizámos, as notas de campo também podem ter um significado mais estrito do que aquele que adoptámos no nosso trabalho.

contexto. Entendem que as acções podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência" (p. 48).

Bailey (citado por Cohen & Manion, 1990, p.168-169), aponta algumas vantagens da observação participante relativamente aos questionários e técnicas de observação experimental, principalmente em situações em que os dados a recolher resultam de um comportamento não verbal:

- O observador selecciona, regista e analisa apenas as ocorrências relevantes para o estudo, fazendo portanto uma recolha metódica e não sistemática;
- O investigador pode desenvolver uma relação íntima e informal com os indivíduos a observar;
- As observações são menos reactivas do que outros métodos de recolha de dados.

Não podemos afirmar que assumimos na plenitude o papel de observadores participantes, na medida em que o nosso envolvimento com o contexto escolhido teve início pouco antes de iniciarmos as sessões e resumiu-se a três visitas ao local para instalar o Megalogo[45] no computador da turma e para delinear alguns aspectos importantes da nossa intervenção. As únicas pessoas que já conhecíamos eram a professora da turma e a professora de Educação Especial, mas de outros cenários de trabalho. Antes da nossa intervenção acordámos com a professora da turma em assumirmos o papel de professor da turma, tendo ela toda a liberdade de intervir quando assim o entendesse. Embora procurássemos desempenhar o papel de "professor da turma recém-chegado", não queremos com isto afirmar que seria o nosso objectivo atingir um grau de participação plena. Tal como defendem Bogdan & Biklen (1994), "um investigador que participe demasiado poderá passar a ser um *indígena*...expressão utilizada em antropologia para referir os investigadores que ficam tão envolvidos e activos com os sujeitos que perdem as suas intenções iniciais" (p. 125).

Segundo estes autores, é essencial um certo equilíbrio entre o grau de envolvimento por parte do investigador com os sujeitos e o distanciamento necessário para que: por um lado consigamos ver a realidade "pelos olhos dos sujeitos", mas que por outro, tenhamos consciência da relevância dessa leitura na condução da nossa

[45] O Megalogo é a versão do Logo para todos os países de língua oficial portuguesa.

investigação, o que implica uma contrastação entre essas visões e a nossa como investigadores.

Se é assumimos com algumas reservas o papel de participante, isso não significa que colocámos de lado os nossos sentimentos e emoções nas nossas interpretações das acções dos sujeitos. Tal como defende Rosaldo (citado por Bogdan & Biklen, 1994) "os sentimentos são um importante veículo para estabelecer uma relação e para julgar as perspectivas dos sujeitos. Não se podem reprimir sentimentos. Pelo contrário, se tratados devidamente, podem constituir um importante auxiliar da investigação qualitativa" (p. 131).

De acordo com Bogdan & Biklen, a percepção das emoções do investigador por parte dos sujeitos contribui para criar empatias entre ambos, aproximando-os. Para além disso, a vivência dessas emoções permite ao investigador colocar-se no lugar dos sujeitos e perspectivar na primeira pessoa uma parte importante do seu quotidiano: os afectos. Em diversos momentos expressamos os nossos sentimentos, partilhamo-los com os alunos e a professora da turma e isso permitiu-nos tomar decisões importantes no percurso da nossa intervenção.

<u>Registo de imagem/som</u>

Até à 13.ª sessão o equipamento de recolha de imagem e som encontrava-se fixo e orientado de forma a obter uma panorâmica geral da sala de aula. Nas últimas sessões a recolha de imagem foi mais focalizada.

O registo de áudio/vídeo não contribui para a manutenção do estado natural do contexto que queremos estudar, apesar disso acreditámos que no caso do nosso estudo o seu interesse poderia justificar-se. Cohen & Manion (1990, p. 186-187) destacam três vantagens deste instrumento de recolha de dados:

- Proporciona um registo muito compreensivo do comportamento na sala de aula sempre disponível para posteriores análises;
- Melhoram a fiabilidade do estudo;
- Permitem que as sequências de ocorrências se revejam repetidamente quantas vezes seja necessário com vista à codificação de dados.

A nossa opção pelo registo de áudio/vídeo prendeu-se mais com as duas primeiras vantagens apontadas pelos autores do que pela terceira.

Mesmo em duas sessões (na fase inicial da nossa intervenção) nas quais o equipamento não colaborou optámos por não informar os alunos da sua inoperacionalidade, com vista a que se familiarizassem o mais possível com a presença da câmara.

Registo do trabalho dos alunos

O objectivo deste instrumento foi de recolher dados sobre o trabalho dos alunos ao longo das sessões. Esses registos eram recolhidos no final de cada sessão para nossa análise e devolvidos aos alunos na sessão seguinte, para que os pudessem consultar. Esses registos eram pouco estruturados (ver anexo 1) e foi pedido aos alunos que registassem todo e qualquer tipo de anotação relacionada com o seu trabalho. A forma como aceitavam, ou recusavam fazer esses registos conduziu-nos também a reflexões importantes sobre as suas crenças relativamente à matemática e ao seu ensino.

Registo de incidentes críticos

Numa grelha semiestruturada (anexo 1) registávamos ocorrências pontuais que nos pareciam relevantes, bem como aquelas que aconteciam no exterior, uma vez que a câmara de vídeo não as cobria. Não recolhemos grande quantidade de informação com este recurso, mas algumas anotações foram importantes.

Testemunho da professora da turma

No final da nossa intervenção a professora da turma acedeu ao nosso pedido no sentido de nos dar o seu testemunho escrito (anexo 2) do trabalho de campo que desenvolvemos.

Notas de campo

Com as primeiras quatro fontes de dados elaborámos as notas de campo (anexo 3). Estes relatos eram elaborados com base no cruzamento de dados provenientes dessas fontes, e a sua redacção iniciava-se cerca de duas horas após o termo de cada uma das sessões. Segundo Bogdan & Biklen (1994), "a palavra escrita assume particular importância na abordagem qualitativa, tanto para o registo dos dados, como para a disseminação dos resultados" (p. 49). Estes autores consideram que desta forma os investigadores abordam os contextos de investigação de forma minuciosa, tornando-se mais sensíveis aos detalhes e às motivações que guiam os sujeitos:

> A abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objecto de estudo. (p. 49)

Para além de confirmar, ou desmentir a ocorrência de determinados fenómenos em dadas circunstâncias, interessa-nos antes descrever como eles ocorrem, reflectir sobre que razões poderão estar na sua origem, com base numa compreensão progressivamente alargada da sua natureza holística. É com este interesse prático que Bogdan & Biklen (1994, p. 152) defendem que nestes registos escritos devem existir dois tipos de materiais:

Cabem no rol de material descritivo os seguintes aspectos:

- relatos dos sujeitos;
- reconstruções de diálogos;
- descrições do espaço físico;
- relatos de acontecimentos particulares;
- descrição de actividades;
- o comportamento do observador.

A componente reflexiva pode englobar aspectos como:

- reflexões sobre a análise/interpretação que o observador faz dos dados que recolhe;
- reflexões sobre o método que utiliza;
- reflexões sobre conflitos e dilemas éticos;
- reflexões sobre o ponto de vista do observador (a forma como a sua experiência de vida o conduz ao tipo de análises/apreciações que faz);
- pontos de clarificação (ex.: correcção de erros, ou confusões cometidos pelo observador em sessões anteriores e que importa corrigir).

5.2. TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos resultados foi desenvolvida de forma indutiva: através da inter-relação que estabelecemos entre "pedaços" de informação previamente recolhida, fomos elaborando uma "teoria fundamentada" (Glaser e Strauss, citados por Bogdan & Biklen, 1994, p. 50), convergindo a nossa atenção para aspectos que progressivamente se revelaram mais importantes.

Bogdan & Biklen (1994) descrevem assim este processo indutivo:

> Está-se a construir um quadro que vai ganhando forma à medida que se recolhem e examinam partes. O processo de análise de dados é como um funil: as coisas estão abertas de início (ou no topo) e vão-se tornando mais fechadas e específicas no extremo. O investigador qualitativo planeia utilizar parte do estudo para perceber quais são as questões importantes. Não presume que se sabe o suficiente para reconhecer as questões importantes antes de efectuar a investigação. (p. 50)

Bogdan & Biklen (1994, p. 66) defendem que nem todos os investigadores se preocupam com questões de generalização tal como o termo habitualmente entendido: "Aplicação dos resultados de um estudo particular a locais e a sujeitos diferentes".

A dificuldade da generalização é basicamente a seguinte: quando olhamos para o contexto de investigação como sendo uma amostra mais ou menos representativa de uma dada população (perspectiva positivista), partimos dos pressupostos de que o contexto escolhido tem as mesmas características da respectiva população, e que está tão susceptível aos mesmos factores como o universo mais amplo ao qual pertence. Em educação, estes pressupostos não são em regra verificados, de acordo com o paradigma em que nos situamos: cremos que a dinâmica que se desenvolve em cada contexto obedece a regras muito próprias e pode até responder aos mesmos estímulos de forma diversa em diferentes momentos e circunstâncias. Portanto, as nossas ambições neste estudo não são de afirmar que os resultados que obtivemos são generalizáveis a todas as turmas do 4.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico, mas antes de afirmar que poderão existir turmas do Ensino Básico susceptíveis de obterem resultados semelhantes.

Embora não formulássemos hipóteses à partida, as impressões que íamos recolhendo do trabalho de campo conduziram-nos à focalização da nossa atenção em alguns aspectos mais específicos, relativamente aos quais estávamos também sensíveis, de acordo com a revisão bibliográfica que desenvolvemos. Bogdan & Biklen (1994) consideram que:

> Ainda que os indivíduos que fazem investigação qualitativa possam vir a seleccionar questões específicas à medida que recolhem os dados, a abordagem à investigação não é feita com o objectivo de responder a questões prévias ou de testar hipóteses. Privilegiam essencialmente, a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação. As causas exteriores são consideradas de importância secundária. (p. 16)

Uma vez que as notas de campo encerravam em si o resultado do cruzamento das primeiras quatro fontes de dados que atrás enumerámos, foi sobre esta forma de registo que centrámos a nossa análise e tratamento dos dados, embora tivéssemos também englobado na fase final o testemunho escrito da professora da turma.

Para tal, recorremos ao programa informático NUD*IST e baseámo-nos na sugestão de Bogdan & Biklen (1994, p. 220-245). Seguimos um processo cíclico em que podemos distinguir quatro fases distintas:

1. Análise do conteúdo dos textos identificando neles tópicos (padrões de comportamento, frases, formas dos sujeitos pensarem e acontecimentos);
2. Atribuição de códigos (categorias de codificação) aos diferentes tópicos encontrados;
3. Análise das notas de campo com vista à identificação de unidades de texto relacionadas com cada um dos tópicos encontrados e sua integração em ficheiros de dados de apenas uma única categoria, referenciando-os também de acordo com a fonte de onde foram retirados (1.ª sessão, 2.ª sessão, etc.);
4. Análise de cada um desses ficheiros, procurando regularidades, contradições e outros tipo de relações entre as categorias em análise.

Com base nos dez tipos de códigos sugeridos por Bogdan & Biklen (1994), encontrámos oito categorias de codificação que considerámos relevantes para o nosso estudo, as quais apresentamos no capítulo 6 (resultados).

5.3. A INTERVENÇÃO

5.3.1. Contexto do estudo

A intervenção incidiu sobre uma turma de 20 alunos (10 rapazes e 10 raparigas) do 4.º ano de escolaridade, de uma localidade rural do Minho. Nos 10 rapazes da turma incluía-se o Filinto,[46] um rapaz com Necessidades Educativas Especiais (NEE) com locomoção dependente de uma cadeira de rodas.

A turma estava a cargo da sua professora desde o início do 3.º ano de escolaridade.

<u>Espaço escolar</u>

O espaço coberto era composto pelo edifício onde se situavam as salas de aula e um alpendre dividido sensivelmente a meio pelas casas de banho que serviam independentemente cada um dos dois lados incomunicáveis (internamente) do edifício. (ver ilustração 3)

Tratava-se de um edifício do tipo "plano centenário" composto por quatro salas de aula distribuídas igualmente por dois pisos sobrepostos, onde cada uma tinha comunicação vertical interna apenas com uma das outras duas, de nível diferente.

[46] Nome fictício

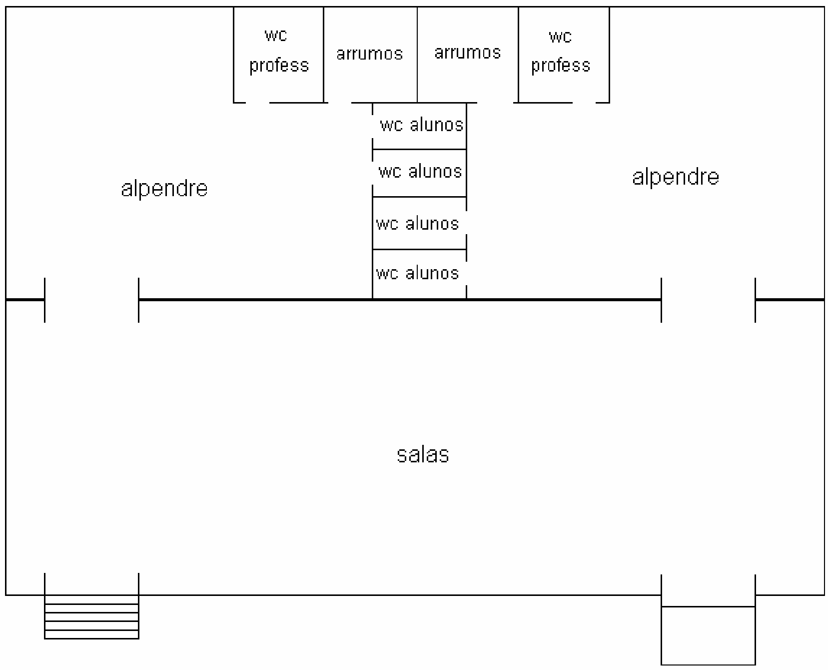


Ilustração 3. Disposição do espaço escolar coberto

O edifício, embora antigo encontrava-se razoavelmente bem conservado, mas a precisar de pintura. O espaço exterior tinha uma área de cerca de 1000 m^2. O seu pavimento era composto por gravilha e as suas confrontações estavam completamente vedadas a rede metálica.

A escola estava localizada na periferia de uma zona habitacional na qual se inseriam algumas fábricas e armazéns de pequena e média dimensão, e orientada para espaços agrícolas e florestais.

Embora o edifício tivesse quatro portas de acesso (todas no rés-do-chão), nenhuma proporcionava acesso a todo o edifício, uma vez que este estava separado interiormente em duas partes segundo um plano vertical.

A porta frontal de acesso à parte do edifício onde se encontrava a sala em que decorreu a nossa intervenção estava equipada com uma rampa em chapa de aço a toda a sua largura e portanto, esta servia de acesso a qualquer pessoa. A rampa causava um ruído estridente sempre que era atravessada por qualquer adulto em passo normal, mas principalmente pelas crianças que teimavam em explorar as "potencialidades acústicas" de tal instrumento, afinal, tão raro nas suas vivências extra-escolares. Face ao exposto, constata-se que o acesso autónomo de pessoas com dificuldades de locomoção ao interior do edifício estava restringido a uma sala e pátio anexo.

As vias de acesso circundantes eram pouco movimentadas e não eram servidas por transportes públicos. Estes apenas estavam disponíveis na estrada nacional a cerca de 300 metros.

O corpo docente era composto por quatro docentes do sexo feminino (duas com menos de 30 e outra, com cerca de 40 anos de idade), titulares de turma e ainda uma outra, sem serviço lectivo distribuído, com cerca de 50 anos de idade. Estas docentes encontravam-se diariamente para o lanche à hora do intervalo (10. 30h) na sala onde decorreu o nosso estudo. Lá conversavam sobre as suas preocupações e interesses. A escola era servida apenas por uma Auxiliar de Acção Educativa. Não havia nenhum espaço privado permanente destinado aos professores.

Uma das salas do 1º andar tinha uma porta blindada porque estava equipada com uma fotocopiadora, um computador, um televisor, uma câmara digital e um gravador de áudio. O computador estava equipado com acesso à Internet, mas; há semelhança do que acontecia nas outras escolas do 1.º Ciclo do agrupamento, havia já bastante tempo que essa ligação não funcionava.

As casas de banho localizavam-se no exterior, embora dentro de um espaço coberto. Eram pequenas e com fracas condições de conforto e privacidade. O acesso a crianças com deficiência era problemático.

Cada docente tinha o seu espaço demarcado, não havendo hábitos de colaboração em momentos de leccionação. Em geral, cada turma trabalhava dentro dos seus limites de espaço e tempo instituídos.

<u>Ambiente de aprendizagem</u>

A sala de aula tinha as suas paredes e placares ocupados com decorações e cartazes colocados com o intuito de os alunos não esquecerem as matérias, ou de melhor as poderem recordar.

Um dos alunos tinha Necessidades Educativas Especiais e um outro beneficiava de apoio psicopedagógico.

Desta turma apenas dois alunos ficaram retidos no final do ano lectivo. Pareceu-nos existir uma relação bastante próxima entre a professora e os alunos. Estes mostravam bastante confiança e respeito em relação à sua presença e encaravam com apreço as suas sugestões.

Pelas impressões que recolhemos ao longo do nosso trabalho, a maioria dos alunos revelava pouco, ou nenhum desembaraço no uso do computador, nomeadamente na manipulação do rato e do teclado.

O espaço disponível para circulação na sala de aula era exíguo, e obrigava à deslocação das mesas para a passagem da cadeira de rodas. A sala tinha boa luz natural. A secretária da professora estava localizada junto ao quadro. O interior do edifício era aquecido por um aquecedor eléctrico (a óleo), mas não tinha qualquer sistema de frio. As janelas podiam abrir-se e abriam-se quando necessário.

Habitualmente, os alunos trabalhavam tanto colectivamente como em grupo. Os grupos estavam estabelecidos desde o início do ano e foram formados de modo a que todos eles tivessem "bons alunos" e "fracos alunos". As tarefas comunitárias estavam distribuídas rotativamente, sendo a turma bastante autónoma na observância destas regras.

As crianças eram bastante activas e aproveitavam intensamente o tempo que tinham no recreio, sem que se registasse qualquer clima de violência, nem exaltação significativas.

Uma boa parte do trabalho era baseada em manuais escolares.

Nesta turma, apenas sete alunos tinham computador em casa e destes, apenas três podiam aceder a ele sem restrições.

Quadro 1. Alunos com Computador e Respectiva Facilidade de Acesso

Alunos	*Grupo*	*Acesso*
Clara	Borboletas	Bom
Gabriel	Borboletas	Fraco
Albano	Dinossauros	Razoável
Zeferino	Jaguares	Fraco
Mauro	Jaguares	Bom
Maria	Jaguares	Fraco
Carmo	Marcianos	Bom

<u>Nível etário/ Desenvolvimento psicológico</u>

A idade dos alunos variava entre os 9 e 12 anos.

Segundo a professora da turma os alunos em geral, revelavam ainda uma certa “infantilidade nos comportamentos”. No entanto, segundo ela, foram-se tornando mais responsáveis e com maior maturidade;

Segundo a professora da turma, a idade mental do Filinto estava abaixo da sua idade cronológica;

<u>Meio económico, social e cultural</u>

A comunidade era conhecida como sendo pacífica e católica. Nas famílias em geral tanto o pai como a mãe trabalhavam.

Os pais da maioria dos alunos trabalhavam por conta de outrem, em actividades relacionadas com a indústria e serviços, embora houvesse também uma faixa menos expressiva de famílias dependentes da agricultura. Uma minoria trabalhava por conta própria. O agregado familiar da criança com NEE vivia com dificuldades económicas.

A maioria dos alunos da turma vivia com os pais.

Dois alunos tinham famílias mono parentais: um pela perda do pai e outro vivia com a tia, pelo facto dos pais terem problemas sociais.

Tratava-se de uma escola com pouca, ou nenhuma diversidade étnica e as crianças que a frequentavam eram em geral crianças com experiências diversificadas: passeavam e algumas faziam férias fora.

A escola desde há alguns anos que se defrontava com problemas de insegurança. Os assaltos ocorriam com frequência durante a noite, apesar da existência de um sistema rudimentar de alarme que Associação de Pais tinha instalado.

<u>Justificação da nossa escolha</u>

A professora da turma era uma nossa colega com quem trabalhámos durante cinco anos e com quem tínhamos uma boa relação profissional. A docente é detentora de um curso de complemento de formação em área relacionada com o ensino da matemática e sabíamos que poderia interessar-se pelo nosso projecto, dado que temos dela a imagem de uma profissional bastante empenhada, impulsionadora da dinâmica escolar e aberta à inovação. Bogdan & Biklen (1994) alertaram-nos para os receios e incómodos que muitas vezes os professores sentem quando lhes é proposto que participem com os seus alunos em trabalhos de investigação, e por isso essa relação profissional que mantínhamos com a professora e a confiança que sabíamos que depositava em nós, foi de facto determinante na nossa escolha.

> Enquanto que muitos professores acham os observadores não perturbadores e um elemento adicional interessante para a sua aula, outros sugerem que pode ser desgastante ter constantemente alguém a observa-los. Se a sensação de estar dentro de um aquário pode ser difícil para alguns professores, então a sensação de se ser o tema de uma discussão universitária intensifica muito mais esse desconforto. (p. 129)

Para além disso, tivemos recentemente uma experiência de cinco anos de docência numa outra escola da mesma freguesia, o que nos permitiu conhecer já um pouco da realidade local.

Foi também nossa intenção escolher uma turma que tivesse ao seu dispor meios tecnológicos em quantidade semelhante à da maioria das turmas do 1.º Ciclo; ou seja: um único computador na sala de aula. Esta nossa opção teve em vista perceber até que ponto a dinâmica Construcionista se poderá desenvolver com os recursos[47] que as nossas escolas têm.

5.3.2. Estrutura de desenvolvimento do trabalho de campo

Realizaram-se 15 sessões ao longo de quatro meses consecutivos. Cada uma delas durou aproximadamente 90 minutos e ocorreram na sua maioria após o intervalo – entre as 11.15h e as 12.45h.

Quadro 2. Estrutura de Desenvolvimento da Intervenção

Datas	*Sessões*	*Fase*	*Intervenientes*	*Actividade*
De 16 /3 a 26/4	1.ª - 4.ª	1. Exploração livre do Logo	• Turma • Professora da turma • Nós	• Traçagem de diversos gráficos de livre escolha

[47] Não queremos com isto afirmar que a implementação do Logo na escola se terá que limitar a estes recursos. Para além de acreditarmos que é possível fazer melhor, com mais recursos, queremos também perceber o que é possível fazer com aqueles que já temos.

Datas	*Sessões*	*Fase*	*Intervenientes*	*Actividade*
3/4	5.ª	2. Inclusão do Filinto/definição do objectivo comum	• Turma • Professora da turma • Docente da Educ. Esp. • Nós	• Adaptação do teclado do computador portátil às necessidades do Filinto • Escolha democrática de um projecto gráfico comum – Ponte da Lagoncinha • Elaboração de um artigo para o Jornal do agrupamento de escolas[a]
De 4 /5 a 2/6	6.ª - 12.ª	3. Trabalho em torno do objectivo comum	• Turma • Professora da turma • Docente da Educ. Esp. • Nós	• Pesquisa histórica • Finalização do artigo para o Jornal • Visita à ponte • Desenho/pintura em aguarelas[a]
De 7/6 a 14/6	13.ª - 14.ª	4. Articulação do trabalho dos diferentes grupos	• Professora da turma • Grupo finalizador • Nós	• Construção do procedimento "ponte" articulando os subprocedimentos elaborados pelos diferentes grupos
17/6	15.ª	5. A "obra"	• Turma • Professora da turma • Nós	• Aplicação da "obra" na parede do átrio da escola • Reflexão/avaliação

[a] Não estivemos presentes nesta actividade.

No nosso trabalho de campo fizemos um percurso onde tivemos que tomar várias decisões quer como investigador(es), quer como professor(es). No primeiro caso fizemo-lo de forma mais autónoma, mas no segundo, elas foram em geral resultado de reflexões conjuntas com os alunos e a professora da turma. Na secção seguinte procuramos identificar e justificar esquematicamente esses momentos de decisão que tomámos enquanto professor(es).

5.3.3. Síntese dos momentos de tomada de decisão

Segue-se um resumo esquemático do percurso dos alunos, focalizado nos momentos de tomada de decisão e sua justificação. Trata-se de momentos em que decidimos parar para avaliar até que ponto o nosso esforço convergia para os objectivos assumidos por todos e para tomar decisões consequentes com essa avaliação. Fizemo-lo sempre com os alunos (e professora da turma) e não sobre os alunos. Para uma análise mais pormenorizada recomendamos a leitura das notas de campo (anexo 3).

Quadro 3. Síntese dos Momentos de Tomada de Decisão

Fase	*Actividade*	*Justificação*
1. Exploração livre do Logo	• Traçagem de diversos gráficos de livre escolha	Optámos por apresentar o Logo desta forma porque de acordo com a sua filosofia não há requisitos para a criança poder brincar com a tartaruga. A ausência de regras dá liberdade à criança para construir e reconstruir as suas expectativas relativamente ao logo. Por sua vez, a consciência que ela adquire de que esse exercício lhe dá poder acrescido, tende a motiva-la para novas explorações.
2. Inclusão do Filinto e definição do objectivo comum	• Adaptação do teclado do computador portátil às necessidades do Filinto (recurso aos procedimentos) • Escolha democrática de um projecto gráfico comum – A Ponte da Lagoncinha	Embora as crianças estivessem motivadas para continuar a explorar o Logo, decidimos propor a convergência de esforços no sentido de permitir a inclusão do Filinto no trabalho com o Logo. Fizemo-lo porque considerámos que se vivia um clima de pouca cooperação e ao mesmo tempo vimos na tarefa de adaptação do teclado do portátil uma boa oportunidade de as crianças aprenderem a utilizar procedimentos, aprendendo com o grupo dos Jaguares

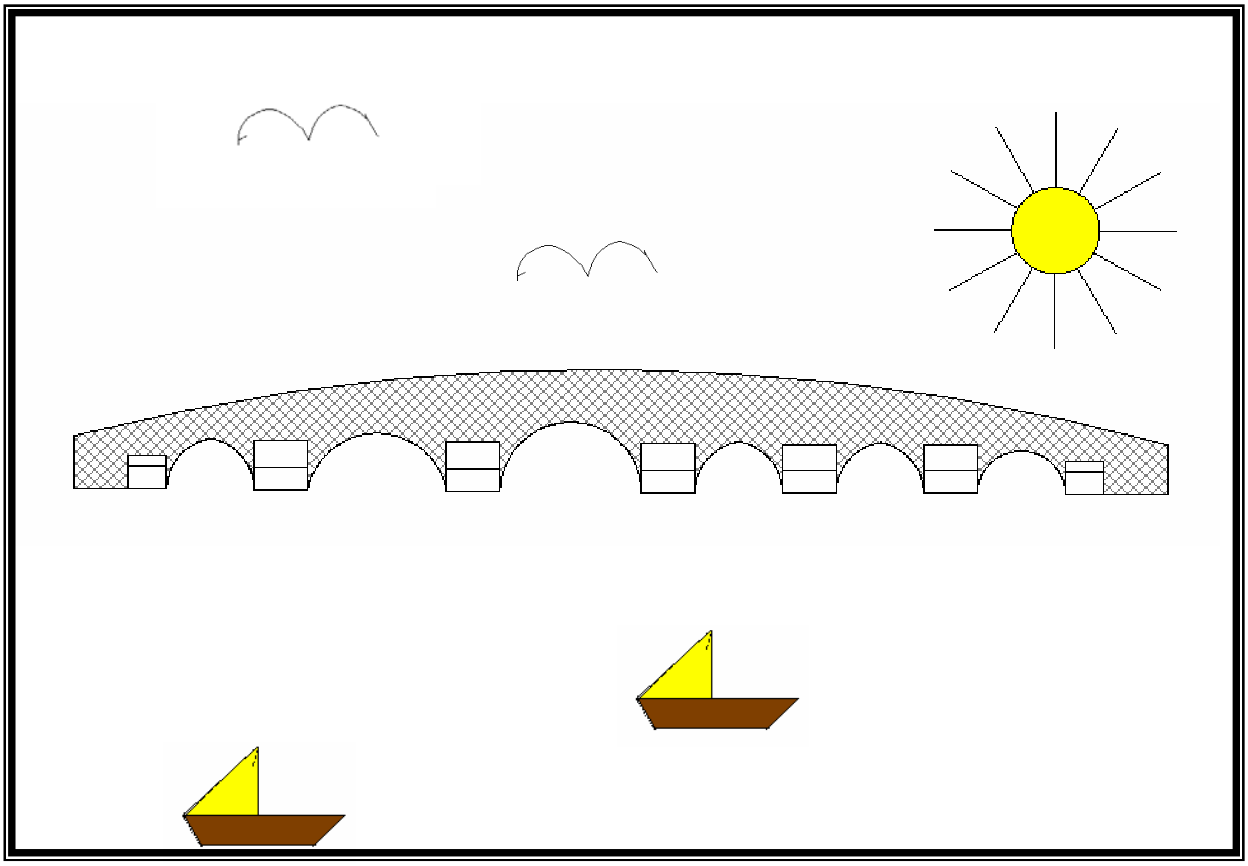
Fase	*Actividade*	*Justificação*
3. Trabalho em torno do objectivo comum	• Pesquisa histórica • Artigo de Jornal • Visita ao Local • Desenho/pintura em aguarelas	Uma vez que o Filinto já estava a trabalhar no Logo, entendemos que o nosso esforço deveria continuar a convergir para que não voltássemos ao clima que nos pareceu pouco produtivo vivido na primeira fase. Então propusemos à turma que delineássemos um projecto comum e escolha recaiu sobre a Ponte da Lagoncinha. A turma distribuiu diferentes tarefas pelos seus grupos.
4. Articulação do trabalho dos diferentes grupos	• Elaboração do procedimento "ponte" articulando os subprocedimentos elaborados pelos diferentes grupos e seu melhoramento sucessivo	Uma vez que já tínhamos as diferentes partes da ponte traduzidas em diferentes procedimentos, mas com dimensões que não permitiam que elas "encaixassem" umas nas outras, tínhamos que desenvolver um trabalho em que: ▪ garantíssemos que a ponte coubesse no écran e o "aproveitasse" o melhor possível; ▪ articulássemos as diferentes partes da ponte ajustando as suas dimensões e integrando-as num único procedimento. Se tivéssemos entregue esta tarefa a todos os grupos voltaríamos provavelmente a ter um clima de competição, porque neste caso, como as tarefas não eram diferentes, nem complementares, a tendência para os grupos se destacarem uns em relação aos outros estaria agravada. Dado que a tarefa seria a mesma em

		todos os grupos, as comparações entre os seus desempenhos seriam então mais susceptíveis. Então decidimos discutir abertamente este problema com os alunos e dessa discussão resultou a eleição democrática de um representante de cada grupo para integrar um grupo encarregue de finalizar o trabalho.
5. Produto Final	• Aplicação da "obra" na parede do pátio da escola • Reflexão/avaliação conjunta da experiência vivida	O grupo finalizador concluiu o trabalho recorrendo não só às diferentes partes da ponte que os grupos haviam já elaborado, mas também a outros gráficos desenvolvidos na fase de exploração, como foi o caso do sol raiado. O momento de apresentação do trabalho e sua aplicação numa moldura que ficou exposta no átrio da escola serviu para fazer um balanço conjunto de todo o processo e recolher algumas opiniões mais pessoais.

CAPÍTULO 6 – RESULTADOS

Neste capítulo apresentamos os resultados do trabalho de campo. Nele é contemplada a evolução do trabalho gráfico dos alunos e uma análise descritiva dos resultados.

Do trabalho matemático dos alunos resultou aquilo a que Papert (1988) chama – “a obra”:



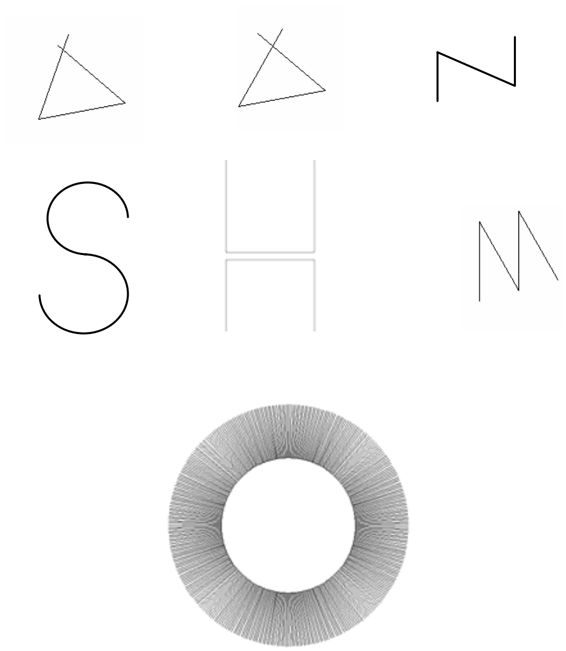
Esta representação da Ponte da Lagoncinha foi o resultado de um percurso rico em obstáculos, desafios e importantes tomadas de decisão. A descrição deste percurso contém pormenores de grande interesse. Contudo, dada a sua extensão, e para uma simplificação deste capítulo, optámos por organizá-la como anexo (anexo3).

Essa caminhada atravessou diferentes etapas, as quais tentamos resumir de seguida, com base em alguns gráficos que resultaram do trabalho dos alunos.

6.1. SÍNTESE DA EVOLUÇÃO DO TRABALHO DOS ALUNOS

Livre exploração do Logo

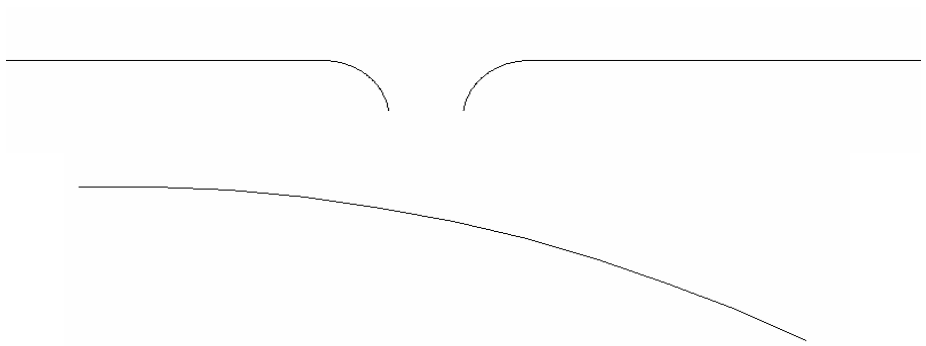
Os gráficos que se seguem obtiveram-se na fase inicial do trabalho de campo em que os grupos exploraram livremente as possibilidades do Logo:



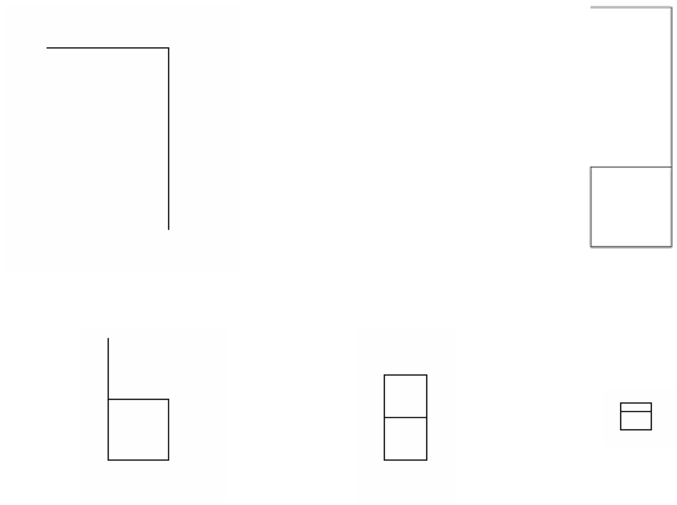
A Ponte da Lagoncinha

Os gráficos que se seguem dão conta do percurso da turma, numa fase em que esta tinha já definido o objectivo de desenhar a Ponte da Lagoncinha. Nesta fase, cada grupo dedicou-se a uma única parte da ponte:

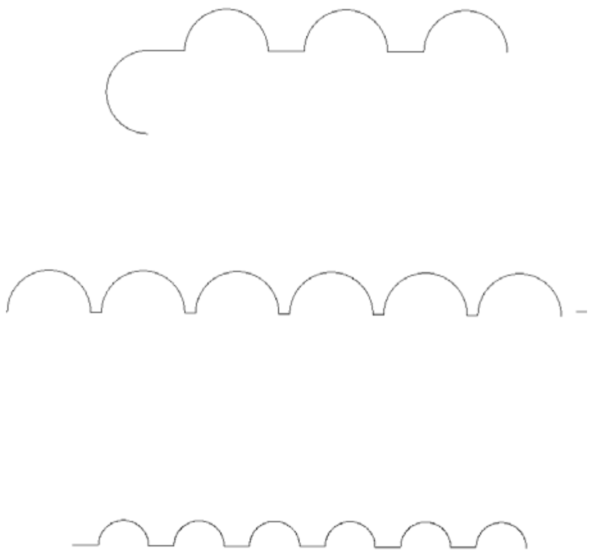
<u>Tabuleiro</u>



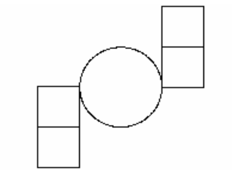
Contrafortes

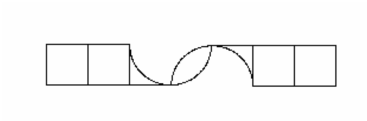


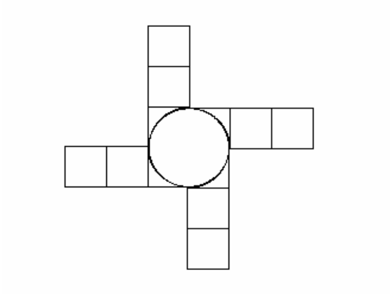
Arcos

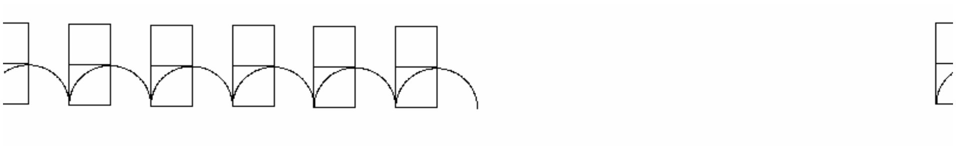


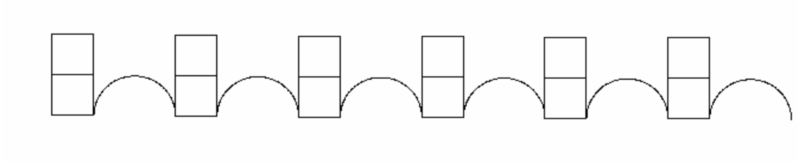
Arcos + Contrafortes



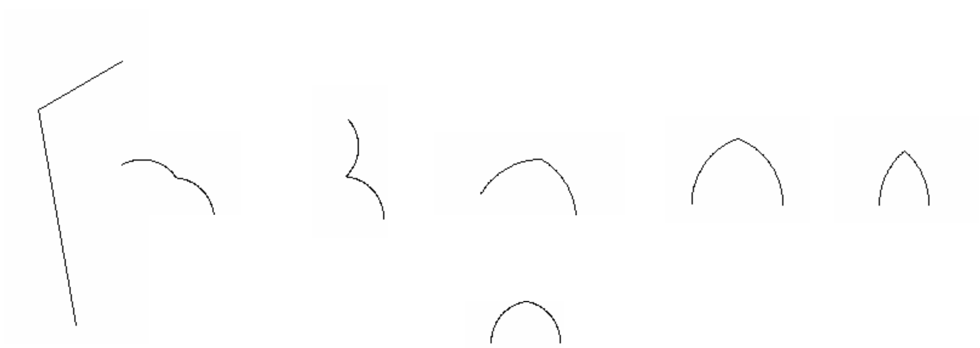






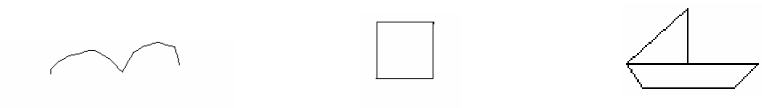


O Arco “Bicudo”

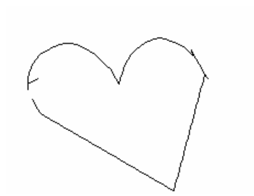


Arco 2

Gráficos do Filinto

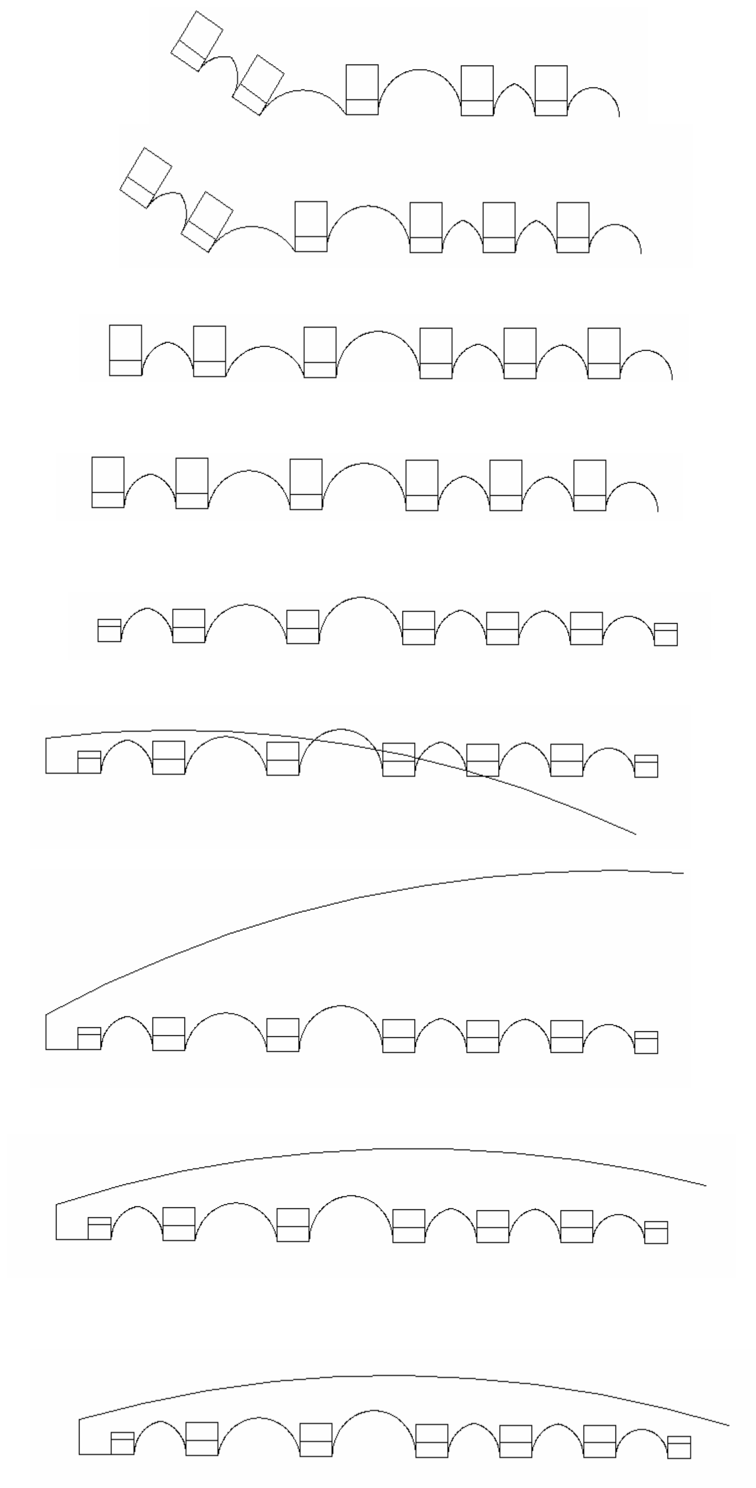


Um produto da colaboração entre os "Jaguares" e o Filinto

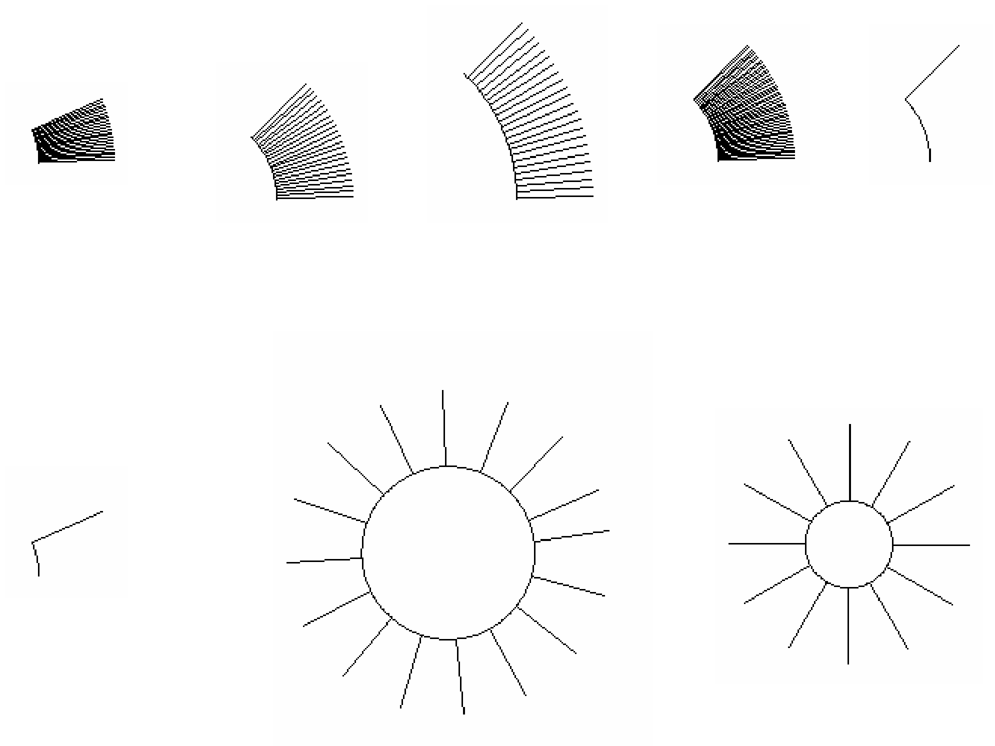


Primeiras tentativas de articulação

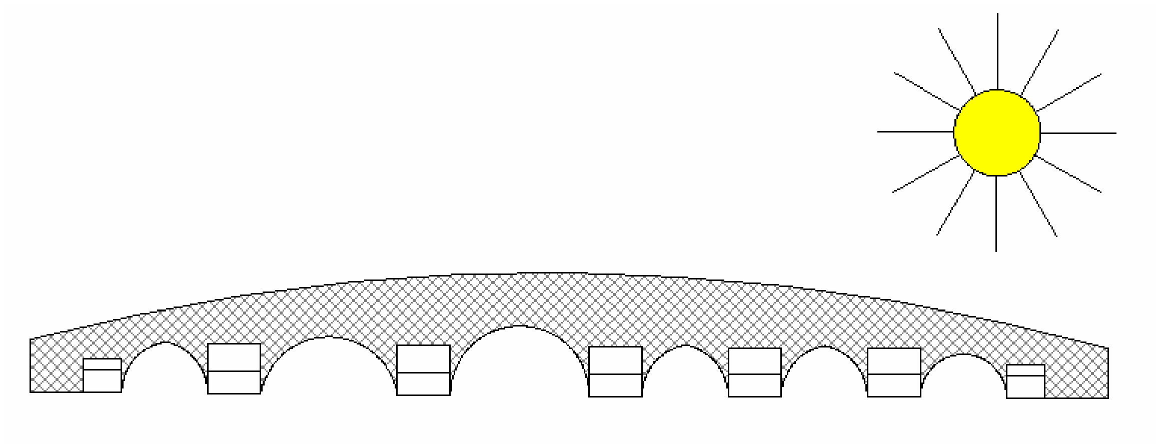
Nesta fase a turma começou a tentar articular as diferentes partes da ponte elaboradas por cada um dos grupos:



O Sol Raiado



Ponte + Sol



6.2. DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS

Da análise dos dados que recolhemos ao longo da intervenção, elaborámos uma descrição dos resultados obtidos. Esta está organizada de acordo com as categorias que consideramos relevantes para o estudo (inspiradas na sugestão de Bogdan & Biklen, 1994). Estas últimas, bem como a sua descrição apresentam-se de seguida (quadro 4.):

Quadro 4. Categorias de Codificação

Categorias de Codificação	*Descrição*
Currículo – Números e Operações	actividades que envolveram as quatro operações matemáticas básicas e o conceito de número
Currículo – Grandezas e Medida	actividades que envolveram grandezas e medida: estimativas, comparações e medições
Currículo – Espaço e Forma	actividades que envolveram conceitos espaciais e competências de organização espacial
Currículo – Resolução de Problemas	situações onde os alunos formularam objectivos não alcançáveis imediatamente e os perseguiram deliberadamente, ultrapassando obstáculos com recurso a “ferramentas” previamente adquiridas, ou adquiridas no contexto problemático, sem que estas fossem prescritas, ou recomendadas
Currículo – Outras áreas	actividades dos alunos que envolveram competências típicas de outras áreas curriculares

Categorias de Codificação	*Descrição*
Envolvimento	situações de participação espontânea dos alunos, da professora da turma, família e comunidade para além do tempo e do espaço da nossa intervenção, ou intenção futura nesse sentido
Interesse Relação social e Estrutura social	o interesse que os sujeitos revelaram pelas actividades inferido com base em comentários, escolhas, atitudes e padrões de relacionamento entre os sujeitos
Intervenção do professor/investigador	- nossas estratégias como professores, opções tomadas com influência no percurso, ou na filosofia da intervenção; - nossas reflexões e interpretações sobre situações concretas de trabalho dos alunos e das suas atitudes.

Segue-se uma descrição dos resultados obtidos segundo as categorias consideradas.

6.2.1. Currículo

Números e Numeração

Na maioria dos casos, a escolha dos parâmetros para as primitivas fez-se por:

- cálculo prévio;
- aproximações sucessivas.

Na sua opção pelo cálculo, os alunos desenvolveram diversas operações matemáticas para estimar os valores de diversos parâmetros das primitivas que utilizaram, como por exemplo, no caso das primeiras tentativas para desenhar os arcos da ponte (grupo dos *Marcianos* na 6.ª sessão);

Na opção pelas aproximações sucessivas, os alunos tiveram necessidade de relacionar números (inteiros e decimais) entre si, de modo a que cada nova estimativa tivesse por base o resultado obtido pelas estimativas anteriores. Mesmo por este caminho, os alunos tinham frequentemente que reflectir sobre outras implicações de alterações que faziam ao valor de certos parâmetros. Estas reflexões envolviam naturalmente operações matemáticas, como (foi o caso dos arcos cqc na 10.ª sessão) e meios auxiliares de cálculo (algoritmos).

Podemos destacar alguns itens do currículo que foram objecto de abordagem:

- estabelecer relações de ordem entre números;
- reconhecer múltiplos de um número natural;
- algoritmos de operações;
- composição de operadores numéricos;
- utilização da recta graduada.

<u>Grandezas e Medida</u>

Desde as primeiras sessões que as situações onde as crianças se viram confrontadas com a necessidade de fazer estimativas ocorreram com frequência (ex.: 3.ª sessão – traçagem da letra *N*).

As situações onde o trabalho das crianças envolveu competências de medição foram também frequentes e diversas, de entre as quais distinguimos dois tipos:

- situações onde os alunos recorreram à sua capacidade perceptual para avaliarem a extensão de uma nova grandeza: passo de tartaruga;
- situações onde os alunos utilizaram essa medida para fazer medições segundo processos diferentes:
- recurso à régua do Megalogo;
- recurso ao cálculo.

Apontámos um exemplo onde contextualizamos estes argumentos: a determinação do diâmetro dos arcos e da largura dos contrafortes de modo a que a ponte coubesse no écran. Trata-se de uma situação de medição mais complexa do que as que são suscitadas nos manuais escolares e, para além disso, é colocada ao contrário: envolve duas grandezas variáveis; uma relativamente à outra (porque se pode aumentar uma delas, desde que se reduza a outra) e uma terceira, rígida (largura do écran).

A situação está colocada ao contrário de uma medição comum porque o número de vezes que cada uma das grandezas pequenas se repete (iteração) já é conhecida.

Neste caso, o problema consiste em determinar o tamanho de cada uma das grandezas, uma em função da outra e destas duas em função da terceira (largura do écran).

Neste caso, as crianças utilizaram quer a régua do Megalogo, quer a estimativa de comprimentos cujos valores satisfizessem as condições da equação:

[(n arcos X m passos) + (k contrafortes X passos)] = largura do écran[48]

Ao longo de toda a intervenção não houve lugar a manipulação de grandezas estandardizadas como o metro, porque não desenhámos a ponte à escala. Caso o tivéssemos feito, essa opção isso seria naturalmente uma realidade. Mesmo assim, as crianças tiveram a oportunidade de relacionar grandezas (no caso em apreço foram três entre si) e trabalharam bastante com uma importante grandeza padronizada de outra espécie – amplitude angular.

<u>Forma e Espaço</u>

Não será difícil encontrar diversas situações onde as crianças para além de utilizarem estratégias do tipo visual/perceptiva seguiram também percursos do tipo analítico no seu envolvimento com conceitos de geometria. As crianças desenvolveram:

- manipulações (ao longo de toda a intervenção);
- explorações (principalmente nas primeiras sessões);
- construções (ao longo de toda a intervenção);
- transformações (ao longo de toda a intervenção);
- relações (principalmente na fase final);

Embora o trabalho gráfico desenvolvido se tenha limitado a duas dimensões, diversos itens prescritos no currículo foram contemplados, tais como:

- reconhecer ângulos em figuras geométricas planas;
- comparar amplitudes de ângulos e reconhecer o ângulo agudo recto e obtuso;
- desenhar frisos (primeira versão da ponte com os arcos todos iguais – 8.ª sessão);
- desenhar figuras simples (e complexas) com algumas regras.

---

48 Segundo Caraça (2002), medir é comparar duas grandezas da mesma espécie (neste exemplo: comprimento) determinando quantas vezes “uma cabe dentro da outra”.

Resolução de Problemas

Conforme se pode constatar nas notas de campo, o dia-a-dia era naturalmente preenchido de situações problemáticas que não eram na sua grande maioria propostas por nós, mas antes suscitadas pela própria actividade dos alunos, onde estes elaboravam conjecturas, testavam-nas e procuravam melhora-las, num processo cíclico.

Um outro aspecto a realçar é que a "qualidade" do produto da actividade matemática dos alunos não era em geral ajuizada pelo professor com referência a expectativas previamente fixadas por ele, ou pelos manuais; mas antes pelas próprias crianças. Eram elas quem decidia se as versões dos gráficos que conseguiam eram ou não satisfatórios. Portanto o que procuravam não era a "resposta certa", mas antes algo suficientemente próximo das suas expectativas, dos seus desejos e crenças sobre aquilo que julgavam possível e desejável alcançar.

Ocorreram diversas situações em que as crianças identificaram e criaram padrões repetitivos, nomeadamente em estruturas de programação (ex.: 3.ª sessão – tentativa para desenhar um sol raiado).

O trabalho dos alunos em Logo permitiu estabelecer com frequência uma relação de correspondência entre os padrões repetitivos da programação e os respectivos padrões repetitivos das acções da tartaruga (ex.: 8.ª sessão).

As técnicas a empregar na resolução de problemas não foram previamente "treinadas", nem as situações problemáticas se subordinaram a essas técnicas: ferramentas do Logo como os casos da repetição controlada e do recurso à modularidade (ex.: palavra *LOTUS,* com o grupo dos *Jaguares*) foram mostradas aos alunos quando vimos que lhes poderiam ser úteis. Sempre que isso aconteceu, a sua adesão foi efectiva e definitiva. Os seus primeiros contactos com elas não foram sessões de "treino estéril", mas antes, tentativas sucessivas de explorar e rentabilizar o seu poder.

O trabalho de resolução de problemas ocorreu em larga medida num contexto de trabalho colaborativo (apesar da tendência dos alunos competirem entre si a que fizemos já referência), onde nós próprios estivemos envolvidos como membros activos.

Foi notória a expectativa dos alunos em tornar relevante o seu trabalho matemático (e não matemático) no contexto social envolvente e até mais distante, (divulgação do trabalho pela televisão, por exemplo) e o resultado desse mesmo trabalho acabou por encontrar eco nas preocupações e anseios da comunidade (Ponte da Lagoncinha).

Outras áreas

As crianças fizeram pesquisas em textos, num artigo de jornal e na Internet (alguns alunos em casa), onde se debruçaram sobre a história da ponte, o que as levou a estabelecer relações com importantes factos da história local, nacional e mundial, como foi o caso das invasões francesas, e ainda a dominarem progressivamente alguma terminologia relacionada com a arquitectura das pontes romanas/medievais.

A turma redigiu um artigo para o jornal do agrupamento sobre o projecto, que na ocasião se encontrava ainda em fase de desenvolvimento.

A turma levou a cabo trabalhos de Expressão Plástica (aguarelas) sobre a Ponte da Lagoncinha.

Ocorreram diversas situações em que os alunos tiveram que se organizar colectivamente para fazer escolhas e tomar decisões; para nomear os seus representantes, para prestar ajuda ao seu colega com Necessidades Educativas Especiais, para avaliar continuamente o sucesso do trabalho colectivo e ainda para discutir e adoptar estratégias susceptíveis de os aproximarem mais dos seus objectivos.

É de notar que no momento de escolha dos seus representantes, a turma fez naturalmente um balanço do empenho e da competência de alunos candidatos. Este foi um momento favorável ao exercício de auto e heteroavaliação e que surgiu de forma espontânea.

O trabalho dos alunos envolveu o recurso a ferramentas como o processador de texto, a Internet, a utilização de disquetes e também o desenvolvimento de tarefas como a transferência de imagens (e sua formatação) do Logo para o processador de texto e outros procedimentos habitualmente importantes no domínio da tecnologia digital.

6.2.2. Envolvimento

Em casa

As crianças não só manifestaram interesse pelas actividades em Logo na escola, como também por desenvolve-las em casa[49]. Esse interesse levou-as a desenvolver por sua iniciativa não só actividades de programação em Logo, como também algumas pesquisas na Internet (ex.: Severiana na 10.ª sessão) que vinham de encontro aos objectivos formulados na escola.

[49] Referimo-nos àquelas que tinham computador em casa.

As crianças que tinham acesso a computadores e à Internet em casa manifestavam motivação para trazer para a escola o resultado dos seus esforços extra-escolares e fazer com que eles contribuíssem para objectivos comuns.

Registámos casos de alunos que revelavam ter dificuldade em aceder ao computador em casa, alegando que habitualmente o acesso lhes estava vedado. Nesses casos parece ter havido alguma tensão familiar no início. No decurso da intervenção, essas famílias passaram a colaborar espontaneamente. As crianças tendiam a envolver os seus familiares na sua dinâmica escolar, comunicando as suas vivências, mostrando-lhes as potencialidades do Logo e conseguindo em alguns, casos a sua participação.

<u>Na escola</u>

No dia-a-dia escolar, (e a pesar da professora se debater com constrangimentos de tempo face à proximidade do termo do ano lectivo) a turma envolveu-se em actividades relacionadas com o nosso projecto, elaborando um artigo para o jornal do agrupamento, fazendo pesquisa histórica e trabalhos de desenho e pintura em aguarelas.

Os alunos preocupavam-se em colaborar diariamente na montagem/desmontagem e transporte do equipamento de trabalho e de recolha de imagem, mostrando curiosidade sobre o seu funcionamento, apesar de muitas vezes isso implicar algum atraso na sua saída.

Os alunos manifestaram vontade de continuar com este tipo de trabalho no ano seguinte caso isso fosse viável.

O voluntarismo dos alunos para tarefas como ajudar a criança com NEE a trabalhar com o Logo foi notório e promissor.

<u>Da professora da turma/escola/comunidade</u>

A professora da turma colaborou voluntariamente com entusiasmo crescente:

Mostrava-se expectante e cautelosa no início: preocupada em proteger os recursos tecnológicos dos assaltos do que em facilitar o seu acesso no dia-a-dia.

Na fase final revelou-se mais confiante e mais arrojada. Apesar dos riscos, e das recomendações de superiores hierárquicos, passou a privilegiar a disponibilidade do computador em detrimento da segurança, mesmo depois da escola ter sido assaltada também no decurso da nossa intervenção[50].

Seguem-se algumas atitudes da professora que registámos:

- Fez questão de fazer chegar o nosso trabalho até ao jornal do agrupamento;
- Fez questão de ficar para si com uma cópia do Megalogo;
- Aceitou elaborar por escrito uma série de impressões sobre a nossa intervenção;
- Evocava as sessões de Logo como exemplos de persistência, junto dos seus alunos, como forma de os motivar para outras actividades do dia-a-dia, alegando-nos que resultava;
- Confessou no seu testemunho que esta experiência foi um bom contributo para a reflexão sobre as suas práticas.

O Conselho Executivo do agrupamento de escolas mostrou-se sensível à nossa pretensão de visitar a Ponte, dispensando-nos de cumprir as formalidades previstas no regulamento interno.

A junta de freguesia disponibilizou transporte gratuito e atempado para a nossa visita.

6.2.3. Interesse, relação social e estrutura social

Agrupamos as duas categorias, porque tal como defende Chacón (2002) os significados que os sujeitos atribuem às suas acções e às dos outros são condicionados pela sua estruturação da realidade social. O retrato das relações entre os sujeitos podem-nos ajudar a fazer algumas suposições sobre algumas crenças dos alunos que poderão ter tido um papel importante no significado que os sujeitos atribuíram às suas experiências e às dos outros.

Era notória a preocupação dos professores da escola em respeitar os preceitos do regulamento interno do agrupamento, bem como as indicações dos superiores hierárquicos da comunidade escolar.

[50] Apesar de terem tido todas as possibilidades de levar o "nosso computador" os larápios preferiram tentar abrir a sala onde se concentravam os principais recursos da escola, mas a porta blindada, gorou-lhes as expectativas.

Inicialmente algumas crianças pareciam olhar o computador como um interlocutor capaz de captar para além do significado literal das instruções que lhe são dadas, crença essa que rapidamente se desfez nas primeiras manipulações da tartaruga.

De início, os alunos pareciam não se sentirem muito confortáveis com a liberdade que lhes foi dada de escolherem os seus próprios objectivos mais imediatos, de tal forma que tinham alguma dificuldade em definir o que queriam e quando o faziam eram muitas vezes influenciados pelas escolhas que outros grupos haviam já feito. Os grupos manifestavam-se ansiosos quando verificavam que alguns gráficos que tinham tentado desenhar tinham sido já conseguidos por outros e houve pelo menos um caso em que um grupo manifestou essa preocupação, mas de forma disfarçada, enquanto outros o faziam de forma mais assumida.

Quando por negociação, se encontravam boas soluções, os alunos/grupos que mais (ou melhor) tinham contribuído tendiam a reivindicar a autoria das melhores sugestões/soluções e disputavam por vezes tarefas de maior protagonismo. Registámos alguns casos de alunos que se alienaram da dinâmica do grupo por rivalidades com os seus pares.

A disposição da turma em geral para ajudar o colega com NEE era boa e por parte do grupo a que pertencia, também.

O tipo de hierarquia entre os elementos de cada grupo foi segundo a professora da turma sensivelmente o mesmo que desde sempre caracterizava cada um deles, mesmo antes da nossa intervenção. Naturalmente, havia no seio de cada grupo alunos com maior protagonismo do que outros. Os alunos com reconhecido (internamente) estatuto de decisor continuaram os mesmos e aqueles mais resignados a um papel passivo também.

Os grupos não se limitavam a trabalhar internamente. Sentiam-se frequentemente atraídos pelo trabalho dos outros grupos, embora nas primeiras sessões não o quisessem assumir, nem permitissem que outros consultassem o seu trabalho. Em geral, os alunos pareciam ambicionar intensamente o sucesso imediato, de uma forma simples, por processos mais imediatos. Acreditámos que a tendência para trazer de casa gráficos prontos que tinham tentado concluir na sessão só não terá sido mais generalizada no início porque apenas sete alunos tinham computador em casa e destes, apenas quatro tinham plena permissão para o utilizar.

Embora lhes pedíssemos insistentemente, os alunos resistiram durante algumas sessões a registar as suas conjecturas provisórias e pensamentos/cálculos auxiliares esperando alcançar versões mais "aceitáveis", ou definitivas para as registar. Nestas circunstâncias faziam-no com entusiasmo.

Ao longo das primeiras 12 sessões, nos momentos finais de cada uma delas, os alunos revelavam alguma impaciência, desmotivação e pouca disposição para reflectir.

Ao longo da nossa intervenção mudámos de estratégia com intenção de promover mais o trabalho colaborativo porque acreditávamos que o clima de competitividade que se fazia sentir seria o único responsável por este comportamento. No entanto, apenas na fase final em que o computador se tornou um recuso mais disponível aos alunos que observámos, vimos esta situação evoluir favoravelmente, de forma inequívoca. É certo que esse novo contexto não era diferente apenas porque o grupo finalizador tinha um computador por sua conta. Nós próprios estávamos mais próximos dos alunos, e não existiam outros grupos a desempenhar trabalho que rivalizasse com o deste. No entanto, algumas impressões que recolhemos ao longo de todas as sessões acabaram por apontar no sentido de que os grupos precisavam de maior proximidade com um computador:

- Os alunos faziam "fila de espera" para testar as suas conjecturas;
- Apesar de saberem que estariam a quebrar as "regras do jogo" procuravam sempre melhorar as suas conjecturas no computador, em vez de o fazerem na sua mesa de trabalho;
- Rivalizavam bastante uns com os outros (dentro do mesmo grupo) para assumir o "comando do teclado" na hora de testar qualquer conjectura;
- Permaneciam no computador mais tempo do que aquele que era necessário;
- Quando a criança com NEE saía mais cedo o seu portátil era de imediato solicitado;
- A dedicação que o grupo da criança com Necessidades Educativas Especiais revelava ter para com ela não nos pareceu que se devesse apenas ao sentimento de solidariedade para com ele (que existia também), mas também e em larga medida ao facto dessa criança ter à sua total disposição um computador portátil;
- Na fase final em que o grupo finalizador teve um computador permanentemente à sua disposição os alunos passavam naturalmente o "comando do teclado" aos colegas do grupo sem qualquer conflito;
- Na fase final o grupo em geral desenvolveu um trabalho que nos pareceu bastante mais reflexivo, ponderado e tranquilo do que aquele que os grupos em geral desenvolveram ao longo das outras sessões (salvo algumas excepções);

A turma esperava bastante do professor: a resposta certa, sugestões estratégicas, ou pelo menos alguma indicação. A crença de que o professor vinha para a escola sempre com "a lição estudada" pareceu-nos presente não só no início, como ao longo de todo o projecto. O entusiasmo com que partilhavam os seus sucessos connosco e com a professora da turma e as atitudes de gratidão que tinham para connosco no final de cada sessão, ilustram também de algum modo quão importante era para eles a figura do professor.

Algumas evidências que recolhemos não deixam grandes dúvidas de que esta experiência terá sido encarada pelas crianças como bastante positiva:

- As ferramentas Logo que fomos dando a conhecer eram definitiva e efectivamente adoptadas como ferramentas do dia-a-dia;
- Em situações em que os alunos congregavam esforços para democraticamente traçar projectos comuns à turma, o seu nível de envolvimento foi sempre elevado e as suas expectativas de sucesso eram em geral muito optimistas e até mesmo irreais. Os contributos e sugestões que davam para estas discussões eram em geral muito pessoais e alguns deles ter-se-ão tornado pessoalmente significativos em consequência da nossa intervenção (o caso do Filinto que sugeriu que a turma desenhasse um computador). No entanto, o optimismo dos alunos não nos pareceu que fosse completamente "despreocupado" relativamente às dificuldades. Preocupações quanto à viabilidade das escolhas também eram manifestadas pelos alunos (ex.: Simão – 8.ª sessão).

Outras evidências que recolhemos fazem-nos crer que a experiência teve importante significado para os alunos:

- Os alunos procuravam-nos para nos mostrar o trabalho que desenvolviam na nossa ausência;
- A satisfação das crianças nos momentos de sucesso era notória e por vezes até efusiva;
- Em muitas situações os grupos empreenderam esforços que os conduziram por percursos que envolveram trabalho de reflexão, elevado nível de persistência e apetência para melhorar;
- As mudanças de estratégia que sugerimos à turma foram bem sucedias no seu principal objectivo – promover o trabalho colaborativo. Em diversas situações os grupos passaram a colaborar entre si tendo iniciado essa colaboração

orientando os seus esforço em torno das necessidades especiais de um colega "diferente", o que nos pareceu ser um bom começo;

- Os trabalhos em aguarelas sobre a Ponte da Lagoncinha que os alunos elaboraram na nossa ausência evidenciam pormenores da arquitectura da ponte, reveladores de elevado envolvimento dos seus autores com aquele monumento;
- Quando pusemos em questão (por diversas vezes) a forma como os trabalhos estavam a ser conduzidos, as crianças teimavam em dar nota positiva, não dando grande importância aos aspectos menos positivos que apontávamos;
- A eleição dos alunos para a constituição do grupo finalizador teve contornos de algum dramatismo para os alunos preteridos;
- Os alunos manifestavam frequentemente vontade de mostrar à professora da turma a evolução do seu trabalho;
- Na montagem do cenário final que envolveu o desenho da Ponte da Lagoncinha, as crianças manifestaram forte empenho em recorrer a gráficos que tinham realizado, ou deixado pendentes em fases anteriores;
- O micromundo que permitia às crianças aumentar/diminuir o tamanho de circunferências parecia ser vivido de forma muito pessoal, e íntima pelas crianças: na 14.ª sessão (diâmetro do sol) vimo-nos confrontados com uma dificuldade dos alunos que na ocasião não compreendemos, nem aceitámos. Só em casa após alguma reflexão, compreendemos que o que exigíamos dos alunos era um alargamento (forçado) desse micromundo;
- O voluntarismo para tarefas era geral e permanente;
- A vontade de melhorar o trabalho esteve sempre presente, principalmente na recta final;
- Em alunos como o Zeferino, a professora da turma notou uma mudança de comportamento no sentido de uma maior disposição para colaborar;
- As impressões finais dos alunos foram francamente positivas e focalizadas em aspectos específicos. Dessas impressões destacamos duas, pelo significado que lhe atribuímos:
  - Aprendemos a fazer contas; fizemos experiências novas; trabalhámos em conjunto para conseguirmos... Simão;
  - O trabalho ajudou-nos a pensar, a conseguir e a não desistir. Clara.

- Nas impressões finais dos alunos estão expressas preocupações com factores que condicionaram a sua aprendizagem como foi o caso da disponibilidade de computadores. Estes referiram-se aos aspectos positivos e negativos da disponibilidade total, porque este foi também um tema de discussão na sala de aula ao longo das sessões;
- Vários alunos demonstravam gratidão pelo nosso empenho, fazendo quase sempre questão de se despedirem pessoalmente de nós no final de cada sessão, colaborando no transporte e acondicionamento do material;
- Nos momentos finais das sessões e apesar do adiantado da hora, os grupos insistiam quase sempre connosco para que lhes fosse permitido testar uma última conjectura.

6.2.4. Intervenção do professor/investigador

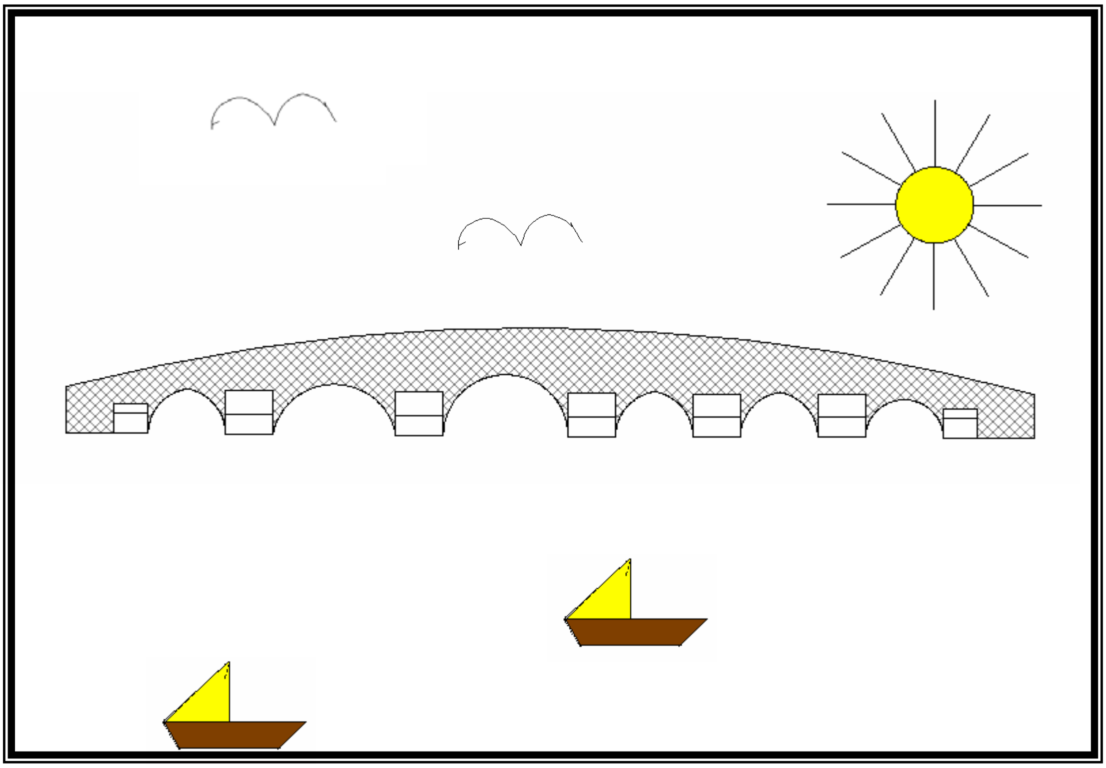
O nosso papel de "professor Construcionista" não foi plenamente assumido nas primeiras sessões. O desconforto que a assunção desse papel implica para um docente como nós que na prática, ainda não partilhávamos totalmente esta perspectiva de ensino conduziu a atitudes que mais tarde reconhecemos como pouco adequadas ao espírito Logo. A excessiva preocupação em não errar, alguma tendência para antecipar o trabalho dos alunos, a desconfiança com que vimos o aparente "clima de desordem" vivido na sala de aula no início, desviaram-nos um pouco do papel que queríamos assumir e causaram-nos algum desconforto que importa sublinhar.

Ao longo de todo o percurso foram diversas as situações em que tivemos que tomar decisões importantes em tempo útil, como a de envolver os alunos em discussões que nos pareciam importantes para todos. Não seguimos nenhuma sequência de actividades "cega" ao contexto ou apontada no manual escolar. As nossas preocupações foram sempre suscitadas localmente pelas circunstâncias, tal como as percebíamos e as nossas decisões não foram feitas sobre os alunos, mas tomadas com os alunos.

Em 12 das 15 sessões temos registos que documentam diversas reflexões no sentido de interpretar o trabalho dos alunos, encontrar causas subjacentes às suas acções, identificar atitudes e estados emocionais associados. Em muitas situações esse tipo de trabalho reflexivo ocorreu posteriormente à sessão, mas em muitas outras, teve lugar ao longo das sessões dada a nossa intenção de acompanhar os alunos quer nas suas descobertas mais pessoais, quer nas diferentes etapas dos percursos colectivamente assumidos. Confrontámo-nos algumas vezes com dificuldades, para as quais não tínhamos resposta imediata, mesmo que a quiséssemos e cometemos erros, tal como eles. Os obstáculos iam sendo ultrapassadas, tendo como protagonistas geralmente os alunos, mas também numa ou noutra ocasião, nós próprios.

Tivemos que pesquisar sobre uma parte importante da história e do património da localidade e não obtivemos êxito total nas primeiras tentativas, mas persistimos e demos conta aos alunos da nossa evolução, assumindo com naturalidade a necessidade de rever e melhorar o trabalho em função dos nossos últimos esforços desenvolvidos fora da escola. A nossa atitude não era a de uma inquestionável confiança naquilo que já conhecíamos, mas antes naquilo que acreditávamos que poderíamos aprender com os alunos. Por exemplo: em momentos como aquele que ocorreu na 9.ª sessão em que o Simão mostrava receio face às exigências do desafio, não nos mostrámos seguros do sucesso, mas antes confiantes no trabalho colaborativo.

A tomada de decisões sobre o percurso da turma não foi um trabalho nosso, solitário, onde decidimos sozinhos. Reflexões importantes sobre o clima de competição que em alguns momentos se viveram, bem como a questão da disponibilidade de computadores tiveram lugar em contexto de grande grupo onde as opiniões de cada um eram importantes e consequentes.



Como podemos constatar ao longo deste capítulo, a “obra” é mais do que o produto de um trabalho matemático. Ela encerra em si a história de um grupo de pessoas que abraçou um projecto e lutou por ele, vivendo momentos (alguns, intensos) de entusiasmo, de desânimo, de inconformismo e de coesão. A “obra” mostra-nos que as crianças foram capazes de se mobilizar em função de necessidades e desejos locais; e ao caminharem nesse sentido cruzaram-se muitas vezes com importantes aprendizagens que o currículo prescreve, solicitaram capacidades e atitudes de aprendizagem do seu professor e viveram um modelo de aprendizagem, sinuoso, problemático, desafiador e orientado para as suas necessidades e desejos: é esta a visão da matemática que Caraça (2002) perfilha e que Papert (1988) defende para a matemática escolar.

CAPÍTULO 7 – DISCUSSÃO

Na introdução deste trabalho colocámos três questões, de encontro às quais este trabalho se orientou. Vamos agora procurar dar-lhes resposta, com base na nossa perspectiva daquilo que foi o trabalho de campo.

7.1. Contributo do Logo para a relevância da matemática escolar

A primeira questão referia-se a um eventual contributo do Logo no sentido de tornar a matemática escolar mais relevante para os alunos e comunidade envolvente.

Relativamente à relevância da matemática escolar para a comunidade envolvente temos a considerar que o nível de interesse e de envolvimento por parte dos alunos levou-os a transportar para fora da escola muitas vivências relacionadas com o projecto que desenvolveram. Isso fez com que as famílias se interessassem pelo trabalho escolar. No entanto, a participação activa por parte de familiares na actividade de programação, apenas se tornou evidente em casos de famílias que utilizavam o computador em casa. Isto tornou pouco representativas as evidências que nos dão conta do envolvimento das famílias no trabalho de programação. Estas evidências não passam de bons indicadores: se este projecto tivesse lugar num meio que vivesse uma cultura computacional, o envolvimento das famílias seria provavelmente elevado.

Confessamos que este resultado não nos surpreende. Uma das condições que Papert (1988) considera mais difíceis de alcançar para conseguir uma plena implementação da filosofia Logo nas escolas é precisamente a da relevância do trabalho escolar para as famílias e comunidade. Comparando os contextos escolares como aquele que nós procuramos criar, com as escolas de Samba,[51] Papert (1988) encontra diferenças fundamentais e uma delas será precisamente aquela que nos faltou:

> Os ambientes Logo são oásis mantidos artificialmente, onde as pessoas encontram conhecimento (matemático e matético) que foi separado da corrente principal da cultura circundante, e que, de certa maneira, se encontra até mesmo em oposição a valores expressados pela cultura circundante. (p. 215)

É por esta razão que Papert (1988) considera que o primeiro ambiente Logo do tipo escolar que um dia vier a surgir terá lugar num meio cultural que partilhe muitos dos interesses da cultura computacional:

> Estou certo de que uma "escola de samba computacional" pegará em algum lugar. Mas a primeira acontecerá quase certamente numa comunidade de um tipo particular, provavelmente com uma alta densidade de engenheiros de classe média. Isto permitirá à escola de samba computacional criar raízes culturais, mas deverá, naturalmente, também deixar suas marcas na cultura da escola de samba" (p. 217).

Provavelmente, ao ritmo a que os computadores "invadem" os lares (Benzie, 2003) e se vêm assumindo progressivamente como ferramentas do quotidiano, esta dificuldade de implementação do Logo poderá vir a ser ultrapassada em meios como aquele onde decorreu o nosso estudo.

Uma outra condição que Papert considera que falta aos ambientes Logo escolares prende-se com as circunstâncias que levam os seus protagonistas a encontrar-se para trabalhar segundo essa filosofia. Essa condição também nos faltou: embora as crianças manifestassem vontade de continuar reunidas em torno de projectos Logo, tiveram que abandonar esse desejo, porque os pressupostos que fizeram com que tivéssemos trabalhado em comum deixaram de existir no final do ano lectivo. Isto significa que uma maior estabilidade do corpo docente é condição essencial para alcançar a aproximação entre a cultura local e a escolar de que dá sentido à filosofia Logo.

Portanto, na nossa experiência, em que os alunos trabalharam em torno de um elemento do património histórico e cultura da comunidade, atraímos algumas famílias para o nosso trabalho não apenas pela via da programação, mas também pela ligação que esse trabalho permitiu estabelecer com interesses e preocupações da comunidade a que

---

[51] As escolas de samba são para Papert modelos de filosofia Logo.

elas pertencem. No entanto, como poucas famílias tinham o computador incorporado no quotidiano, essa atracção que poderia ter sido forte, limitou-se a um ou outro caso.

Face ao exposto, cremos que o prolongamento no tempo deste tipo de trabalho tenderia a atrair mais famílias para os computadores dadas as persistentes solicitações das próprias crianças junto das famílias nesse sentido. Cremos que a necessidade que elas tinham em comunicar as suas vivências escolares e de as prolongar para outros contextos acabaria por lançar sementes de cultura computacional à sua volta (tal como aconteceu enquanto estivemos com eles) fundamentais para atrair a maior parte das famílias.

Se o nosso trabalho de campo despertou mais interesse numas famílias do que noutras, em função da divergência de interesses delas relativamente a computadores, o mesmo já não podemos considerar relativamente aos alunos provenientes dessas famílias. As expectativas criadas por este modelo de aprendizagem terão estado na origem do seu interesse pelas actividades e do seu envolvimento, transportando consigo para outros contextos, as vivências desta sua nova experiência. A percepção de que é possível realizar trabalho relevante com um interlocutor que aprecia as teorias intuitivas e ajuda a melhora-las, terá estado na base da motivação manifestada pelos alunos para a actividade. Apontámos apenas um exemplo da relevância que esta experiência terá tido para o Filinto:

Na 5.ª sessão (anexo 3) a turma discutia sobre que gráfico se iria debruçar a partir daquele dia e a sugestão dele foi esclarecedora: - *um computador e um camião!*

Esta ideia de "um computador a desenhar-se a si próprio" era claramente uma mensagem reveladora de que o computador que lhe foi disponibilizado era para ele o trampolim que finalmente, encontrou para transpor a barreira que o separava dos seus colegas.

Há uma outra reflexão que fizemos e que queremos partilhar com o leitor. Ela prende-se com as motivações que terão levado os alunos a escolher a Ponte da Lagoncinha em detrimento de outras opções de trabalho consideradas. Não rejeitamos a hipótese de que a escolha da turma pudesse ter sido anteriormente influenciada pela professora, mas se isso aconteceu terá sido no sentido de discutir a opção a adoptar e não aquela a preterir. Além disso, o processo de escolha democrática decorreu sem interferências de relevo relativamente às opções que cada grupo fez. Desse escrutínio, surgiu um resultado que, mais tarde, nos veio a intrigar:

Quadro 5. Os Resultados da Escolha de um Objectivo Comum

Hipóteses	*Adeptos*
Paço dos Duques de Bragança	4
Castelo de Guimarães	4
Um Ferrari	5
Ponte da Lagoncinha	6
O edifício da escola	0

Que significado teria para estas crianças o edifício da escola, quando comparado com um Ferrari, ou com a Ponte da Lagoncinha? Não queremos com esta questão insinuar que estas crianças não gostavam da escola! O que este resultado nos suscita é a ideia de que Papert terá razão em afirmar que as crianças esperam ansiosamente que o seu trabalho escolar se projecte sobre o mundo que as rodeia. Elas não se contentam com o incentivo que a matemática lhes possa prometer dentro das paredes da escola. Papert (1988) sugere-nos que a função social da matemática terá que encontrar na escola condições para se afirmar.

7.2. O ambiente Logo como contexto de reflexão dos professores sobre as suas concepções

A segunda questão que colocámos foi: *Como poderá a implementação da filosofia Logo ajudar os professores a questionar importantes concepções sobre a matemática e o seu ensino?*

Relativamente a esta questão, considerámos que a experiência que vivemos como professores nos fez acreditar que a integração activa de docentes em ambientes Logo, poderá ser um bom caminho para que questionem seriamente algumas das suas concepções que atrás indicámos como contraproducentes (secção 2.2.). A imagem que o Logo permite estruturar do processo de aprendizagem da matemática, aproxima-se da que os matemáticos sustentam, nos seus aspectos prático e social.

Não queremos com isto afirmar que este é um caminho fácil: o facto de passarmos a acreditar nos princípios da filosofia Logo não significa que tivéssemos agido sempre de acordo com os seus princípios. Não foi fácil abandonar permanentemente algumas marcas do legado de 16 anos de experiência docente, apenas porque reflectimos sobre a tese de Papert e nela encontrámos importantes princípios dos quais comungamos: o "desconforto" que inicialmente sentimos ao assumir um papel de alguém que procurava romper com algumas concepções mais enraizadas, levou-nos no nosso esforço natural de nos adaptarmos à nova situação, a reflexões e conclusões que nos levaram a uma luta que já vencemos ao nível da consciência, mas ainda não no plano prático, mas para a qual estamos já determinados.

A nossa experiência mostrou-nos que o simples facto de serem os alunos a escolherem o caminho a seguir, pode por si só, mudar tudo do que se passa daí em diante: as "receitas" preconcebidas[52] pouco, ou nada nos valeriam na maioria das situações com que nos confrontávamos. Ou nos envolvíamos realmente no trabalho dos alunos, procurando perceber a estrutura matemática implicada e a evolução do seu trabalho, ou não podíamos responder cabalmente às suas solicitações. Tivemos que "pensar alto" com eles em vez de trazer de casa a "resposta certa". No acompanhamento do trabalho dos alunos a nossa tarefa não era de verificar se eles vinham ou não de encontro ao que propusemos, ao que está no livro, ou à resposta certa. O nosso desafio era incomparavelmente maior! Tínhamos que nos colocar no lugar deles, perceber as suas perspectivas e encarar os seus desafios da mesma forma como eles o faziam e procurar "armas", tal como eles procuravam. Mesmo que quiséssemos transmitir aos alunos a ideia de que tínhamos "tudo sob controlo", não podíamos, porque honesta e saudavelmente, nem sempre a tínhamos. A única atitude que podíamos mostrar era também aquela que queríamos ver neles: a de inconformismo de persistência, de luta e de congratulação com o fruto de um trabalho partilhado.

Aquele tipo de decisões que habitualmente olhávamos como exclusivamente de professores, tal como definir o tipo de organização do trabalho e as mudanças de estratégia, foram debatidas e partilhadas por todos. O que vimos, foi que as crianças são também capazes de pensar como os professores pensam quando tomam decisões sobre a sua turma. É importante que se acabem muitas das barreiras que impedem que os professores dialoguem com os alunos sobre aquilo que é mais importante para estes últimos. É por este caminho que se aproximam ambos os lados e se combate o discurso de muitos professores em relação aos seus alunos, (centrados nas suas limitações).

[52] Manuais escolares, a matemática dos livros ou de registos informáticos

A mudança da atitude da professora da turma ao longo da intervenção no sentido de criar progressivamente mais e melhores condições para a realização das actividades, assumindo para tal riscos importantes (roubo de material informático e impossibilidade de atingir as suas metas de trabalho antes do final do ano lectivo), foi para nós um bom indicador de que terá questionado as suas práticas[53]. O facto de ter correspondido positivamente ao nosso apelo no sentido de nos dar o seu testemunho (anexo 2) é também revelador de que a experiência que viveu terá sido importante.

Apesar de Papert considerar (e bem na nossa perspectiva) que é preciso mudar quase tudo ao nível cultural, não só dos professores, como dos especialistas das disciplinas e da sociedade em geral, a verdade é que tal mudança não se alcança de um dia para o outro, nem fazendo "tábua rasa" daquilo que são as referências em que as pessoas acreditam e sem as quais se acham desorientadas.

Os professores também foram crianças e são pessoas como todas as outras, que procuraram desde sempre construir uma visão do mundo que desse sentido às suas vidas. Se o nosso objectivo é o de mudar o ensino, precisamos de envolver os professores. Nessa mudança inclui-se também a reflexão dos professores sobre as suas crenças, através de práticas renovadas. Nessa renovação de práticas não lhes podemos pedir que fechem completamente os olhos às suas referências vitais, das quais faz parte o currículo tal e qual o vêem. Se queremos motiva-los para uma nova concepção da matemática e do seu ensino, temos de início, que lhes mostrar que a nossa sugestão não põe em causa o seu dever profissional de "trabalhar para o currículo", tal como o vêem. Só assim os professores conseguirão aventurar-se por um caminho que lhes é desconhecido, onde no início, sentirão um importante desconforto e alguma sensação de dever não cumprido. Confessamos que isso aconteceu connosco, algumas vezes.

É urgente implementar políticas educativas que devolvam aos manuais escolares a condição de um mero recurso didáctico como um dicionário, um calendário, ou um livro de consulta. A obsessão de conceber manuais escolares atractivos para os professores, significa hoje oferecer modelos de aprendizagem programada que dispensam o professor da essência do seu trabalho, concedendo-lhe em troca um dia-a-dia livre para outras preocupações e interesses. Convencer os professores que a dedicação à essência do seu

---

[53] Esta conclusão é sustentada também pelo seu testemunho escrito (anexo 2).

trabalho pode ser verdadeiramente gratificante é o grande desafio que cabe a todos: aos próprios professores, aos decisores e à sociedade em geral[54].

7.3. Compatibilidade entre o Logo e o currículo

A terceira questão que colocámos foi: *Como poderá a implementação da filosofia Logo atender às finalidades do Currículo Nacional?*

Os resultados não nos reservam dúvidas de que em apenas 15 sessões de 90 minutos (aproximadamente) não só diversos itens importantes do programa de matemática foram contemplados, mas também outros igualmente importantes de áreas como as de Educação para a Cidadania, Língua Portuguesa e Expressão Plástica. Isto leva-nos a aceitar a hipótese de que a Filosofia Logo poderá contribuir para as expectativas de quem vê o currículo como um conjunto de matérias.

Menos dúvidas temos ainda relativamente à confirmação da hipótese de que com o Logo se pode construir um currículo local com importantes conexões com referências curriculares nacionais, como as que temos. As aprendizagens matemáticas e outras que o currículo prescreve foram contempladas de forma integrada e contextualizada, o que de acordo com a *Organização Curricular e Programas do Ensino Básico* (Ministério da Educação, 2004), este é o terceiro de um conjunto dos seus nove princípios orientadores (p. 17).

No mesmo sentido, também o *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais* preconiza um modelo de ensino de aprendizagens contextualizadas e articuladas entre si:

> O modo como a competência matemática está caracterizada...procura evidenciar que se trata de promover o desenvolvimento integrado de conhecimentos, capacidades e atitudes e não de adicionar capacidades de resolução de problemas, raciocínio e comunicação e atitudes favoráveis à actividade matemática a um currículo baseado em conhecimentos isolados e técnicas de cálculo. (p. 58)

De facto, a experiência das "nossas" crianças englobou diversos tipos de aprendizagens independentemente do seu território (ciências, artes, letras, etc.) em processos que não colocavam qualquer tipo de barreira entre elas.

---

54 Pouco adianta os professores mudarem o seu modelo de avaliação se as famílias e os decisores não se identificarem com nessa mudança.

O dia-a-dia foi rico em situações problemáticas que implicaram diversos processos de raciocínio e competências de comunicação de ideias matemáticas, sem as quais não seria possível o trabalho de programação em Logo: não nos referimos apenas ao trabalho de descrever as acções da tartaruga em linguagem Logo, mas também às discussões havidas em grupo e ao nível da turma relacionadas com o planeamento e desenvolvimento do trabalho.

Mas, mesmo assim, não podemos afirmar que qualquer docente reconheça que as “nossas” crianças estiveram a aprender matemática. Se olharmos para o produto da aprendizagem da matemática apenas como o domínio de um conjunto de técnicas, adquiridas que se podem demonstrar em testes, poderá não ser fácil encontrar evidências que nos indiquem que as crianças aprenderam matemática em tão pouco tempo. Agora, se olharmos para o processo de aprendizagem, também como um processo de socialização e aculturação que molda gradualmente vontades, disposições, atitudes e crenças sobre o que se aprende, como se aprende e sobre nos próprios como aprendizes, temos razões para inferir que as crianças possam ter vivido uma importante experiência sob o ponto de vista matemático e matético, que poderá melhorar o seu relacionamento com esta disciplina. É esta mudança das perspectivas deles que poderá vir a ser importante para que venham a aprender mais matemática ao longo da vida: é assim que vemos o contributo do nosso esforço.

Se as crenças que estas crianças sustentam se assemelham às que Lampert (revista por Schoenfeld, 1992) descreve como sendo vulgares nas crianças em idade escolar (e cremos que sim[55]) então, esta terá sido uma boa oportunidade de reflectirem sobre essas crenças e começarem a acreditar que há alternativas no seu relacionamento com a aprendizagem. Não aplicámos pré e pós-testes para “medir” evoluções conceptuais, mas não temos dúvidas de que as crianças viveram uma experiência onde o seu conceito de aprendizagem se terá aproximado o suficiente das suas expectativas para que na última

[55]A ansiedade que revelavam no início indica-nos que viam na matemática uma actividade em que as dificuldades se ultrapassam em poucos minutos, com um insight; o clima de competição é indiciador de que não vêem a matemática como uma actividade colaborativa; a excessiva dependência do professor denuncia que vêem na matemática uma actividade em que só existe um caminho e uma “resposta correcta”, onde não é possível levar a cabo processos de descoberta e invenção e por último, a dificuldade que mostravam no início em escolher livremente gráficos para desenhar em Logo revela que não vêem o trabalho escolar como uma actividade com conexões ao mundo real e aos seus interesses.

sessão tivessem manifestado a sua vontade em continuar com o Logo no ano seguinte (anexo 3 – 15.ª sessão).

CAPÍTULO 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir esta dissertação, procedemos a uma auto-avaliação e sugerimos algumas pistas para possíveis investigações futuras. Finalmente, retiramos a conclusão essencial do nosso trabalho.

8.1. A nossa auto-avaliação

Reflectindo sobre todo o processo de investigação descrito, procedemos a uma auto-avaliação de que resultou o registo de ocorrências que não conseguimos evitar ou que tivemos que assegurar. Essas ocorrências poderão eventualmente ter tido alguma influência no seu percurso. Em seguida, identificamos algumas delas.

O equipamento de recolha de imagem/som não colaborou em duas sessões, o que limitou a nossa recolha de dados nessas mesmas sessões e nos obrigou a uma maior preocupação com o registo escrito.

O envolvimento do aluno com Necessidades Educativas Especiais não pode ser tão efectivo como o desejável, na medida em que tinha que sair diariamente mais cedo para tratamento e não tinha o apoio permanente da professora de apoio individualizado. Esta, por sua vez, também não pôde acompanhar continuamente o nosso trabalho, embora mostrasse interesse por ele.

O assalto que ocorreu antes do início das sessões e que nos fez adiá-las, bem como aquele registado no dia da 13.ª sessão, condicionaram-nos no tempo. Este último terá naturalmente condicionado também o estado de espírito dos alunos, apesar desta ter sido uma sessão bastante produtiva.

O mau funcionamento do Megalogo na 14.ª sessão limitou as possibilidades de escolha de cores e tramas para finalizar o trabalho.

Embora isso possa ter condicionado de algum modo a sua evolução e a transparência na descrição do contexto educativo, bem como a apresentação dos resultados, as preocupações éticas que estiveram presentes no nosso trabalho incluíram:

- Pedido de autorização aos encarregados de educação dos alunos[56] para a captura de imagens e comprometemo-nos a não as divulgar;
- Adopção nas nossas descrições de nomes fictícios para preservar a identidade dos alunos;
- Ocultação de toda a informação sobre a identificação do contexto educativo seleccionado (nome, localização da escola e do respectivo agrupamento de escolas);
- Discrição na recolha de notas (registo de incidentes críticos), evitando realçar perante os sujeitos esta nossa preocupação, utilizando uma caligrafia pouco legível. Em caso algum escrevemos comentários comprometedores para os sujeitos.

8.2. Futuras possibilidades de investigação adicional

Do nosso trabalho resultaram também outras reflexões que nos levam a levantar questões que poderão eventualmente suscitar novos trabalhos de investigação.

Aquela que nos parece mais premente é que se desenvolvam estudos sobre o Logo que "consigam ver" para além dos aspectos meramente cognitivos. Sugerimos estudos suportados por metodologias subordinadas às realidades (e não o contrário). O estudo da influência de outros aspectos como o social, afectivo e cultural, bem como as suas sinergias, no desenvolvimento global e cognitivo em particular, parece-nos uma boa alternativa a pesquisas mais especializadas.

Estudos longitudinais que englobem o campo afectivo poderão dar conta de eventuais mudanças nas atitudes dos alunos em ambiente Logo. O nosso estudo, pelas suas características e limitações de tempo não permitiu que pudéssemos tirar conclusões consistentes sobre esta matéria que consideramos de grande relevância.

Parece-nos também que para além do nosso estudo em que a reacção do "professor estreante no ambiente Logo" se perspectivou na primeira pessoa e num

[56] Ver anexo 4

trabalho mais solitário, seria importante estudar como reagem outros professores em situações que envolvam vários docentes da mesma escola, e de outras escolas, apreciando eventuais evoluções nas suas concepções e práticas ao longo de experiências Construcionistas. Esses resultados seriam importantes para que consigamos perceber quais os principais obstáculos à motivação dos educadores para conhecerem propostas como a de Papert e para que os consigamos ultrapassar.

O nosso estudo mostrou como se pode envolver crianças com Necessidades Educativas Especiais na dinâmica da turma. Seria de boa utilidade conceber tecnologias adaptáveis a crianças "especiais" com diferentes talentos, pela mão dos próprios colegas da turma, de modo a que esta flexibilização constitua um verdadeiro desafio para as outras não apenas nos planos matemático ou tecnológico, mas simultaneamente no plano ético, onde os valores da solidariedade, e da entreajuda contribuam para que amanhã se olhem para as pessoas "diferentes" como pessoas com dificuldades, mas também com talentos, como quaisquer outras.

Por último, consideramos importante que se discuta amplamente em torno dos currículos implementados que temos e da consequente avaliação, no sentido de os adaptarmos melhor às exigências das sociedades do século XXI e ao próprio espírito do *Currículo Nacional* de matemática. Parece-nos urgente questionar o paradigma sob o qual assentam as práticas do nosso ensino e tirar consequências dessa apreciação.

8.3. Conclusão

O nosso trabalho foi suscitado pela ideia de que seria interessante avaliar a proposta de Seymour Papert à luz das indicações que hoje nos são dadas por diferentes domínios de investigação em educação matemática e de uma experiência com uma turma do 1.º Ciclo.

O que o nosso estudo nos mostrou foi que no diagnóstico da situação actual do ensino da matemática parece haver um alargado consenso, embora formulado de diferentes perspectivas, mas já no que concerne às soluções surgem as divergências nas quais se incluem algumas objecções à proposta de Papert. Na leitura que fazemos dessas divergências vemos que o paradigma a partir do qual esses estudos são levados a cabo, apenas nos permite recolher indicações sobre o que acontece quando usamos o Logo para práticas distantes das que caracterizam o Construcionismo. Papert não olha assim para o Logo. Trabalhar em Logo e reconhecer o seu valor implica uma renovação importante na nossa visão da matemática, do seu ensino e mesmo daquilo que é a nossa filosofia de vida. Esse desafio que nos é colocado é tão grande, que o mais natural é que resistamos a abandonar as nossas referências quando nos decidimos compreender Papert. Parece-nos que será o que acontece com algumas opiniões sobre a sua tese, mesmo aquelas que exaltam muitas das suas potencialidades.

A análise dos resultados leva-nos a concluir que a cultura Logo pode contribuir em boa medida para que a actividade matemática se torne mais relevante para os alunos, e faça mais sentido no contexto social envolvente.

Como consequência desta conclusão consideramos que o Logo é seguramente uma interessante proposta que deve merecer a maior atenção por parte de quem se preocupa com a educação matemática. Os argumentos dos investigadores nos domínios afectivo, social/cultural e outros que explorámos convergem para a hipótese de que vale a pena tentar compreender Papert, ainda que possamos não concordar plenamente com ele.

Se o grande problema do ensino da matemática é, em última instância, de natureza cultural (e cremos que sim), qualquer proposta de mudança honesta encontrará fortes resistências à sua aceitação, porque nos seus pressupostos estará necessariamente o incontornável comprometimento de todos nós para com uma visão do ensino e do mundo distante daquela que ainda dá sentido às nossas vidas.

A habilidade com que inicialmente compatibilizarmos as visões prévias dos agentes que queremos envolver, com os princípios de propostas educacionais como a Construcionista, será determinante para que eles aceitem o desafio de as vir as conhecer plenamente. No caso da proposta de Papert, cremos que os professores encontrarão nela um desafio exigente, mas incomparavelmente mais gratificante do que aquele que hoje lhes é colocado por uma escola aprisionada por preocupações de eficiência, sobre uma actividade demasiado comprometida com a burocracia e a "programação de pessoas".

Quando aceitámos a proposta de estudar Papert que o director do curso nos dirigiu em resposta à nossa curiosidade por uma linguagem de programação para crianças, não esperávamos encontrar nela um contexto de reflexão que nos fez questionar importantes suposições sobre o ensino. A nossa pesquisa foi porventura mais abrangente do que aprofundada. Consideramos que não fomos tão longe quanto gostaríamos em matérias como o domínio afectivo, a perspectiva sociológica e cultural do processo de aprendizagem, os últimos desenvolvimentos tecnológicos em matéria de micromundos e outros porventura importante para discutir mais e melhor a perspectiva construcionista. Mas a verdade é que a análise da mensagem de Papert transcende amplamente qualquer abordagem especializada. *Mindstorms* não é uma obra sobre como programar computadores, nem uma obra sobre matemática: ela não se dirige apenas a professores, investigadores, ou políticos. Ela rasga muitas barreiras que impedem os especialistas de ver para além dos limites do território onde se sentem seguros e oferece também uma perspectiva integrada da nossa relação com o mundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Psychological Association. (2001). *Publication* manual *of the American Psychological Association* (5.ª ed.). Washington: American Psychological Association.

Alonso, M. L. G. (2001). *A abordagem de projecto curricular integrado como uma proposta de inovação das práticas na escola básica.* Texto policopiado, IEC – Universidade do Minho. Braga.

Benzie, D. H. (2003, Abril). *How children choose to learn with a computer at home – Some implications for the primary maths classroom*. Comunicação apresentada no encontro - A matemática e a Criança, na Escola Superior de Educação de Viana do Castelo.

Bishop, A. J. (1999). *Enculturación matemática: la educación matemática desde una perspectiva cultural*. Barcelona: Paidós.

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

Caraça, B. J. (2002). *Conceitos fundamentais de matemática*. Lisboa: Gradiva.

Carvalho, R.; Aido, A.; Ponte, A. P.; Martins, M. A.; Bastos, M. G. A.; Pereira, M. J.; Leitão, M. M. et al. (1981). Física para o 12.º ano de escolaridade/via de ensino. Lisboa: Livraria Sá da Costa.

Chacón, I. M. G. (2000). *Matemática emocional: los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea.

Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In Douglas A. Grows (Ed.). *Handbook of research in mathematics teaching and learning*. (420-464). New York: Mac Millan.

Gipps, C. (1995). *Beyond testing*. Londres: The Falmer Press.

Goleman, D. (2000). *Inteligência emocional*. Lisboa: Temas e Debates.

Gomes, P.; Torres, I.; Pinto, R., & Riley, C. (1996). *Famalicão - Terras de Vila No*va. Paços de Ferreira: Anégia.

Hughes, M. (1990). Children's computation. In Grieve, R., & Hughes, M. (Eds.). *Understand children: essays in honour of Margaret Donaldson*. (121-139). Oxford: Blackwell.

Jones, G. A., Langrall, C. W., & Thornton, C. A. (2002). Elementary students` access to powerful mathematical ideas. In English D. Lyn. (Ed.). *Handbook of international* *research in mathematics education*. (113-141). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Kaput, J. J. (1992). Technology and mathematics education. In Douglas A. Grows (Ed.). *Handbook of research in mathematics teaching and learning*. (515-556). New York: Mac Millan.

Manion, L., & Cohen, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: Editorial La Muralla.

Máximo, A. (2004). A ponte da Lagoncinha e um pouco da sua quase milenar história. *Jornal Cidade Hoje*, 834, 30.

Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American psychologist*, vol. 59, 1, 14-19.

McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: a reconceptualization. In Douglas A. Grows (Ed.). *Handbook of research in mathematics teaching and learning*. (575-596). New York: Mac Millan.

Ministério da Educação (2001). *Currículo Nacional para o Ensino Básico - Competências Essenciais*. Lisboa: ME-DEB.

Ministério da Educação. (2004). *Organização curricular e programas, Ensino Básico – 1.º ciclo* (4.ª ed.). Lisboa: MED-DEB.

Ministério das Obras Públicas. (1957). Ponte da Lagoncinha. *Boletim da Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais*, 87.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Normas para a avaliação em matemática escolar*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.

Palhares, P. M. B. (2000). *Transição do Pré-escolar para o 1.º ano de escolaridade: Análise do ensino das aprendizagens em matemática*. Tese de doutoramento, Instituto de Estudos da Criança – Universidade do Minho. Braga.

Palhares, P. M. B., Cardoso, M. T. P., Fernandes, J. A. S., Fonseca, L. M. D., Gomes, M. A. O., Hirst, K. E., et al. (2004). *Elementos de matemática para professores do Ensino Básico*. Lisboa: Lidel.

Papert, S. (1980). *The gears of my childhood*. Retirado em Maio de 2003 da World Wide Web: http://www.papert.org/articles/GearsOfMyChildhood.html

Papert, S. (1988). *Logo: computadores e educação*. São Paulo: Editora Brasiliense.

Papert, S., & Caperton, G. (1999, Agosto). *Vision for education*. Comunicação apresentada no 91.º Encontro anual da National Governors' Association, realizado em St. Louis, Missouri. Retirado em Janeiro de 2004 da World Wide Web: http://www.papert.org/articles/Vision_for_education.html

Papert, S., Fonseca, C., Kozberg, G., Tempel, M., Soprunov, S., Yakovlena E., et al. (1999). *Logo philosophy and implementation*. Retirado em Fevereiro de 2004 da World Wide Web: http://www.microworlds.com/company/philosophy.pdf

Pimm, D. (1990). *El lenguaje matemático en el aula*. Madrid: Morata, & Ministerio de Educación y Ciencia.

Ponte, J. P., Matos, J. M., & Abrantes, P. (1998). *Investigação em educação matemática: implicações curriculares*. Coimbra: IIE.

Schoenfeld, A. H. (1992). Learn to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In Douglas A. Grows (Ed.). Handbook *of research in mathematics teaching and learning*. (334-370). New York: Mac Millan.

Stager, G. S. (1999). *Never satisfied, only gratified*.... Retirado em Dezembro de 2003 da World Wide Web: http://www.stager.org/articles/LXeditorials/Perspectivesonpapert.html

Streeter, V. L., & Wylie, E. B. (1980). *Mecânica dos fluidos*. São Paulo: McGraw-Hill.

Thompson A. G. (1992). Teachers` beliefs and conceptions: a synthesis of the research. In Douglas A. Grows (Ed.). *Handbook of research in mathematics teaching and learning*. (127-146). New York: Mac Millan.

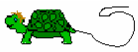
Yates, S. M. (1999). Students` optimism, pessimism and achievement in mathematics: A longitudinal study. In Truran J. M., & Truran, K. M. (Eds.). *Making the difference: proceedings of the twenty-second annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia Incorporated* (561-567). Sidney: The Mathematics Education Research Group of Australasia Incorporated.

ANEXOS

ANEXO 1

Grelhas de recolha de dados

GRUPO ______________________ *DATA* ____/___/_____



Dissertação de Mestrado em Estudos da Criança
Área de Especialização em *Ensino e Aprendizagem da Matemática* *Paulo Jorge Franco Rodrigues de Carvalho*
Rodrigues de Carvalho

INSTITUTO DE ESTUDOS DA CRIANÇA - UNIVERSIDADE DO MINHO

GRELHA DE OBSERVAÇÃO Data ___/___/___

Aluno	Relato	Comentários

Dissertação de Mestrado em Estudos da Criança
Área de especialização em *Ensino e Aprendizagem da Matemática* Paulo Jorge Franco Rodrigues de Carvalho

ANEXO 2

Testemunho da professora da turma

TESTEMUNHO DA PROFESSORA DA TURMA

1. Os alunos de início entraram em competição entre grupos, chegando a esconder as suas descobertas.

Dentro dos grupos observei que aqueles que eram melhores alunos lideravam e tomavam a iniciativa de registar os seus pensamentos e raciocínios, tornando os outros mais passivos e inibidos para exporem as suas ideias, como por exemplo o grupo das *Borboletas*: a Joana e a Clara sobrepunham-se ao Gabriel e ao Álvaro (alunos + fracos). No entanto, achei que eles (Gabriel e Álvaro) faziam um esforço por cooperar e sentiam-se motivados. No grupo do Albano ele era o líder e fazia questão que tudo girasse à sua volta. Os outros elementos tornaram-se apenas espectadores. Neste grupo as meninas separaram-se dos meninos. Houve pouca cooperação e houve mesmo competição entre eles. No grupo dos *Jaguares*, a Maria e o Zeferino lideravam perante a passividade do Mauro e da Silvana. No grupo dos *Marcianos* houve algum desacordo de início, mas era um grupo mais homogéneo onde mais ou menos todos tinham oportunidade de participar, destacando-se o Simão e a Carmo.

Os alunos em geral sentiram que tinham a necessidade de reflectir mais, mas quando o faziam constatavam que tinham dificuldade em organizar as suas conjecturas para que tivessem êxito; pois eles próprios diziam que era preciso pensar muito e que não se podia desistir.

Houve alturas em que os alunos acharam pouco tempo dedicado às actividades e outras vezes demasiado talvez quando não conseguiam pôr em prática as suas ideias, referindo que precisavam de mais tempo para pensarem, chegando a levar para casa as suas conjecturas para pensarem e depois testarem no computador.

Falavam que tinham que pensar mais e não se atormentavam se errassem, pois tentariam de novo até conseguir. Notei isso na sala de aula.

2. Notei que os alunos revelavam maior autonomia, pois acho eu, que não sentiam aquela responsabilidade de errar, encaravam com mais normalidade o erro, não nos solicitando tanto como o habitual noutras áreas. Isto os alunos mais fracos, pois os alunos com melhor desempenho já revelavam também uma certa autonomia nas outras áreas.
3. Senti que de início houve uma certa competição mas depois houve uma colaboração francamente positiva.

4. Como comparação, eu própria referi o exemplo das aulas com o Logo para as outras áreas e acho que eles próprios se empenhavam e eram mais persistentes noutras actividades que não só as de Logo.

   Sem dúvida, os alunos envolviam-se em casa em tarefas relacionadas com o projecto, principalmente no dia seguinte às aulas do projecto. Falavam do tempo gasto em casa com o Logo e traziam para a aula as suas descobertas.

5. Uns diziam que falavam aos pais, ou outros familiares e que lhes tentavam explicar o seu funcionamento. Outros (Simão) não paravam de falar à mãe que tinha um professor novo e que gostava muito das suas aulas.

A Maria foi a aluna que ficou mais triste por não fazer parte do grupo dos *Finalistas*, chegando mesmo a perguntar-me se aquele grupo era definitivo ou se haveria rotatividade de outros elementos.

Havia alunos que não se manifestavam, mas havia outros que ficavam eufóricos quando sabiam a data da tua vinda. Chegavam a perguntar se tu vinhas naquele dia ou não e diziam: - Que pena, eu hoje queria mostrar-lhe isto que fiz em casa... ou que queriam continuar a trabalhar no projecto.

Os alunos desinteressados passaram a ficar interessados quando se propuseram a trabalhar na construção da ponte da Lagoncinha. A mudança de trabalho e a delineação de um objectivo mais concreto em que todos iriam trabalhar para um único fim motivou-os mais.

Os alunos habitualmente mais empenhados nem sempre mantiveram essa atitude nas sessões. Digo isto porque havia alunos que nas outras áreas mostravam trabalho e empenho e no projecto revelaram-se mais passivos, mais ausentes, isto talvez por causa do que já disse no início: liderança, inibição, sobreposição destes em relação aos outros e vice-versa.

Esta turma já está um pouco habituada a fundamentar as suas escolhas, talvez pela dinâmica de trabalho que lhes fui propondo... No entanto acho que se envolveram bastante nessas escolhas, pois a maior parte da turma sentia-se muito motivada, querendo concretizar aquilo que até ali tinham aprendido. Falo da construção da ponte da Lagoncinha.

8. O Zeferino foi um dos alunos em que mais notei a mudança de comportamento. Nem sempre em trabalho de grupo ele era cooperante, posso dizer que era muito individualista e por vezes desmotivado. Neste projecto, senti que ele mudou o seu

comportamento, pois manteve-se mais calmo, interessado e cooperante, principalmente com a Maria. É de referir também a sua não desistência e empenho pelo que fazia. A sua disciplina preferida é Matemática e como tal a sua motivação e dedicação.

9. Aspectos negativos:
    - necessidade de mais computadores;
    - tempo menos compactado (falta de tempo);
    - o facto turma não ser tua, pois possibilitar-te-ia um melhor estudo e conhecimento;
10. Aspectos positivos
    - boa planificação;
    - método e organização;
    - mudança de estratégias;
    - bom relacionamento como os alunos;
    - boa capacidade de intervenção;
    - motivação dos alunos;
    - persistência;
    - auto reflexão – do meu desempenho

ANEXO 3

Notas de Campo

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Poucos dias antes de iniciarmos a nossa intervenção registou-se mais um assalto à escola. Isso fez-nos adiar o início das sessões, uma vez que o único computador da sala onde tínhamos já instalado o Megalogo foi levado. Face às circunstâncias, acordámos com a professora da turma, assumir um importante encargo: em cada uma das sessões traríamos o computador (e respectivos periféricos) de uma das salas do primeiro andar, onde alegadamente estaria mais seguro, e devolve-lo-íamos ao mesmo local, no final de cada sessão. A constituição dos grupos com que trabalhámos foi aquela que a turma tinha já assumido desde o início do ano lectivo:[57]

JAGUARES	*DINOSSAUROS*
Mauro	Albano
Maria	Esperança
Silvana	Sandro
Zeferino	Olga
Filinto	Sérgio

BORBOLETAS	*MARCIANOS*
Joana	Simão
Clara	Carmo
Álvaro	Joel
Gabriel	Severiana
Júlia	Luísa

[57] Os nomes dos alunos são fictícios.

A nossa intervenção teve momentos distintos em que as crianças, tal como as docentes que com elas trabalhavam, se envolveram de forma diversa. Segue-se um resumo esquemático desses momentos:

Sessões	*Fase*	*Intervenientes*	*Actividade*
4 (da 1.ª à 4.ª)	1. Exploração livre do Logo	Todos os grupos	• Traçagem de diversos gráficos de livre escolha
1 (5.ª)	2. Inclusão do Filinto e definição de um objectivo comum	Todos os grupos Professora da turma Docente da Educ. Especial	• Adaptação do teclado do computador portátil às necessidades do Filinto (recurso aos procedimentos) • Escolha democrática de um projecto gráfico comum – Ponte da Lagoncinha
7 (da 6.ª à 12.ª)	3. Trabalho em torno do objectivo comum	Todos os grupos Turma e sua professora Docente da Educ. Especial	• Pesquisa histórica • Artigo de Jornal • Visita ao Local • Desenho/pintura em aguarelas
2 (da 13.ª à 14.ª)	4. Articulação do trabalho dos diferentes grupos	Grupo finalizador	• Construção do procedimento “ponte” articulando os subprocedimentos elaborados pelos diferentes grupos e seu melhoramento sucessivo
1 (15.ª)	5. Produto Final	Todos os alunos Professora da turma	• Aplicação da “obra” na parede do pátio da escola • Reflexão/avaliação

Nas primeiras sessões, para além de recorrerem ao computador para elaborar e melhorar as suas conjecturas, os grupos serviam-se também do espaço exterior onde, com o seu próprio corpo, percorriam o gráfico que desejavam sobre a gravilha, arrastando um dos pés, o que lhes permitia assim registar o rasto desse movimento.

1.ª Sessão: Fase 1 – Exploração do Logo

(16/3/2004)

Nesta primeira sessão começámos por tentar tranquilizar as crianças relativamente à presença da câmara de vídeo. Fizemo-lo com o dispositivo de captura e registo de imagem/som montado, mas ainda em "Stand-By".

Uma vez explicada a presença de tal dispositivo na sala de aula, bem como a utilidade a dar aos registos de imagem recolhidos, demos início à gravação.

De seguida, passámos à apresentação da *tartaruga,* procurando tanto quanto o possível descrevê-la como um interlocutor obediente, cujo domínio sobre a linguagem corrente seria escasso, mas que poderia tornar-se mais efectivo, à medida que lhe fosse "ensinado" o significado de diversos termos do vocabulário corrente, que as crianças julgassem importantes ela conhecer.

A título de exemplo, mostrámos no "quadro preto" cinco primitivas, que a tartaruga em princípio mais utilizaria (avança, recua, baixacaneta, direita e esquerda), apontando o resultado de cada uma delas. Optámos por mostrar outras primitivas à medida que elas se revelassem necessárias à realização do seu trabalho.

O primeiro desafio lançado aos alunos foi de tentarem elaborar um conjunto de instruções, susceptíveis de levar a tartaruga a traçar um gráfico à escolha de cada grupo.

Desde logo os alunos se mobilizaram nesse sentido, mas rapidamente nos confrontámos com um grupo (dos *Dinossauros*) que revelava não ter compreendido até que ponto a tartaruga seria capaz de compreender as suas instruções: isto porque a sua programação evidenciava padrões de linguagem corrente, sem qualquer preocupação de respeitar o âmbito já por nós delimitado (as cinco primitivas):

Avança 20 passos... no meio do risco direita 10 passos

Provavelmente a forma como apresentámos a tartaruga aos alunos lhes tenha criado expectativas de interacção com ela, que transcenderam a imagem do computador como um interlocutor que apenas capta o sentido literal das mensagens.

Algumas hipóteses mais ambiciosas dos alunos (*Um apartamento* - grupo dos *Dinossauros*; *uma esfera* - grupo dos *Jaguares*) "esbarravam" logo na dificuldade em articular as primeiras instruções, não chegando estes sequer a elaborar qualquer tentativa e muito menos, leva-la a teste (no computador). Face a esta constatação os alunos limitaram naturalmente, as suas ambições.

Em Geral, os outros grupos revelavam alguma dificuldade em chegar a um acordo quanto ao gráfico que pretendiam que a tartaruga traçasse. Alguma interacção gerada entre grupos conduziu a um objectivo comum a três (todos excepto o grupo dos *Dinossauros*) – Traçar um quadrado.

As primeiras tentativas revelavam algumas dificuldades, tais como:

- dar ordens em número insuficiente (todos os grupos);
- dar ordens de rotação consecutivas e em sentido inverso (grupo dos Marcianos);
- utilizar sistematicamente o mesmo parâmetro para diferentes primitivas: Avança 20 esquerda 20 avança 20 direita 20 (grupo das Borboletas)

A existência de um único computador na sala de aula impôs uma racionalização daquele recurso que se traduziu na restrição do acesso por parte dos grupos que a cada momento davam por finalizada a sua conjectura e pretendiam testa-la. A tendência dos alunos reformularem as suas conjecturas em frente ao computador, em vez de o fazerem nas mesas, sobre o papel, era notória.

Enquanto o objectivo imediato do grupo dos *Dinossauros* era traçar o numeral *1*, os outros grupos desenvolviam diversas tentativas no sentido de traçar um quadrado.

O grupo dos *Marcianos* (localizado mais próximo do computador) conseguiu ao fim de quatro tentativas testadas e num curto espaço de tempo, traçar o quadrado.

A partir daí, a interacção extravasou o âmbito dos grupos e; tanto servindo-se das linhas de programação da janela de texto que ficaram do último teste do grupo dos *Marcianos*, como das linhas dos seus rascunhos em papel, os outros dois grupos acabaram também por conseguir o seu objectivo (embora no caso do grupo dos *Jaguares* não tenha ficado esse registo na sua folha de rascunho).

Em qualquer dos casos as exclamações vivas e simultâneas que se libertaram dos elementos dos três grupos no momento da validação da sua conjectura ilustraram bem a satisfação que para eles terá representado o primeiro entendimento com a nova personagem do seu dia-a-dia na escola – a Tartaruga.

Seguem-se as transcrições das programações de um dos grupos que documentam a sua evolução:

Grupo das *Borboletas*:

- avança 20 esquerda 20 avança 20 direita 20

- avança 90 esquerda 90 recua (avança) 90 direita 90
- direita 90 avança 90 esquerda 90 avança 90
- avança 100 esquerda 90 avança 100 esquerda 90 avança 100 esquerda 90 avança 100 esquerda 90

É de notar que a última tentativa que finalmente deu origem a um quadrado 100x100 passos, tem no final uma última instrução (esquerda 90) que não é necessária. No entanto, este grupo (das *Borboletas*) colocou-a. Em nosso entender isso poderá ter resultado de uma regularidade que encontraram na programação e que quiseram mantê-la, emparelhando as instruções até ao final. É de notar que o grupo dos *Marcianos* traçou exactamente a mesma figura, mas sem esta última instrução.

O grupo dos *Dinossauros* não se desviou do seu objectivo inicial de traçar o numeral *1*, mas até ao final da sessão, o melhor que conseguiu foi:

Avança 90 esquerda 30 recua 30

Embora tivéssemos pedido aos alunos que utilizassem apenas a folha que lhes fornecemos, que escrevessem a esferográfica e que nunca ocultassem nada do que faziam, a tendência para recorrer a outras folhas de rascunho de forma encoberta revelou-se no grupo, que teve maiores dificuldades (o grupo dos *Dinossauros*).

Alguma tendência para ocultar versões não definitivas de programações riscando-as repetidamente sobre o papel, também se verificou no caso dos *Jaguares* e dos *Marcianos*.

Uma dificuldade que pode constatar-se no registo dos alunos é a de reconhecerem qual o sentido de rotação da tartaruga em cada vértice das figuras a traçar (sintonicidade).

A capacidade para estimar o valor da amplitude dos ângulos também estava inicialmente pouco desenvolvida e verificaram-se casos em que a noção de *amplitude angular* parecia confundir-se com a de *distância*.

Um outro aspecto a reter é que, nesta fase inicial, era perceptível a fraca noção da extensão dos passos da tartaruga, o que chegou a dificultar a análise dos gráficos.

Por exemplo: na tentativa de traçar um quadrado, os *Jaguares* elaboraram um conjunto de instruções (avança 1000 direita 90 recua 1000 esquerda 90) que deu origem apenas a dois lados consecutivos desse suposto quadrado, cujo lado media 1000 passos. Como ele não cabia no écran, o que era visível resumia-se a duas linhas perpendiculares que terminavam nos limites do monitor, o que nos levou a sugerir que reduzissem à extensão dos avanços/recuos.

É de notar que as crianças revelavam já boa experiência (prévia) de trabalho em grupo, que era notória na autonomia com que funcionavam, distribuindo tarefas internamente, de forma espontânea. No entanto, as crianças pediam ajuda com frequência e na parte final da sessão gerou-se alguma desordem, que se traduzia em atitudes pouco reflectidas dos alunos, no sentido de precipitar soluções imediatas para os problemas com que se confrontavam.

No final da sessão, alguns alunos manifestaram vontade de instalar o Megalogo nos computadores que tinham nas suas casas. Em resposta, pusemos à sua disposição duas disquetes para o efeito.

Durante esta sessão, os alunos nunca exploraram a possibilidade de executar passo-a – passo a programação a testar. Colocavam na janela de texto a sequência de instruções a dar à tartaruga para; de uma única vez, darem ordem para as executar. Reflectindo após o final da sessão, fomos levados a pensar que se esta forma de executar as instruções tivesse sido levada a cabo neste dia, talvez as crianças se tivessem apercebido mais rapidamente que; por exemplo: a primitiva direita/esquerda não faz avançar a tartaruga, apenas a faz rodar.

Foi notória nesta sessão alguma indecisão dos alunos nas livres escolhas e muitas vezes eram influenciados pelas opções dos colegas de outros grupos.

2.ª Sessão: Fase 1 – Exploração do Logo

(17/3/2004)

Tal como a anterior, esta sessão teve uma duração de uma hora aproximadamente e ficou desde logo marcada por um problema técnico que não conseguimos resolver atempadamente. O sistema de captura e registo de imagem/som de que dispúnhamos era composto por um tripé, uma câmara de vídeo analógica, um computador portátil e um cabo conversor (Pinnacle), para ligar e compatibilizar os dois últimos dispositivos.

O Software de captura não detectava a ligação da câmara ao computador e aguardava que um outro tipo de ligação fosse efectuado (uma ligação directa, sem conversor a uma câmara digital).

Empreendidas algumas tentativas goradas de solucionar o problema e face às limitações de tempo que tínhamos, vimo-nos obrigados a prescindir desse instrumento de recolha de dados. O dispositivo manteve-se montado e as crianças não foram informadas da sua inoperacionalidade, porque entendemos que a suposição de que estavam a ser filmados seria benéfica a médio prazo: desta forma as crianças beneficiariam de mais uma oportunidade de incorporar gradualmente a sua presença no contexto da sala de aula.

Dado que na última sessão, principalmente na sua parte final, se tinha gerado alguma desordem, resolvemos dialogar com os alunos no sentido de apelar para uma maior reflexão sobre o seu trabalho, antes de o testar. Aproveitámos também para mostrar aos alunos que as instruções dadas à tartaruga poderiam ser executadas passo-a-passo. Essa sugestão foi desde logo seguida por todos os grupos, que assim pareciam analisar melhor os movimentos da tartaruga.

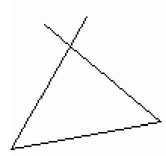
O grupo dos *Dinossauros* recorreu à programação elaborada na sessão anterior para traçar o numeral *1*, onde constava uma indefinição (avança 90 esquerda/direita 30 recua 30) e testou com êxito a opção avança 90 direita 30 recua 30.

Os outros grupos exploraram novos desafios, tais como: rectângulos, triângulos, a letra *F* e também uma circunferência.

O grupo dos *Jaguares* que no dia anterior tinha conseguido traçar um quadrado, começou por tentar traçar um rectângulo, objectivo que foi atingido à segunda tentativa, depois de no exterior ter simulado o movimento da tartaruga. Ali verificámos que o Mauro quando recebia ordem para rodar, não só rodava como também se deslocava no mesmo sentido do movimento de rotação efectuado. Uma vez corrigido este problema os *Jaguares* elaboraram uma conjectura que foi validada e impressa.

De seguida, tentaram traçar um triângulo equilátero, mas a primeira tentativa não foi definitiva, porque foi atribuída a amplitude de 130º a cada rotação da tartaruga:

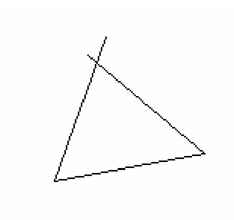
direita 130 avança 100 direita 130 avança 100 direita 130 avança 100



Em resposta a este resultado o grupo elaborou a seguinte sequência:

direita 130 avança 100 direita 130 avança 100 direita **120** avança 100

Note-se que não houve a preocupação de diminuir a amplitude do ângulo de rotação da tartaruga uniformemente nos três ângulos: os alunos optaram por diminuir apenas a última rotação em 10º, tendo obtido:



O grupo dos *Marcianos* que tinha partido para o objectivo de traçar um triângulo, à 3ª tentativa alcançou-o. Empreenderam duas tentativas intermédias, em que os avanços são constantes em ambos os casos (mas diferentes de um caso para o outro) e as amplitudes eram de apenas 30º na primeira e de 50º na segunda.

Por último, o grupo das *Borboletas* ocupou-se durante toda a sessão da tarefa de desenhar uma circunferência. A primeira tentativa foi insuficiente:

esquerda 90 esquerda 90 esquerda 90 esquerda 90

Confrontados com o facto de a tartaruga não sair do lugar, pediram ajuda de forma insistente, até que no exterior lhes pedimos que caminhassem em círculo e interpretassem o seu próprio movimento. Algumas sugestões sucederam-se, tais como:

avança 10 direita 90

De um modo geral, todas elas apontavam para uma combinação de avanços e rotações, mas desproporcionada quer quanto ao número de instruções (reduzido), quer quanto ao valor dos parâmetros (elevados avanços e elevadas amplitudes do ângulo de rotação).

Essas conjecturas não foram testadas, mas num diálogo reflexivo connosco, e recorrendo ao próprio corpo, chegaram a um consenso de que uma boa conjectura seria: a repetição de avanços de dois passos seguidos de rotações de um grau. Notámos ao longo desta reflexão e tínhamos notado em outras atitudes dos alunos que prevalecia, de algum modo, uma cultura de dependência do professor e da sua aprovação relativamente ao que é, ou não aceitável. De resto, esta é uma cultura comum nas turmas do 1.º Ciclo.

Provavelmente a nossa colaboração naquele momento foi maior do que aquela que desejaríamos, mas pareceu-nos importante fazê-lo, na medida em que acreditámos que poderia ajudar a ultrapassar algum desalento que transparecia nos rostos intrigados dos alunos e ao mesmo tempo, uma enorme ansiedade em atingir o grande objectivo: ensinar a tartaruga a desenhar uma circunferência.

A título de exemplo, apontamos o caso da Joana do grupo dos *Marcianos* que enquanto nos encontrávamos junto dos seus colegas de grupo levando-os a reflectir sobre as instruções a dar à tartaruga para a traçagem de um triângulo, nos questionou com uma tímida indignação:

- *Senhor professor. Porque não nos diz?*

Encontrada então uma conjectura razoável (avança 2 esquerda 1), colocou-se a questão de encontrar o número de vezes que essa sequência teria que ser repetida. Este momento revelou-se então oportuno para mostrar mais uma potencialidade do Logo: a primitiva repete.

Uma vez apresentada esta nova primitiva e agora sem qualquer sugestão da nossa parte, o grupo formulou e testou a hipótese:

repete 10 [avança 2 esquerda 1]

E depois:

repete 36 [avança 2 esquerda 1]

E finalmente:

repete 360 [avança 2 esquerda 1]

Se na sessão anterior tínhamos já assistido a manifestações de alegria exuberantes, desta vez, elas foram quase explosivas.

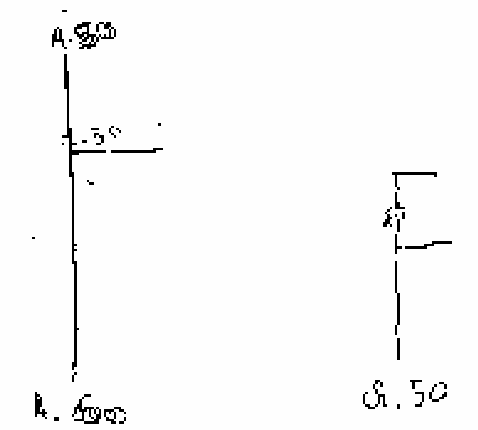
Se verificarmos os registos do grupo dos *Marcianos*, encontramos uma única conjectura para traçar uma circunferência, que se situa demasiado próxima do objectivo para ser a primeira. Além disso tem semelhanças com a do grupo das *Borboletas*:

repete 300 [avança 2 esquerda 1]

Esse registo ocorreu já no final da sessão e muito provavelmente deve-se à grande proximidade deste grupo em relação ao computador e portanto, provavelmente terão visto na janela de texto (embora mal) as linhas de programação dos seus colegas.

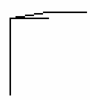
O grupo dos *Dinossauros* empreendeu novo esforço no sentido de traçar uma outra letra: o *F*. Quando nos abeirámos deste grupo, tivemos desde logo uma surpresa. O grupo tinha já elaborado duas tentativas para a traçagem desta letra, mas utilizando uma estratégia própria:

Paralelamente às linhas de programação relativas às duas tentativas, tinham elaborado dois esquemas, onde figurava a letra em tamanho grande. Algumas partes dos gráficos estavam referenciadas com abreviaturas de instruções Logo:



Ao fim de algum tempo tinham chegado a uma boa aproximação:

avança 50 direita 90 avança 25 recua 25 esquerda 10 avança 25 direita 10 avança 25



Esta conjectura foi elaborada sem ajuda, nem recurso ao trabalho dos colegas, por ser único este objectivo (traçagem de um *F*) na turma e por isso considerámo-la relevante sob o ponto de vista cognitivo.

Verificou-se ao longo destas duas sessões que os grupos que começaram por tentar traçar um quadrado foram melhor sucedidos do que aqueles que tentaram traçar triângulos e o numeral *1***.** Isto, a nosso ver, justifica-se porque no caso dos rectângulos a amplitude do ângulo de rotação da tartaruga é sempre igual à amplitude dos seus ângulos internos (90º), o que faz com que a confusão entre o ângulo de rotação da tartaruga e o ângulo interno não produzisse efeitos no caso dos rectângulos. No caso dos triângulos estas amplitudes são diferentes, tal como no caso numeral *1*, o que trouxe dificuldades.

Um aspecto a salientar desta sessão é que a presença da câmara de vídeo não pareceu constituir-se como alvo de qualquer atenção ou constrangimento.

Outro aspecto que importa também registar é que as crianças pareciam não compreender porque razão nós insistíamos em imprimir as versões “imperfeitas” dos gráficos que pretendiam obter. Elas esperavam o momento de conseguir a “perfeição” para imprimir o seu trabalho.

3.ª Sessão: Fase 1 – Exploração do Logo

(20/4/2004)

Dada alguma dificuldade em disponibilizar tempo por parte da professora da turma e dada também a proximidade da interrupção de actividade lectivas da Páscoa, decorreu mais de um mês desde a última sessão (17/3), o que levou a que alguns alunos tivessem explorado por sua conta, a linguagem Logo e daí resultasse alguma evolução.

Esta sessão iniciou-se com um diálogo sobre um problema já referido nas notas de campo das sessões anteriores. Tratou-se do facto de os grupos manifestarem tendência de “espiarem” o trabalho dos outros. Procurámos desdramatizar esse facto e chamámos a atenção para a importância do trabalho colaborativo entre os grupos, na fase que se avizinhava.

Os alunos reviram o trabalho das sessões anteriores nos respectivos arquivos, mas alguns grupos traziam também já em vista diversos gráficos cuja programação Logo tinham já em papel.

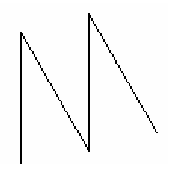
O grupo dos *Dinossauros* retomou desde logo o seu objectivo de traçar a letra *F*. Uma conjectura apenas foi suficiente para o efeito. De seguida, tentaram desenhar mais uma letra: a ***M*.**

A primeira conjectura deu lugar a um *M* inclinado:[58]

---

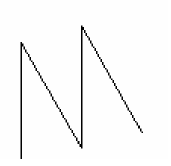
[58] Caso o grupo estivesse interessado numa letra com um eixo de simetria vertical e com os dois segmentos dos extremos paralelos, o somatório das amplitudes dos ângulos teria que ser de 180º no sentido dos ponteiros do relógio. Caso desejassem que esses segmentos tivessem uma certa inclinação (sem perder a simetria de eixo vertical) o caso seria diferente:

av 90 dta 150 av 90 esq 150 av 90 dta 150 av 90



De seguida o grupo tentou corrigir, mas o problema persistiu:

av 80 dta 150 av 80 esq 150 av 80 dta 150 av 80

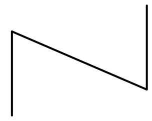


O grupo dos *Marcianos* tinha já elaborado algumas conjecturas também para traçar as letras : *F – N – E – L – V*

A letra *F* foi a primeira a ser testada com sucesso, mas com a *N,* as coisas já não foram tão fáceis: o grupo elaborou uma conjectura que estava correcta sob o ponto de vista das amplitudes dos ângulos (neste caso o somatório das rotações deveria ser de 0º):

av 100 dta 120 av 100 esq 120 av 100

cujo resultado:

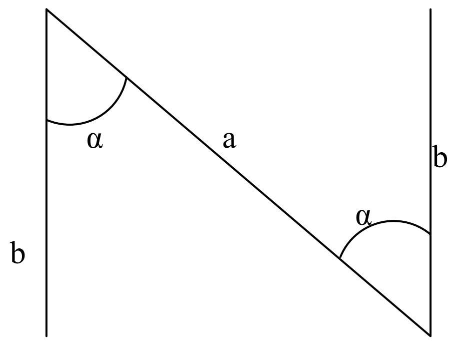


Sendo α o ângulo desses segmentos relativamente a um eixo vertical, o somatório das rotações da tartaruga seria de (180º-2 α) também no sentido dos ponteiros do relógio.

No entanto, conforme se ilustra na figura seguinte, o avanço intermédio da tartaruga (*a*) nunca poderia ser igual aos outros dois, mas antes, igual a: *b*/cosα.

Como neste caso α = 180º-120º = 60º, então:

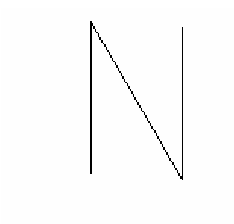
a = 100/0.5 = 200



Entretanto, este mesmo grupo (Os *Marcianos*) reviu a sua conjectura:

av 100 dta 150 av 120 esq 150 av 100

As amplitudes dos ângulos alteraram-se, mas o critério do "somatório zero" manteve-se. O avanço intermédio (120) também aumentou para um valor admiravelmente próximo do "ideal": 100/cos (180-150) = 100/0.866 = 115,47 passos



de tartaruga.

Satisfeitos com este resultado, os alunos resolveram dedicar-se à testagem de novas conjecturas já elaboradas.

A primeira teve sucesso imediato: a letra *E*. Este grupo tinha mais duas conjecturas para testar, mas por constrangimentos de tempo não foi possível fazê-lo. No entanto, analisando no rascunho do grupo a estrutura de uma delas (L) verifica-se que é satisfatória. A outra (V) quando testada, iria certamente sofrer de uma considerável inclinação para o lado esquerdo: $(45º+\frac{55º}{2}) = 72.5º$

esq 45 av 200 re 200 esq 55 av 200

O grupo dos *Jaguares* teve nesta sessão um percurso ambicioso e interessante quanto aos objectivos e a nosso ver, com elevado grau de sucesso:

O primeiro objectivo traçado foi desenhar a primeira letra do primeiro nome de um dos seus elementos: o Zeferino. Em pouco tempo uma conjectura foi elaborada e testada com sucesso. Seguiu-se uma discussão quanto à fixação da meta seguinte e uma foi eleita uma palavra: *LOTUS*.

Logo de imediato a letra *O* lhes suscitou preocupação acrescida, uma vez que os alunos teriam que desenhar uma circunferência. Convidámo-los a deslocarem-se ao exterior. Ali, sobre o esboço de uma circunferência traçada sobre a gravilha, sugerimos que caminhassem, procurando descrever o que teria que fazer a tartaruga. Apenas nos disseram que ela teria que fazer avanços e rotações.

Perguntámos se esses avanços e essas rotações teriam que ser grandes e a Maria respondeu-nos imediatamente que caso fossem grandes resultaria qualquer coisa parecida com um quadrado e que portanto, deveriam ser pequenas. A resposta surpreendeu-nos pela positiva: a ideia de que um polígono se aproxima de uma circunferência à medida que aumentamos o seu número de lados, parecia implícita na sua afirmação.

Sugerimos que em coerência com o que acabavam de defender, adiantassem valores para os avanços e para as rotações: enquanto que a Maria apontou logo para av 1 esq 1, o Zeferino apostava em av 1 esq 10, porque receava que a tartaruga não rodasse menos que 10º.

Uma vez assumida a sugestão da Maria, perguntaram-nos quantas vezes é que teriam que repetir estas instruções. Devolvemos-lhes a pergunta e de imediato, responderam-nos correctamente, confessando que tinham já visto a circunferência do grupo das *Borboletas*. Com grande entusiasmo desataram a correr para a sala de aula testar a sua conjectura.

Tal como as dos seus colegas, as suas manifestações de alegria foram evidentes: o facto do movimento da tartaruga ser mais lento, permitindo uma melhor percepção da sua evolução foi referido pelos alunos como fantástico.

Uma vez testada a circunferência, os *Jaguares* passaram à elaboração da programação para as restantes letras, tarefa que concluíram com bastante rapidez e boa proporcionalidade. No decurso desse trabalho, uma dificuldade da qual esperávamos que eles se dessem conta apenas no momento de executar em Logo toda a palavra, surgiu por antecipação nas suas mentes:

- *Quando mandarmos a tartaruga desenhar as letras, ela vai desenha-las umas em cima das outras!* Maria.

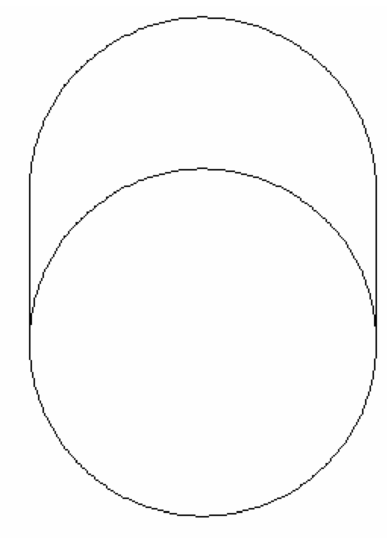
Demos-lhe razão, mas ao mesmo tempo, procurámos desdramatizar, explicando que uma vez impressas as letras seria mais fácil determinar as instruções a dar à tartaruga para que esta se deslocasse até ao ponto onde deveria iniciar a traçagem da letra seguinte.

O grupo imprimiu todas as letras, mas tivemos que lhes chamar a atenção para não esconderem a tartaruga antes de imprimir, porque assim não poderiam localizá-la.

Entretanto, chegou o final da sessão sem que o grupo chegasse a tentar articular toda a palavra. Tínhamos previsto que apenas mais tarde as crianças sentissem a necessidade de recorrer a procedimentos, porque não nos parecia plausível que as elas pudessem seguir tão cedo por caminhos de tal complexidade. Não faria então qualquer sentido seguir cegamente o caminho que tínhamos delineado, e começámos a pensar apresentar já ao grupo, na sessão seguinte, esta potencialidade do Logo.

O grupo das *Borboletas* começou por tentar traçar um cilindro em perspectiva. De forma simples e eficaz, elaboraram uma boa conjectura que testaram com sucesso:

```
repete 360 [av 2 esq 1] av 100 repete 180 [av 2 esq 1] av 100
```



De seguida, iniciaram uma "aventura" que durou até ao final da sessão: desenhar o Sol.

Quando nos abeirámos do grupo, uma extensa lista de instruções de onde se pode extrair um padrão repetitivo (já tinha oito repetições) estava em elaboração:

repete 8 [av 2 esq 1] dta 90 av 90 re 90 repete 8 [av 2 esq 1] dta 90 av 90 re 90 repete 8 [av 2 esq 1] dta 90 av 90 re 90..........

Este conjunto de instruções estava admiravelmente próximo do objectivo. Uma falha no final da unidade repetitiva (a ausência da instrução esq 90) é na verdade o único erro que poderíamos apontar, porque o facto de não terem recorrido à primitiva repete para simplificar a programação só não aconteceu porque provavelmente, as crianças não acreditariam que fosse possível o Logo executar repetitivamente um conjunto de instruções, por sua vez, também repetitivas.

Mas antes do final da sessão, no exterior (uma vez que o computador estava a ser muito solicitado) levámos estas crianças a reflectir sobre a instrução em falta na unidade repetitiva que atrás indicámos e mais uma vez nos pareceu uma estratégia eficaz.

No decurso desta sessão e em virtude da programação que os grupos utilizavam começar já a ser extensa, apresentámos aos alunos as abreviaturas das instruções mais utilizadas e verificámos que com a excepção dos *Marcianos*, os restantes grupos passaram a adopta-las na sua programação.

A Carmo do grupo dos *Marcianos* mostrou a sua inquietação pelo facto do seu grupo não ter ainda traçado a circunferência.

Na hora da despedida e à semelhança da sessão anterior, alguns alunos quiseram despedir-se pessoalmente de nós (em maior número do que na sessão anterior). Uns por iniciativa própria e outros eventualmente por "arrastamento", gesto que apreciámos pela sua espontaneidade e que nos pareceu ser revelador de alguma gratidão.

De uma forma geral, os alunos revelavam um melhor domínio instrumental da linguagem Logo. Embora o computador continuasse a ser bastante solicitado, foi já possível registar alguns momentos de "descanso", principalmente devido à maior capacidade de trabalhar no papel demonstrada pelos grupos, nomeadamente o dos *Jaguares*.

4.ª Sessão: Fase 1 – Exploração do Logo

(20/4/2004)

Demos início à sessão começando por lembrar ao grupo das *Borboletas* a vantagem de utilizar as abreviaturas Logo, colocando-as no quadro.

A nossa atenção inicial dirigiu-se ao grupo dos *Jaguares* e consistiu em lhes mostrar como poderiam recorrer aos procedimentos, para melhor poderem elaborar a programação para a tartaruga traçar a palavra que elegeram como meta, na sessão anterior (a palavra *LOTUS*).

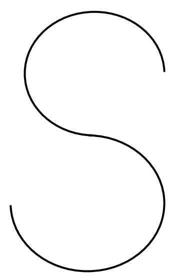
Uma vez elucidados, foram para a mesa procurar encontrar a melhor forma de deslocar a tartaruga entre cada uma das letras da palavra.

Recorrendo aos procedimentos, rapidamente encontraram uma solução. No entanto, esta mesma foi adoptada como única para toda e qualquer transição de uma letra para outra. Constatámos o erro, mas não o apontámos. Entretanto, enquanto este grupo aguardava a sua vez para testar a conjectura resolveu aperfeiçoar a letra *S*.

Para tal, recorreram à circunferência, visto que essa letra estava até então programada só com linhas rectas. Pediram-nos que os acompanhássemos ao exterior. Lá, traçámos no chão a letra, de tal forma a que pudesse ser decomposta em duas partes, sendo cada uma dela, três quartos de circunferência.

Ao fim de alguma reflexão o grupo chegou a um consenso que deu origem a mais um momento de sucesso:

repete 270 [esq 1 av 1] repete 270 [dta 1 av 1]



Para além deste teste gráfico, testaram também a programação para a palavra *LOTUS* (ainda com o ***S*** de linhas rectilíneas obtido na sessão anterior), onde já não foram tão bem sucedidos pela razão atrás apontada. De facto a instrução que deram para a transição entre as duas primeiras letras (L e O) foi testada com sucesso, mas esta foi erradamente adoptada de forma indiscriminada para as transições seguintes:

L ic av 50 bc

O ic av 50 bc

T ic av 50 bc

U ic av 50 bc

S ic av 50 bc

Entretanto, regressaram à sua mesa e ainda tiveram tempo para tentar melhorar a sua conjectura, mas não para a testar:

L ic av 50 bc
O ic av 100 bc
T ic av 150 bc
U ic av 100 bc
S

Como se pode verificar esta conjectura não é ainda satisfatória, mas apresenta já alguma evolução, nomeadamente a diferenciação das instruções para cada transição de letra e a retirada de uma instrução desnecessária no final.

O grupo dos *Dinossauros* abandonou o projecto da letra *M* que testou com algum êxito na sessão anterior. Questionados quanto à opção deles entre melhorar aquele gráfico, ou partir para um novo disseram-nos convictamente que preferiam tentar desenhar um quadrado.

Ao fim de algum trabalho na mesa chamaram-nos para que nos pronunciássemos relativamente a uma discordância que bloqueava o grupo:

O Albano que revela uma certa capacidade de liderança estava em oposição à opinião dos colegas quanto a uma instrução a dar à tartaruga de entre a sequência que tinham já em cima da mesa:

av 200 dta 90 av 200 dta 90 av 200 esq/dta 90 av 200

Enquanto o Albano defendia "direita", os colegas, apostavam em "esquerda": se reflectirmos um pouco sobre esta dificuldade, chegamos à conclusão que a haver um erro deste tipo (confusão entre direita e esquerda) ele muito provavelmente ocorrerá na chegada da tartaruga a este vértice do quadrado, porque é precisamente aqui que ela se encontra com orientação inversa à que tinha no início do seu percurso.

Não nos pronunciámos a favor, nem contra nenhuma das partes e dada a indisponibilidade do computador naquele momento, recorremos mais uma vez ao exterior. Ali, após algumas simulações com o próprio corpo as convicções dos colegas do Albano foram-se perdendo (apesar de alguma resistência) e dando lugar à perspectiva que o Albano teve desde logo, sem necessitar de se colocar fisicamente no lugar da tartaruga.

De seguida o grupo elaborou também uma sequência de instruções para um rectângulo:

av 500 dta 90 av 250 dta 90 av 500 dta 90 av 250 re 250 dta 90

Esta sequência tem parâmetros de avanço demasiado grandes para o tamanho do écran e duas instruções desnecessárias para as quais não temos explicação, quando muito uma hipótese: provavelmente o grupo teria procurado recolocar a tartaruga na mesma posição de partida, o que, mesmo assim, não se verificou.

O último desafio deste grupo foi desenhar uma "meia-lua". Intrigados quanto ao caminho a seguir, confessaram-nos então que ainda não sabiam desenhar um círculo.

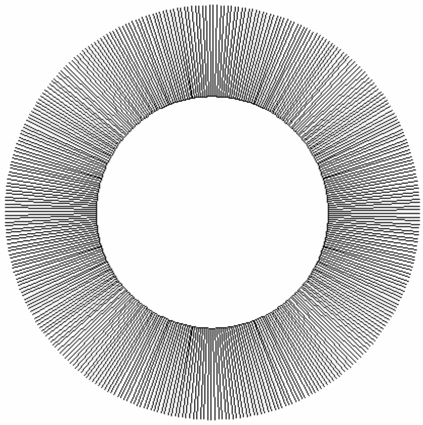
Analisando com alguma distância esta manifesta vontade de desenhar uma meia-lua, fomos levados a acreditar que o verdadeiro objectivo do grupo não seria exactamente esse, mas antes desenhar a circunferência (tal como o fizeram outros grupos), embora não o assumisse explicitamente.

Alguma competição entre os grupos à qual aludimos anteriormente, e/ou as manifestações de espanto dos outros grupos quando testaram com sucesso as suas circunferências, podem em nosso entender, explicar esta atitude.

No exterior, o grupo colocou-se fisicamente no lugar da tartaruga e reflectindo, tal como os outros grupos o fizeram, chegou a uma boa conjectura que não teve tempo sequer de escrever no papel.

O grupo das *Borboletas* dedicou-se por inteiro ao objectivo de desenhar um sol raiado; desejo esse, formulado já na sessão anterior. De casa traziam já uma conjectura:

repete 360 [av 2 esq 1 dta 90 av 90 re 90 esq 90]



O efeito era para eles magnífico, mas sugerimos-lhes que afastassem mais os raios de sol, alegando que nos pareciam demasiado próximos.

Aceitaram a nossa sugestão, embora não parecessem muito entusiasmados A primeira tentativa baseou-se apenas numa alteração do parâmetro da primitiva repete:

repete 80 [av 2 esq 1 dta 90 av 90 re 90 esq 90]

Depois voltaram à "forma original", mas só à quinta tentativa e mediante a nossa sugestão se aperceberam que a alteração teria que ser feita pelo menos no primeiro avanço da lista entre parêntesis:

repete 360 [av 2 esq 1 dta 90 av 90 re 90 esq 90]

Então tentaram:

repete 360 [av 10 esq 1 dta 90 av 90 re 90 esq 90]

Mas o diâmetro aumentou de tal forma que extravasou os limites da folha. Ter-se-ia neste caso que compensar o aumento do avanço com o aumento da curvatura.

Embora neste caso (em que se pretende afastar os raios mantendo o diâmetro) se tenham articular o avanço com a rotação e até com o parâmetro da primitiva repete para obter o efeito desejado, esta dificuldade em compreender a estrutura da programação ao ponto de nem sequer o grupo experimentar alterar qualquer uma das outras duas instruções, deveu-se muito provavelmente ao interesse de alguém pelo trabalho em Logo, que pura e simplesmente lhes terá dado a programação para a mão, não lhes dando a oportunidade de a construírem em conjunto.

E assim, dada a escassez de tempo, o grupo das *Borboletas* chegou ao final da sessão sem conseguir alcançar este objectivo.

O grupo dos *Marcianos* que se vinha afirmando como um grupo bastante empreendedor, teve ao longo desta sessão uma prestação modesta. Notámos algum desinteresse por parte dos rapazes do grupo que se limitavam a pouco mais do que passar para a janela de texto as conjecturas que as raparigas, mais laboriosas, conseguiam estruturar. As letras *L, N* e *V* foram as primeiras a ser testadas. As duas primeiras foram bem sucedidas, enquanto que a última ficou inclinada no sentido anti-horário como já adivinhávamos na sessão anterior.

De seguida, partiram para o objectivo de desenhar uma árvore. Um esboço traçado na folha de rascunho mostra a intenção de traçar uma circunferência (copa da árvore) apoiada sobre um rectângulo (tronco). Após três tentativas, os alunos conseguiram desenhar as duas partes do desenho, mas não as chegaram a articular de forma satisfatória.

Desta sessão ressaltaram também alguns aspectos menos positivos:

Dois grupos estavam um pouco desmotivados: os *Marcianos* e os *Dinossauros*.

O acesso restrito ao computador, bem como ao próprio professor parecia causar algum desânimo. Os alunos pareciam mais ansiosos por experimentar do que em reflectir mais profundamente sobre o seu trabalho. A tendência de fazerem ajustamentos a conjecturas elaboradas em frente ao computador, em vez de reflectirem mais profundamente nas mesas sustenta esta tese. O facto de recorrerem em demasia à ajuda do professor demonstra também a fraca predisposição para reflectir. Por outro lado, este clima dificultou o nosso acompanhamento dos grupos e colocou obstáculos a uma recolha dados mais rica e atenta.

Pareceu-nos que um certo clima de competição que prevalecia na sala de aula seria responsável por boa parte da ansiedade que se fazia sentir. A nosso ver, uma forma de ultrapassar esse obstáculo poderia passar pela convergência de objectivos. Isso implicaria eleger um projecto comum e congregar esforços nesse sentido.

5.ª Sessão: Fase 2 – Inclusão do Filinto /definição do objectivo comum

(3/5/2004)

Esta sessão serviu essencialmente para fazer um ponto da situação: se por um lado vivíamos um clima de pouca cooperação, por outro, tínhamos uma boa razão para congregar esforços - o Filinto.

O aluno até à data não tinha ainda tido a oportunidade de colaborar com os seus colegas na exploração do Logo. Desenvolvia outras actividades, acompanhado pela sua professora de apoio.

Por nossa sugestão a turma abraçou o objectivo de ajudar o Filinto a "brincar com a tartaruga", tendo ficado distribuídas tarefas pelos diferentes grupos.

Este aluno, que já na sessão anterior tinha ficado a saber que nesta sessão teria o privilégio de dispor de um computador portátil para si, ficou entusiasmado quando o colocámos na sua mesa.

Antes de darmos início à sessão fomos confrontados com a Clara do grupo das *Borboletas* que orgulhosamente nos mostrou um gráfico que trazia de casa e que era nada mais, nada menos, do que o objectivo que o seu grupo tinha perseguido na sessão anterior: um sol raiado; mas com os raios mais distanciados do que aquele que tinha trazido também de casa, nesse mesmo dia. Como o objectivo desta sessão não era o de dar continuidade ao trabalho das sessões anteriores, manifestámos o nosso apreço pelo trabalho, mas tivemos que lhe pedir que o guardasse no arquivo. Naquele momento conformou-se, mas já no decorrer da sessão voltou a perguntar-nos:

- *E o meu Sol?*

Não podemos negar alguma desilusão no seu rosto, mas face à manifesta necessidade de rever a organização do trabalho, este momento de abandono dos pequenos projectos mais pessoais teria mais tarde, ou mais cedo, que acontecer. Pedimos-lhe que o arquivasse e prometemos-lhe que nos esforçaríamos por retomar aquele trabalho, mais tarde.

Iniciámos a sessão questionando os alunos quanto aos aspectos positivos e negativos do trabalho que tinham vindo a desenvolver, com o intuito de os levar a reflectir sobre a ansiedade e a precipitação que parecia ter condicionado negativamente a sua acção e reflexão. As respostas deles eram poucas, mas apontavam mais no sentido de que a experiência estava a ser positiva, o que nos levou a crer que não reconheciam o problema. Mesmo assim expusemos as nossas impressões e sugerimos que a partir deste momento a turma passasse a trabalhar para o mesmo objectivo.

Então, a turma começou a mostrar mais entusiasmo pelo diálogo e desde logo começaram a surgir sugestões para o projecto comum:

- *Um carro*. Sugeriu o Simão;

- *Um Jipe*. Acrescentou o Mauro.

Uma série interminável de sugestões teria surgido se não acabássemos por apelar para uma reflexão à posteriori e recolocar a questão da participação do Filinto, como condição prévia para uma efectiva participação de todos no projecto.

Começámos por fazer um ponto da situação deste aluno no que concerne àquilo de que ele é capaz de fazer, com vista a fazer emergir a ideia da adaptação do teclado do portátil. Lembrámos aos alunos que esta primeira tentativa poderia não ser bem sucedida, e que muito provavelmente sentiríamos necessidade de a rever.

Enquanto decorria este diálogo, era notória a alegria do Filinto face a esta nova ferramenta que parecia afigurar-se-lhe como uma importante promessa: mexia no rato e alterava a inclinação do écran, explorando o seu novo interlocutor. Face à sua curiosidade, resolvemos interromper por um instante o diálogo e ligar-lhe o computador para que ele contemplasse a bela paisagem que tinha no "ambiente de trabalho".

Como apenas o grupo dos *Jaguares* tinha experiência de trabalhar com procedimentos e poderia ser com a criação de procedimentos que poderíamos resolver o problema da inclusão do Filinto,[59] pedimos a estes alunos que partilhassem com a turma a sua experiência com os procedimentos.

Com a nossa ajuda o grupo tentou explicar como funcionam os procedimentos e para tal, aproveitámos para lembrar que na primeira sessão lhes tínhamos dito que a tartaruga, não trabalhava apenas com a sua própria linguagem, como poderia também aprender palavras novas. Esquematizámos no quadro alguns exemplos de procedimentos que o grupo dos *Jaguares* criou, e renovámos o desafio:

- *Não podemos fazer a mesma coisa aqui com o Filinto? Como é que podemos pôr o Filinto a carregar numa tecla para a tartaruga avançar? O Filinto não é capaz de carregar na tecla L?*

Pedimos a este aluno que nos confirmasse. Como ele não conhecia o *L*, tivemos que lhe mostrar no quadro a sua forma e ele encontrou de imediato, a tecla correspondente.

---

[59] É de notar que o facto do grupo dos *Jaguares* ter atribuído como nome de cada um dos procedimentos uma única letra tornou mais relevante a sua experiência, para o efeito aqui pretendido: permitir que o Filinto manipulasse a tartaruga premindo uma única tecla.

As primeiras sugestões dos alunos apontavam para procedimentos contendo instruções com parâmetros demasiado elevados:

av 100

dta 90

Confrontados com a eventualidade do Filinto querer traçar figuras pequenas, os alunos acabaram por compreender que os parâmetros teriam que ser mais pequenos e repetidos, se necessário.

Os procedimentos foram planeados no quadro um por um:

av 5

re 5

dta 5

esq 5

Inicialmente, os alunos atribuíram nomes (neste caso - letras) aos procedimentos de forma aleatória. Não nos preocupámos em limitar de início as suas escolhas, para que ficasse bem claro que a escolha do nome é mesmo arbitrária e pessoal. Só mais tarde, chamámos a atenção dos alunos para as vantagens (em termos de percepção) do facto do Filinto poder encontrar as teclas numa disposição tal, que de forma intuitiva, lhe desse indicações quanto às correspondentes acções da tartaruga.

Este momento revelou-se oportuno para introduzir mais uma primitiva: limpaecrã.

Então com esta nova primitiva, planeámos um último procedimento que completou o conjunto que tínhamos em vista, cujo resumo de segue:

Nome do Procedimento	*Instruções*	*Efeito*
A	av 5	A tartaruga avança cinco passos
P	re 5	A tartaruga recua cinco passos
C	dta 5	A tartaruga roda 5º à direita
D	esq 5	A tartaruga roda 5º à esquerda
Não ficou registo	limpaecrã	Apagam-se os gráficos do écran

De seguida, dois alunos do grupo dos *Jaguares* (o Zeferino e a Silvana) foram mostrar aos colegas (cada um num dos computadores) como criar no Logo os procedimentos planeados no quadro e outros, a título de exemplo.

Ainda enquanto este trabalho decorria, aproveitámos para fazer um esquema no quadro representativo do teclado, com vista a levar os alunos a reflectir sobre a melhor escolha dos nomes a atribuir aos procedimentos.

Face ao esquema e confrontados com uma disposição das teclas pouco sugestiva, os alunos propuseram várias alternativas.

Após nova reflexão chegou-se finalmente a um acordo definitivo:

Nome do Procedimento	*Instruções*	*Efeito*
T	av 5	A tartaruga avança cinco passos
B	re 5	A tartaruga recua cinco passos
L	dta 5	A tartaruga roda 5º à direita
A	esq 5	A tartaruga roda 5º à esquerda
H	limpaecrã	Apagam-se os gráficos do écran

Distribuímos as tarefas por diferentes grupos: que cada um deles criou um procedimento no computador portátil, à excepção dos *Jaguares*, que tiveram a seu cargo a criação de dois. Nesta fase, alguns alunos dispersaram-se porque esta tarefa foi levada a cabo por um grupo de cada vez, em frente do portátil. Embora inicialmente tivéssemos em vista que esse trabalho se dividisse pelas duas máquinas, o que implicaria transferir de uma para a outra, o ficheiro Logo com uma disquete, no momento pareceu-nos mais interessante que esse trabalho fosse feito lado a lado com o Filinto. Esta pareceu-nos uma forma de o envolver o mais possível numa actividade, que ainda foi mais dos outros, do que dele, embora fosse ele o principal beneficiário

Posto o computador em frente deste aluno era visível não só a sua satisfação, como também o empreendimento de acções que prometiam que ele poderia vir a adquirir algum domínio sobre a tartaruga.

Como ainda tínhamos tempo, resolvemos voltar à questão do projecto. Pondo um ponto final na agitação dos alunos, relançámos a negociação. Mas mesmo antes de retomar a discussão, demos dois exemplos possíveis de como projectar o nosso trabalho final para a comunidade, visto que nos pareceu que esse aspecto poderia ter algum peso na escolha:

- Impregnar o gráfico final num painel de azulejo e aplica-lo à parede da escola;
- Divulga-lo num Jornal.

Daí surgiram logo outras sugestões, tais como divulga-lo na televisão e até ouvimos uma mais ambiciosa, que apontava para a divulgação da iniciativa num canal televisivo, enquanto os outros canais suspenderiam a sua emissão durante esse período de tempo:

- *Eles paravam todos os canais e só dava aquele, até acabar.* Zeferino

Visto que essa decisão poderia ficar para mais tarde e ser tomada em função da natureza do gráfico, optámos por deixar essa discussão para um momento mais oportuno e começámos a sondar as sugestões dos grupos quanto ao projecto em si.

No início, esta sondagem foi completamente aberta, e teve um momento em que pusemos à consideração da turma a possibilidade de deixar esta decisão para mais tarde, mas a motivação para a resolver de imediato era demasiado grande. Por outro lado, uma vez a escolha feita, permitir-nos-ia também desde logo a recolha de fotos e/ou outra informação relevante para que na sessão seguinte pudesse-mos iniciar já o trabalho.

O Filinto contribuiu também com duas ideias até ao momento originais e certamente, que a primeira teria grande significado pessoal:

- *Um computador e um camião*;

A pouco e pouco fomos restringindo as escolhas até uma única, da seguinte forma:

- Num primeiro momento admitimos todas as hipóteses formuladas por cada um dos grupos;
- Num segundo, pedimos aos grupos que apenas considerassem duas delas;
- De entre essas oito, a turma seleccionou cinco, das quais, por votação individual (braço no ar), foi escolhida a Ponte da Lagoncinha.

O resultado dessa votação foi:

Hipóteses	Adeptos[60]
Paço dos Duques de Bragança	4
Castelo de Guimarães	4
Um Ferrari	5
Ponte da Lagoncinha	6
O edifício da escola	0

Como somos da terra, conhecíamos a Ponte da Lagoncinha (que de resto é uma ponte que tem muito em comum com qualquer ponte romana), fizemos de imediato um esboço da ponte no quadro com vista a distribuir desde logo tarefas. Mas entretanto, lembrámo-nos que seria interessante fazer uma visita ao local. Confrontadas com esta possibilidade, tanto a professora da turma, como a colega da Educação Especial manifestaram o seu agrado pela ideia, mas esclareceram que essas visitas teriam que ser propostas ao Conselho Pedagógico e a próxima reunião só teria lugar no final do mês.

Face a este obstáculo institucional, considerámos que uma visita à posteriori já com o gráfico em execução, teria também interesse como forma de contrastar o monumento com a sua representação gráfica até então obtida, com base em fotos. Decidimos então contactar desde logo o órgão de gestão, no sentido de procurar abreviar os procedimentos instituídos.

Com o esboço da ponte no quadro, os alunos dividiram o trabalho em quatro partes:

- o tabuleiro;
- os arcos;
- os contrafortes;[61]
- o preenchimento da superfície.

---

[60] Apenas se podem contabilizar 19 votos, porque neste dia a Maria faltou à escola.

[61] Estruturas de suporte do tabuleiro da ponte cujo objectivo é o de oferecer resistência à força da corrente impedindo o seu desmoronamento. Embora nos refiramos agora a esta estrutura utilizando esta terminologia, nas primeiras sessões não o pudemos fazer, porque as pesquisas não era concludentes no início. Desta forma, os alunos adoptaram provisoriamente o termo *talha-mar* para se referirem ao contraforte até à 8ª sessão.

Como se verificaram alguns conflitos na atribuição de tarefas, tivemos que ”tirar à sorte” para o efeito.

Desse processo resultou a seguinte distribuição:

Grupos	*Tarefas*
Borboletas	Preenchimento
Marcianos	Arcos
Jaguares	Contrafortes
Dinossauros	Tabuleiro

Constatado o incómodo que até aqui tinha causado (a nós e à turma da sala de onde o retirávamos) o encargo de deslocar e montar diariamente o computador do 1.º andar para sala de aula com os respectivos periféricos, bem como todo o equipamento de recolha e registo de imagem/som que trazíamos e agora também o portátil, decidimos por sugestão da professora da turma voltar a deixar definitivamente o computador (e periféricos). Isto veio-nos permitir economizar tempo e proporcionar às crianças, no dia-a-dia, a possibilidade de explorar o Logo na escola.

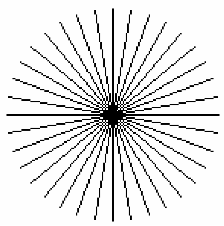
6.ª Sessão: Fase 3 – Trabalho em torno do objectivo comum

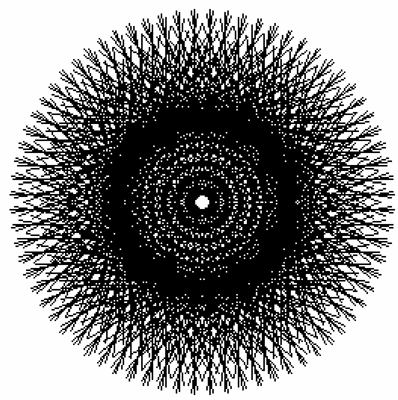
(4/5/2004)

Antes do início da sessão, enquanto aguardávamos o regresso dos alunos após o intervalo, quatro meninas mostraram curiosidade em explorar o Logo no computador portátil que se encontrava na mesa do Filinto. Encorajámo-las nesse sentido e mostrámos também como a tartaruga poderia traçar gráficos de belo efeito, tais como:

```
Repete 36 [av 70 re 70 dta 10]
```

```
repete 36 [repete 36 [av 70 re 70 dta 10]
av 10 dta 10]
```





A sua reacção foi de espanto, como é natural e a Maria que tinha faltado na sessão anterior, começou de imediato a efectuar alterações à estrutura da nossa programação procurando novos efeitos.

Uma reflexão havida em casa pela nossa parte, mostrou-nos que a tarefa que ficou atribuída ao grupo das *Borboletas* (preenchimento), para além de complicada fazer-se de raiz (criar um padrão de preenchimento que teria que respeitar os contornos), tinha também um inconveniente maior: os alunos deste grupo apenas poderiam proceder a este trabalho quando o desenho da ponte estivesse concluído, o que significa que enquanto os restantes grupos trabalhassem, aquele teria que aguardar e vice-versa. Por outro lado, explorando novas possibilidades do Logo encontrámos uma primitiva (fixatrama) que permite preencher qualquer superfície fechada com diferentes tipos de padrão, de entre os quais se destaca o padrão dois que produz um efeito que se assemelha ao aspecto das pedras da ponte. Portanto essa tarefa poderia ser fácil e rapidamente levada a cabo por qualquer grupo na fase final.

Face ao exposto, lembrámo-nos então que este grupo poderia coordenar os trabalhos dos outros grupos: o facto de este grupo vir a funcionar como uma "ponte" entre os diferentes grupos poderia também contribuir para o reforço dos laços de cooperação que eram também no momento, nossa especial preocupação.

A responsabilidade de coordenar os trabalhos dos outros três grupos, englobaria tarefas como:

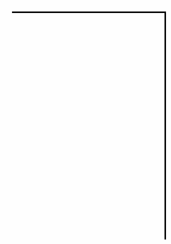
- garantir que as dimensões das diferentes partes da ponte se ajustassem umas às outras;
- garantir o máximo aproveitamento da folha de desenho;
- garantir uma boa proporcionalidade.

A sessão teve início com a nossa proposta à turma de redefinir o papel do grupo das *Borboletas*. A nossa sugestão foi bem aceite, visto que o grupo também não estava bem conformado com o papel que a sorte lhe tinha ditado na sessão anterior.

O Filinto começou com o acompanhamento da professora da turma, a tentar desenhar gráficos. O seu empenhamento e alegria eram evidentes e, já não nos restavam muitas dúvidas de que o aluno iria ser capaz de desenhar, apesar de algumas dificuldades serem também visíveis: o aluno premia outras teclas involuntariamente, e pressionava a mesma tecla demasiado tempo, o que provoca uma repetição do respectivo símbolo na janela de texto, de forma consecutiva (sem espaços). Neste caso, como o Logo não aceitava as instruções e emitia uma mensagem de erro, que era encarada pelo aluno de forma hilariante.

Após a obtenção de um gráfico semelhante ao seguinte, o aluno chamou-nos dizendo:

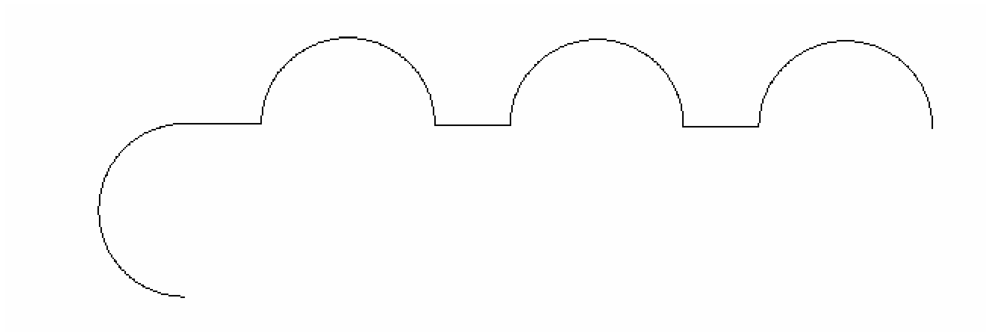
- *Professor Paulo. Olhe como está a ficar!*



Todos os grupos tinham uma fotografia da ponte e tentavam começar de alguma forma com a sua parte do trabalho. Mas ninguém sabia muito bem por onde começar. Faltavam referências. Este foi um daqueles momentos em que tudo parece estar a correr mal e chegámos até a duvidar que alguma vez fosse possível o projecto concretizar-se. Alguns alunos dispersavam-se, outros questionavam muito e pensavam pouco e outros entregavam nas mãos dos colegas de grupo a responsabilidade das decisões.

A ideia de que este clima seria improdutivo só começou a desfazer-se ao longo da sessão, à semelhança do que aconteceu nas sessões anteriores. Foi no final da sessão que sentimos alguma emoção ao verificar que afinal, os alunos avançaram até mais do que esperávamos.

O grupo coordenador (*Borboletas*) tinha já chegado à conclusão que as dimensões da ponte teriam que ser de 750 passos de comprimento e 120 de altura e estavam já a condicionar com estes valores o trabalho dos *Marcianos* que por sua vez tinham já chegado ao gráfico:



Embora não encontremos nas folhas de rascunho a programação para este gráfico, porque ele foi obtido por melhoramentos sucessivos no computador, ele foi impresso na sessão e consta do arquivo. O facto do Filinto sair mais cedo desta vez, disponibilizou mais um computador, permitindo uma maior permanência dos grupos junto da tartaruga, o que levou também a que muitas conjecturas fossem melhoradas, sem que ficasse registo dessa evolução. Por outro lado, o portátil não estava ligado a nenhuma impressora e como tal, não permitia levar os gráficos para a mesa, para reflexão.

Este gráfico deu origem a um percurso interessante dos *Marcianos*, na medida em que os conduziu por um trabalho de reflexão e cálculo com interesse:

Dado o comprimento total da ponte pelo grupo coordenador, os *Marcianos* teriam que agora que redimensionar o seu gráfico para esse valor (750 passos). Foi a ocasião apropriada para lhes mostrarmos a régua que surge no écran quando digitamos av – enter.

Desta forma mostrámos ao grupo como se pode medir, sem ter que imprimir.

O grupo concluiu que uma sequência de dois arcos consecutivos, iguais àqueles que desenharam media 280 passos (medidos rectilineamente).

Na mesa de trabalho, sem qualquer ajuda, terão feito o seguinte raciocínio que está documentado na folha de rascunho:

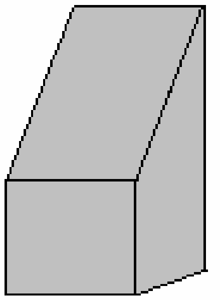
- Se dois arcos medem 280 passos, seis arcos medem três vezes mais. Portanto, seis arcos medirão:

$$280 \text{ passos } X\ 3 = 840 \text{ passos}$$

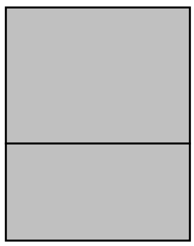
Vemos também um esboço dos seis arcos e respectivos intervalos e ainda a operação de divisão: 50/5 = 10, que nos leva a supor que o grupo procurava encontrar o valor a subtrair ao comprimento de cada um dos cinco intervalos entre os arcos de modo a que o comprimento total do conjunto fosse igual ao comprimento do tabuleiro da ponte, mas provavelmente terão cometido um erro:

O valor total a subtrair não seria de 50 passos, mas sim de 90, visto que o comprimento total assumido foi de 750 passos.

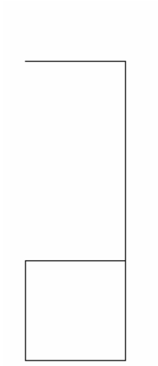
O grupo dos *Dinossauros* tinha os contrafortes da ponte bem visíveis na foto, mas a imagem da ponte estava em perspectiva, enquanto que o nosso objectivo era apenas de fazer uma projecção do tabuleiro do seu lado jusante. A selecção das faces do contraforte a considerar para o desenho, parecia ser uma tarefa difícil: Enquanto que na foto o contraforte tinha o aspecto:



Em projecção, a sua representação seria diferente:



O último conjunto de instruções encontrado na folha de rascunho do grupo: av 100 dta 90 av 100 dta 90 av 100 dta 90 av 100 re 100 dta 90 av 100 av 200 esq 90 av 100 esq 90, correspondia a um gráfico quase completo:



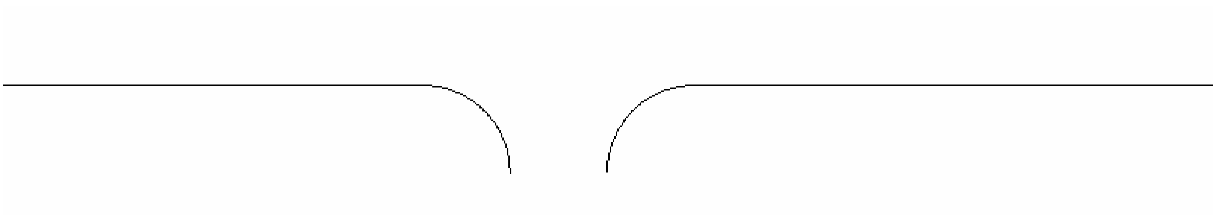
Entretanto, o grupo acabou por completar (com a instrução av 200) no computador a sua conjectura.

O grupo dos *Jaguares* tinha a incumbência de desenhar o tabuleiro da ponte. No entanto, um dos seus elementos mais dinamizadores (o Zeferino) esteve demasiado envolvido com o trabalho do seu colega de grupo – o Filinto, de tal modo que delegou em larga medida a sua quota-parte de responsabilidade nos colegas. De entre estes, foi a Maria que à semelhança das sessões anteriores em que esteve presente se empenhou mais no trabalho.

Como tinham constatado que o tabuleiro da ponte tinha uma certa curvatura, mais pronunciada nos extremos, apostaram na conjectura:

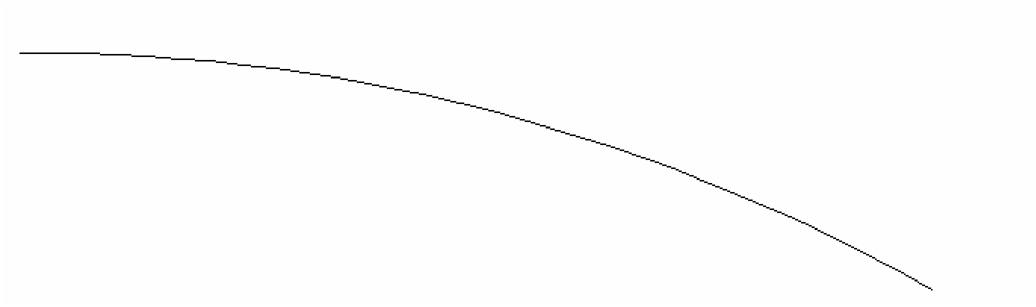
repete 90 [dta 1 av 1] av 620 repete 90 [dta 1 av 1]

Com o resultado:



Reflectindo sobre este resultado, o grupo testou uma outra conjectura no écran, (que não se encontra no rascunho, embora uma outra lá conste com os parâmetros trocados) onde o problema da curvatura foi quase ultrapassado, mas que não foi satisfatória porque tinha um declive acentuado e o comprimento era ainda insuficiente (610 passos medidos sobre a curva):

repete 30 [av 21 dta 1]



Desta conjectura não ficou nenhum registo porque ela foi melhorada no computador.

Este grupo não teve tempo para avançar mais e a sessão teve que ser interrompida rapidamente, devido ao adiantado da hora, apesar dos repetidos apelos de alguns alunos como o Simão, do grupo dos *Marcianos*, no sentido de lhes ser permitido testar ainda uma última conjectura. Esta tem sido aliás, uma reacção comum às sessões anteriores.

No final da sessão as quatro alunas que antes do seu início exploraram no computador portátil alguns gráficos de belo efeito, quiseram saber mais sobre o funcionamento do nosso equipamento, de recolha de imagem, colocando-nos questões e fizeram questão de nos ajudar a transportar o equipamento até ao carro.

7.ª Sessão: Fase 3 – Trabalho em torno do objectivo comum

(10/5/2004)

Demos início à sessão precisando alguns termos relacionados com as partes da ponte. Na última sessão tínhamos ficado de procurar termos adequados para as diferentes partes da ponte, embora tivéssemos já algumas pistas.

Desta última pesquisa que efectuámos, tínhamos retirado as seguintes conclusões:

- A fachada lateral da ponte, que corresponde à representação que temos em vista realizar em Logo, recebe habitualmente o nome de paramento. Em diversas fontes consultadas as expressões paramento de jusante e paramento de montante estão associadas às vistas de jusante e de montante, respectivamente;

- As estruturas em forma de quilha que a montante “cortam” a água, e aquelas a jusante, que escoram toda a estrutura da ponte, oferecendo resistência à força da corrente, receberiam o nome: talha-mar.[62]

De seguida, fizemos um ponto da situação e lembrámos aos alunos que seria importante que registassem as suas conjecturas no papel, antes de as testarem.

O Filinto começou por formular o seu objectivo para esta sessão – “Uma casa”. A professora da turma que o acompanhava, perguntou-nos se tínhamos alguma tarefa para ele, ou se esperávamos que ele explorasse. Respondemos-lhe que éramos de opinião que explorasse uma vez que este aluno ainda não tinha adquirido bom domínio sobre o teclado, e portanto parecia seria mais benéfico continuar a fazer aquilo que os seus colegas fizeram durante quatro sessões: explorar perseguindo objectivos pessoais.

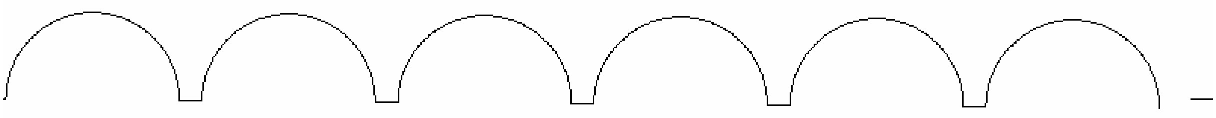
A professora traçou-lhe um rascunho de uma casa e deu-lhe. Ao fim de alguns minutos o Filinto tinha já um gráfico bem aproximado do objectivo.

Mais tarde, o aluno quis desenhar uma janela. Para tal, necessitaria da primitiva levantacaneta (ic) e baixacaneta (bc), e o grupo dos *Jaguares* que estava próximo, ajudou a professora no sentido de ultrapassar este problema.

O grupo dos *Marcianos* tinha seu cargo a tarefa de desenhar os arcos e começou logo por testar uma conjectura que já traziam pronta:

repete 6 [repete 180 [av 1 esq 1] dta 90 av 15 dta 90]

Cujo resultado:



[62] Mais tarde, viemos a concluir que estas estruturas têm duas partes independentes com nomes próprios: *talha-mar* do lado montante e *contrafortes* do lado jusante.

Como optámos por desenhar o alçado do lado jusante, a estrutura sobre a qual os alunos se debruçaram foi o contraforte, embora, no início não lhe tenham atribuído esse nome, mas antes- *talha-mar*.

Embora pareça satisfatório, a verdade é que media mais de oitocentos passos e tinha os intervalos muito estreitos para traçar os contrafortes.

Confrontados com o problema, o grupo questionou-se quanto ao que fazer para reduzir ao tamanho dos arcos. Qualquer alteração que se fizesse aos valores dos avanços elementares correspondentes aos arcos ou ao valor da amplitude das rotações, cujo valor se expressasse por um número inteiro, resultaria em grandes variações no tamanho dos arcos, o que neste caso não interessaria. Por outro lado, qualquer alteração ao valor da amplitude dos ângulos elementares de rotação implicaria uma alteração compensatória no número de repetições de modo a que o valor dessas repetições fosse divisor de 180 (para que os arcos mantivessem os 180º de amplitude).

Portanto, a opção que nos pareceu mais viável seria a de diminuir aos avanços elementares dos arcos, utilizando números decimais e aumentar os avanços correspondentes à largura dos contrafortes. Demos a sugestão de utilizar números decimais ao grupo e de imediato experimentaram uma conjectura cujo gráfico não cabia no écran:

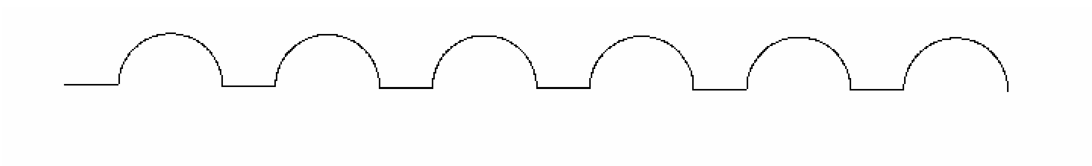
repete 6 [repete 180 [av 0.8 esq 1] dta 90 av 50 dta 90]

Depois, os *Marcianos* testaram outra, cujo gráfico já era mais pequeno mas ainda excedia os limites do desenho:

repete 6 [repete 180 [av 0.8 esq 1] dta 90 av 40 dta 90]

E finalmente:

repete 6 [repete 180 [av 0.6 esq 1] dta 90 av 35 dta 90]



À primeira vista, este gráfico parece pequeno, mas tínhamos que contar ainda com a extremidade do nosso lado direito que o grupo acrescentou e que media 35 passos. Este gráfico foi guardado já com a extremidade referida e recebeu o nome – arc.

O grupo colocou a tartaruga na extremidade esquerda do écran e recorreu à régua para medir a sua extensão deste gráfico. Como a régua tem um comprimento máximo de 200 passos, o grupo registou três avanços de 200 passos mais um avanço de 60, o que perfaz um total de 660 passos.

Embora não atinja os 750 passos desejados, é uma boa aproximação e foi dada como aceite pelo grupo.

O grupo dos *Jaguares* tinha a seu cargo uma tarefa importante (a traçagem do tabuleiro) e a sua última tentativa levada a cabo na sessão anterior estava já próxima daquilo que seria desejável, mas como não ficou registo desse trabalho, o grupo pegou numa outra que tinha na folha de rascunho:

repete 30 [av 1 dta 21]

Cujo resultado:

Perplexos com o gráfico, desenvolveram um trabalho de reflexão mais prolongado, do qual resultaram diversas conjecturas.

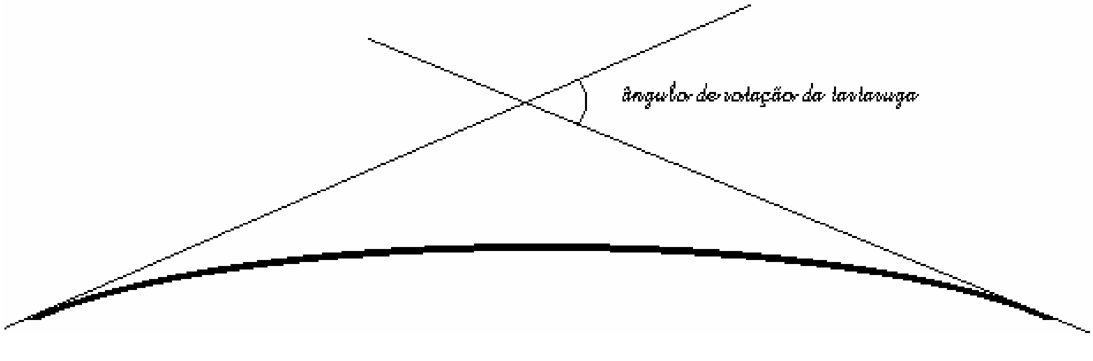
Tal como se explica abaixo, a dificuldade do grupo residia em articular as repetições com os avanços e as rotações:

repete 30 [av 15 dta 12] conduz às seguintes acções da tartaruga:

Avanço total: 30 X 15 passos = 450 passos[63]

Amplitude total de rotação: 30 X 12º = 360º

Este raciocínio não parecia estar a ocorrer espontaneamente, de modo que o nosso trabalho foi confronta-los com estas consequências. Para além dessa constatação o grupo teve também que escolher a amplitude dos ângulos elementares que a tartaruga teria que rodar para traçar o tabuleiro. Para tal traçámos um esquema no quadro para que reflectissem:



[63] Medidos sobre o arco

Questionados quanto ao ângulo em evidência adiantaram:

- *160*. Disse o Mauro;
- *80!* Corrigiu de imediato.

Face à dificuldade, resolvemos adoptar o ângulo recto como termo de comparação e de imediato todos reconheciam que aquele ângulo teria menos amplitude que o ângulo recto.

Mesmo assim, ainda persistiam em respostas como 60º e 70º, até que o Zeferino apontou para a estimativa de 30º.

Encorajámos a turma a elaborar uma conjectura para o arco, que correspondesse às duas condições:

- 30 graus de rotação;
- 660 passos de comprimento.

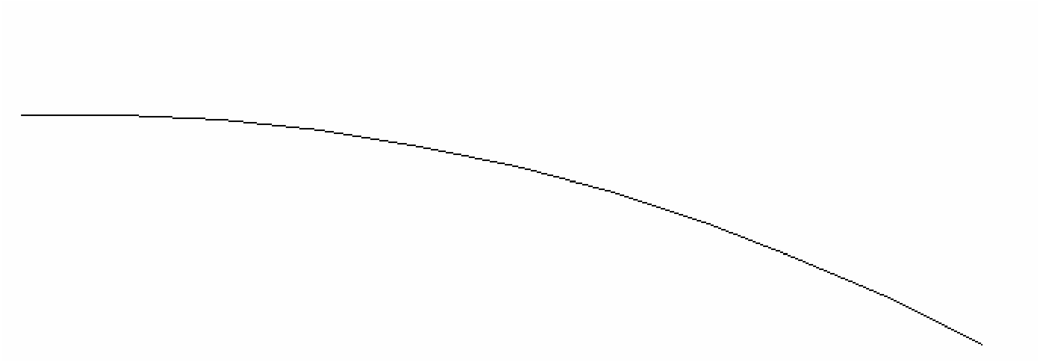
O grupo entregou-se à discussão e pediu a um elemento do grupo das *Borboletas* que lhes mostrassem um sol raiado que numa sessão anterior tinham traçado, bem como as respectivas instruções Logo. Quando nos abeirámos destes alunos verificámos que o gráfico que procuravam não era aquele que o grupo das *Borboletas* tinha dado como satisfatório, mas antes, um outro que devido ao seu raio de curvatura demasiado grande, extravasou os limites da folha.

Ao fim de algum tempo chamaram-nos e propuseram-nos uma solução que era a última de uma sequência de oito, de entre as quais destacamos as três últimas:

```
repete 10 [av 15 dta 3]
repete 10 [av 30 dta 3]
repete 10 [av 66 dta 3]
```

Esta sequência é reveladora de um percurso onde uma das condições esteve sempre garantida (a dos 30º de rotação) mas onde a verificação da outra condição (660 passos) se foi alcançando progressivamente.

Testada a conjectura no écran o grupo constatou aquilo que já tinha constatado na sessão anterior com uma solução semelhante: a linha não tem um eixo de simetria vertical:



Face à ocorrência, o Zeferino sugeriu de imediato:

- *Temos que levantar a tartaruga aqui, ao começar.*

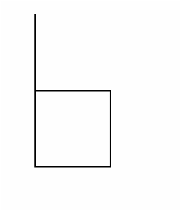
A opção de levantar 15 graus foi logo tomada e o gráfico ficou bastante aceitável.

O grupo dos *Dinossauros* teve o seu trabalho bastante condicionado, na medida em que as medidas a que teriam que obedecer os seus contrafortes dependiam de duas outras:

- a distância entre dois arcos consecutivos;
- a altura da ponte.

De entre algumas conjecturas provisórias encontrámos a seguinte que deu origem a um gráfico incompleto:

av 50 dta 90 av 50 dta 90 av 50 dta 90 av 50 re 50 dta 90 av 50 esq 90 av 50 dta 90 av 50



No entanto, verificámos que nesta sessão o grupo não só conseguiu construir o gráfico, como obteve duas versões: uma maior e outra menor, cuja largura está condicionada à largura de 35 passos, condição essa que resultou do trabalho dos *Marcianos*.

É de notar que a primeira versão estava legendada com as respectivas medidas em cada um dos segmentos que a compõem. Essas legendas referem-se não só ao próprio gráfico, como também aquele da versão seguinte e portanto tinha legendas cortadas que correspondiam ao próprio gráfico e novas legendas que provavelmente se refeririam ao novo gráfico a traçar, de seguida.

O grupo coordenador manteve-se sempre activo deslocando-se de grupo em grupo, dando sugestões: à excepção um dos seus elementos que revelava pouco interesse, os restantes pareciam ter-se empenhado bem no trabalho.

Apesar de termos lembrado aos grupos a importância de registarem no rascunho todas as conjecturas testadas, o grupo dos *Dinossauros* mostrou-se ainda pouco preocupado.

A professora da turma acompanhou o Filinto até dada altura. A partir daí ele ficou acompanhado pela professora da Educação Especial. O aluno continuava a mostrar bastante interesse, já dominava melhor as teclas e revelava boa orientação espacial.

No final da sessão conversámos com a professora da turma sobre o agendamento da visita de estudo à ponte. Dessa conversa resultaram diligências da nossa parte junto do órgão de gestão que autorizou essa actividade para o próximo dia 19 de Maio, dispensando-nos das formalidades previstas no Regulamento Interno.

De uma forma geral, os grupos mantiveram-se mais envolvidos no trabalho e enfrentaram desafios já mais ambiciosos. No final da sessão a Maria recolheu junto dos *Marcianos* a sua versão gráfica dos arcos, recolheu também o gráfico referente ao tabuleiro que o seu grupo elaborou e tentou fazer uma montagem, dobrando uma folha sobre a outra, obtendo assim uma promessa do que poderia vir a ser o trabalho final.

8.ª Sessão: Fase 3 – Trabalho em torno do objectivo comum

(12/5/2004)

Esta sessão distinguiu-se das anteriores pelo facto de termos adoptado uma estratégia diferente:

Uma vez que já tínhamos versões suficientemente elaboradas das diferentes partes da ponte, entendemos que seria então o momento de envolver todos os grupos na difícil tarefa de articular as partes.

A sessão não foi apenas diferente por esta razão, mas também por outras duas:

- Era o dia de aniversário da professora da turma e isso reflectia-se nos alunos;
- Os diferentes recursos tecnológicos, quase sem excepção recusavam-se a colaborar: o computador da sala de aula não tinha o atalho para o Megalogo no ambiente de trabalho, como habitualmente; o portátil do Filinto não abria o Megalogo e não deixava conectar o rato à respectiva porta (não encaixava) . Para completar este quadro, o software de captura de imagem acusava um erro relacionado com taxa de transferência de dados da unidade de disco rígido,

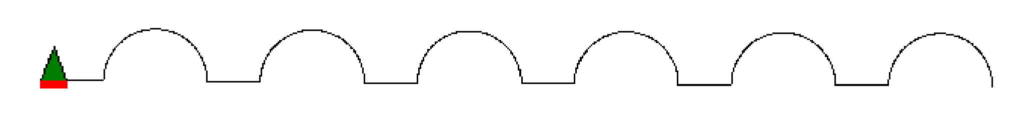
onde as imagens são habitualmente gravadas. Acreditando que o problema se poderia relacionar com o facto do disco estar ocupado com as imagens das sessões anteriores, resolvemos eliminá-las do disco rígido, visto que já as tínhamos em DVD, mas o problema persistiu. Experimentámos também baixar o valor da taxa de transferência de dados que constava das definições da configuração do programa de captura, mas igualmente sem êxito.

E assim, pela segunda (e última) vez neste trabalho, tivemos que nos resignar àquilo que nos pareciam ser "caprichos" da tecnologia: a opção pelo adiamento da sessão daria indicações aos alunos que era mais importante o registo de imagem/som do que o perseguição do objectivo que a turma tinha assumido. Como não queríamos de forma alguma transmitir essa mensagem, seguimos em frente, com os instrumentos de recolha de dados possíveis: observação, registo de incidentes críticos e registo do trabalho dos alunos.

Começámos por colocar no quadro um esboço de dois gráficos já obtidos (os arcos e os contrafortes) e a respectiva programação, tendo o cuidado de assinalar o ponto de chegada da tartaruga em cada um deles, bem como a sua orientação:

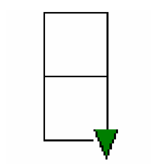
arc:

repete 6 [repete 180 [av 0.6 esq 1] dta 90 av 35 dta 90]



talhamar:

repete 3 [av 35 dta 90] av 35 re 35 dta 90 av 35 esq 90 av 35 dta 90 av 35 dta 90 av 35 dta 90 av 70



Aproveitámos a oportunidade para avaliar até que ponto os alunos compreendiam a estrutura da programação, desafiando-os a estabelecer uma correspondência entre as diferentes partes da programação e as respectivas partes do gráfico.

Debruçando-nos sobre o procedimento arc perguntámos aos alunos se reconheciam naquelas instruções algum “bloco” que cujo resultado fosse um arco.

Imediatamente a Carmo apontou:

repete 180 [av 0.6 esq 1]

Como os contrafortes e os arcos teriam que ser articulados entre si, pedimos aos alunos que sugerissem formas de articular os respectivos procedimentos, de modo a que a tartaruga desenhasse os dois consecutivamente, num único procedimento. Desse apelo resultaram três sugestões:

- Uma vez traçados os arcos, a tartaruga atravessaria em linha recta cada um dos seus cinco vãos sem deixar rasto (levantacaneta) e uma vez atingida posição de cada um dos cinco contrafortes a tartaruga passaria a deixar rasto (baixacaneta) e executaria as instruções do procedimento talhamar seguindo para o vão seguinte sem deixar rasto e assim sucessivamente;
- Uma vez traçados os arcos, a tartaruga percorreria de novo o mesmo percurso realizado para traçar os arcos sem deixar rasto, excepto quando atingisse a posição dos contrafortes onde executaria as respectivas instruções para os desenhar;
- No mesmo percurso que a tartaruga viesse a efectuar para desenhar os arcos, esta ao atingir o ponto em que de acordo com o procedimento talhamar se deve iniciar a traçagem deste gráfico, fá-lo-ia continuando o restante percurso entre contrafortes de acordo com o procedimento arc.

Estas três hipóteses surgiram dos seguintes grupos: *Marcianos*; *Borboletas* e *Dinossauros* respectivamente, já que os *Jaguares* não adiantaram nenhuma hipótese.

De entre estas três, a turma chegou facilmente a um consenso à volta da terceira solução. É de notar que nesta fase da discussão e apesar de nós querermos promover a discussão em torno destas três hipóteses, sem pôr em evidência a autoria de cada uma delas a verdade é que o grupo do *Dinossauros* insistia em reivindicar a autoria da terceira opção (a mais consensual).

Uma vez escolhido o caminho, renovámos o desafio aos alunos no sentido de articular os dois procedimentos. Para tal, tínhamos já distribuído por cada um dos grupos duas folhas, contendo os dois gráficos e a respectiva programação.

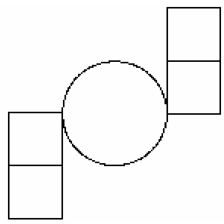
Uma questão com que fomos confrontados por parte do Simão, mas que parecia corresponder ao sentimento da turma, fez-nos pensar que este desafio seria demasiado ambicioso:

- *O Sr. Professor é capaz?*
- *Não sei! Mas acredito que vamos conseguir!* Respondemos-lhe.

Após uns momentos de perplexidade, as tentativas começaram a suceder-se a bom ritmo e os diversos grupos testavam as suas conjecturas, abrindo o procedimento arc e alterando-o. Para testar, escreviam simplesmente *arc*.

Os *Marcianos* foram os primeiros a lançar uma hipótese:

repete 6 [repete 180 [av 0.6 esq 1] talhamar dta 90 av 35 dta 90]

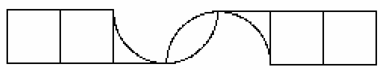


A consciência de que o contraforte teria que seguir-se ao arco parece clara nesta conjectura, no entanto, os alunos não tinham ainda a preocupação em posicionar convenientemente a tartaruga para que esta iniciasse a traçagem do contraforte no lugar certo e com a orientação pretendida.

De seguida, os outros grupos apresentaram também as suas sugestões, como foi o caso dos *Dinossauros*:

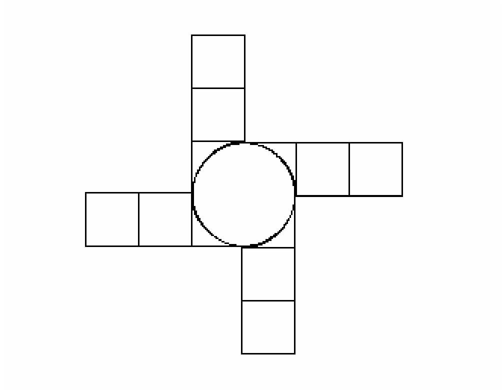
repete 6 [repete 180 [av 0.6 esq 1] dta 90 av 35 talhamar dta 90]

Esta conjectura está já bastante próxima do objectivo de traçar o 1.º contraforte no lugar certo (bastaria colocar o procedimento *talhamar* no final), mas não tem em conta a orientação da tartaruga para iniciar novo ciclo (traçar novo arco).



De seguida o mesmo grupo procurou melhorar:

repete 6 [repete 180 [av 0.6 esq 1] dta 180 av 35 talhamar dta 90]



Esta última conjectura era reveladora da preocupação em colocara tartaruga na orientação certa após a traçagem do arco, mas o mesmo não se passava relativamente à sua posição: as instruções que o grupo utilizou para colocar a tartaruga no início de um novo ciclo eram também insuficientes. Reflectindo sobre este problema, há que admitir que envolve uma certa complexidade, na medida em que a operação tem que obedecer a pelo menos, seis condições simultaneamente:

- reconhecer a posição e orientação da tartaruga no momento em que termina de traçar o arco;
- reconhecer a posição e orientação da tartaruga no momento em que inicia a traçagem do contraforte;
- saber como deslocar a tartaruga até esse ponto e coloca-la nessa orientação;
- reconhecer a posição e orientação da tartaruga no momento em que termina a traçagem do contraforte;
- reconhecer a posição e orientação da tartaruga no momento de iniciar a traçagem de um novo arco (um novo ciclo);
- saber como deslocar a tartaruga até esse ponto e coloca-la nessa orientação.

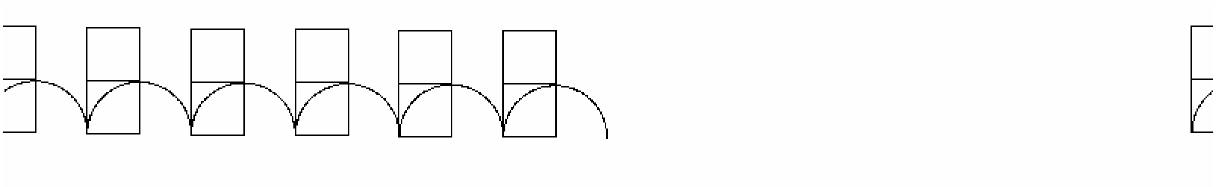
Apesar dos obstáculos, houve um grupo que correspondeu em larga medida a este desafio: recordamos que foram os *Marcianos* que tiveram a seu cargo a elaboração do gráfico correspondente aos arcos, o que à partida lhes terá dado maior facilidade de manipular a estrutura de programação sobre a qual todos os grupos se debruçaram – o procedimento arc.

Provavelmente este facto explica o bom desempenho que tiveram na sessão como a seguir se procura descrever.

Após a primeira tentativa, o grupo dos *Marcianos* tentou o seguinte:

repete 6 [repete 180 [av 0.6 esq 1] dta 180 talhamar dta 90 av 35 dta 90]

cujo resultado:



Está patente nesta conjectura a preocupação em orientar a tartaruga para cima logo após a traçagem do arco, mas descuraram o seu posicionamento. No entanto a ligação ao arco seguinte está garantida pela sequência que já existia – dta 90 av 35 dta 90. Portanto podemos concluir que o erro aqui se resume ao indevido posicionamento da tartaruga no momento de iniciar o contraforte.

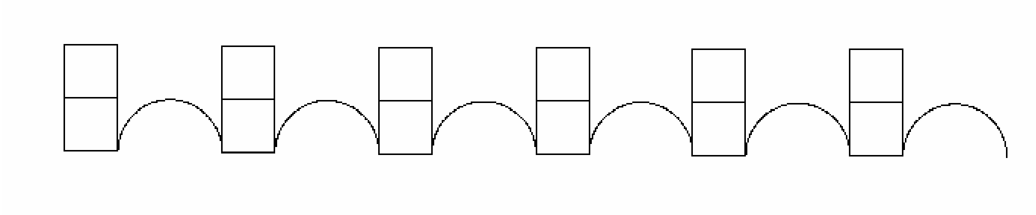
O resultado não era o desejado, mas parecia encorajador.

Após um período de maior reflexão e discussão havida neste grupo e num momento em que já nos preparávamos para terminar a sessão, sugerindo aos alunos que pensassem neste problema em casa, os *Marcianos* manifestavam grande empenho em testar uma última conjectura.

Uma vez que o grupo tinha acabado de empreender um esforço significativo em torno desta última conjectura, resolvemos conceder-lhe a derradeira oportunidade da sessão.

A Carmo apressou-se a colocar a tartaruga sensivelmente a meio da altura do écran encostada ao seu lado direito e digitou no teclado a sequência que já não acreditávamos ser possível nesta sessão:

repete 6 [repete 180 [av 0.6 esq 1] dta 90 av 35 dta 90 talhamar dta 90 av 35 dta 90]



Era claro para nós ainda uma imprecisão: numa visita que tínhamos já efectuado à ponte, constatámos que os arcos do meio da ponte têm maior altura que os dos extremos e quando na semana seguinte os alunos visitassem a ponte (dia 19) iriam constatar essa realidade. Quando eles se vissem confrontados com a necessidade de desenhar diferentes arcos, a programação, iria por certo complicar-se ainda mais, se continuasse a basear-se numa estrutura linear como neste momento o é (embora incluísse já um módulo - talhamar). O recurso à modularidade seria uma mais valia, na medida em que permitiria criar um sub procedimento diferente para cada arco e chamá-los um por um, "dentro" de um único procedimento. Isto permitiria traçar com simplicidade a sequência dos diferentes arcos. Para tal, seria importante conceber cada um dos procedimentos separadamente, mas de modo a que a posição e a orientação da tartaruga no final de cada um dos procedimentos fosse a mesma com que se inicia o procedimento seguinte e isso não parecia à partida difícil.

O grupo dos *Dinossauros* e das *Borboletas* revelaram também elevado nível de envolvimento, no entanto o grupo dos *Jaguares* encontrava-se mais disperso, interessando-se demasiado pelo o trabalho do Filinto.

Este aluno revelou uma dedicação permanente e beneficiou de um apoio contínuo dos seus colegas de grupo que à imagem do que se passou nas sessões anteriores se interessavam pelo seu trabalho. O Filinto já conseguiu traçar um rectângulo, embora com algumas imperfeições. No entanto, continuava a premir involuntariamente teclas que introduzem alterações ao gráfico pretendido.

9.ª Sessão: Fase 3 – Trabalho em torno do objectivo comum

(19/5/2004)

Visita de estudo à ponte

Durante o tempo que mediou entre a última sessão e a presente, efectuámos uma nova pesquisa bibliográfica sobre a história da ponte da Lagoncinha.

No Fundo Local da Biblioteca Municipal de V. N. de Famalicão que é uma área de acesso reservado, encontrámos uma publicação periódica da Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais de Março de 1987, exclusivamente dedicada à Ponte da Lagoncinha. Ali encontrámos diversas referências à sua origem e história, bem como alguma controvérsia gerada em torno destas questões (históricas), protagonizada por diferentes autores em diferentes épocas. A origem da ponte é um dos objectos dessa controvérsia, havendo teses que apontam para o tempo da permanência dos Romanos na Península Ibérica e outras que se situam esse momento no reinado de D. Afonso Henriques (séc. XII).

Mais do que isso, esta publicação contém diversas fotografias que ilustram obras de restauro havidas na ponte, bem como dois alçados da ponte em formato A3 referentes às seguintes vistas:

- o paramento de montante;
- o paramento de jusante.

Para além disso, esta consulta permitiu ainda corrigir e alargar o vocabulário que vínhamos utilizando nas sessões: as estruturas contíguas aos dois paramentos da ponte (situadas nos intervalos entre os arcos) que vinham sendo nomeados indiscriminadamente pelo termo *talha-mar*, surgem nas legendas nas fotos com as seguintes designações:

- do lado montante – Corta-rios;
- do lado jusante – Contrafortes.

Relativamente às primeiras o termo encontrado trata-se de um sinónimo daquele que vínhamos utilizando: *talha-mar*. Mas no caso do segundo a nossa nomenclatura teria que ser revista definitivamente, visto que vínhamos chamando *talha-mar* ao *contraforte*.

Um artigo dedicado à ponte da Lagoncinha a que também tivemos acesso e que integrava a edição de 13 de Maio do Jornal Cidade Hoje (publicação de âmbito regional) da autoria de António Máximo, permitiu-nos aceder a uma síntese da sua história. Esta, por sua vez constituiu-se também uma interessante proposta de leitura e análise para os alunos, que a professora da turma acolheu com entusiasmo.

Esta sessão iniciou-se com um breve diálogo que antecedeu a visita de estudo e que permitiu desde logo rectificar o aspecto da terminologia da arquitectura da ponte, e planear formas de fazer com que o Filinto pudesse contribuir com o seu empenho para o nosso trabalho.

Diversas sugestões surgiram, tais como: uma casa ao lado da ponte; um barco, aves em voo e o sol. Naturalmente que o próprio Filinto adiantava também possibilidades que pareciam mais próximas dos seus objectivos até aqui perseguidos na sala de aula, do que do enquadramento paisagístico da ponte:

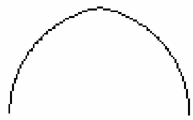
- um triângulo;
- uma casa.

Feito o percurso que nos levou à ponte pela margem direita, os alunos exploraram diversas perspectivas deste monumento e puderam comparar melhor os *contrafortes* e os *talha-mares* (*corta-rios*). Nessa comparação fizemos questão de utilizar o novo vocabulário de forma a vincar o melhor possível a relação entre os vocábulos e os respectivos referentes.

Naturalmente que outros aspectos do local se puseram também em evidência, tais como o aspecto lamentável das águas do rio, que apesar de tudo ainda conseguiam garantir condições de sobrevivência a alguns peixes (ciprinídeos), que pudemos observar num remanso de pouca profundidade. Eram também visíveis aglomerados de trapos de todas as cores que se prendiam sobre as silvas que “espreitavam” entre as pedras dos talha-mares. Este lixo atentava contra a imponência daquele monumento.

Das diferentes observações da ponte dos alunos resultaram essencialmente duas conclusões:

- Os arcos do meio são em geral maiores que os dos extremos;
- Os segundos, terceiro e sexto arcos contados a partir da margem esquerda não têm forma circular como os restantes. Têm um vértice na sua parte mais alta:



Na sessão seguinte os alunos teriam ao dispor os alçados da ponte, retirados da publicação que recentemente tínhamos consultado, onde figuram inclusivamente estes dois pormenores.

Entretanto ao longo das sessões que se seguiriam, os alunos viriam a explorar com a professora o artigo de Jornal que já referimos.

10.ª Sessão: Fase 3 – Trabalho em torno do objectivo comum

(24/5/2004)

O problema que nos tinha impedido de filmar na penúltima sessão foi ultrapassado. O programa de captura do filme que sempre esteve configurado para guardar as sucessivas capturas na unidade de disco rígido tinha perdido as suas definições de configuração e esperava que o filme se guardasse na unidade de DVD.

Desta vez, com “tudo a funcionar”, retomamos o trabalho que vinha sendo seguido até à penúltima sessão e que consistia em procurar criar e articular procedimentos para desenhar a ponte.

Mesmo antes de iniciar a captura de imagem, a Severiana do grupo dos *Marcianos* veio mostrar-nos orgulhosamente o resultado de uma pesquisa que fez na Internet sobre a Ponte da Lagoncinha.

Demos início à sessão com um diálogo retrospectivo sobre a visita à ponte, focalizado nos aspectos encontrados naquele monumento, susceptíveis de nos fazer rever os planos de trabalho.

A forma e o tamanho dos arcos foram de imediato apontados como aspectos relevantes. A propósito de uma intervenção do Mauro referindo-se aos “talha-mar”, aproveitámos para lembrar que os nomes até aqui atribuídos aos contrafortes teriam que ser revistos, ou então passaríamos a desenhar a vista de montante da ponte que essa sim, integra os talha-mares. Confrontados com a escolha, os alunos (após alguma indecisão), resolveram mudar o nome e manter o respectivo referente (contraforte). No entanto, o problema mais proeminente na ocasião era rever a programação para traçar os arcos, de acordo com as impressões da visita, do que mudar o nome do procedimento.

Partindo da análise do alçado jusante da ponte, procurávamos definir quantos tipos de arco é que se podiam distinguir na ponte. Na folha que distribuímos aos grupos figuravam os dois alçados (de montante e de jusante) como se pode ver na ilustração.

Se analisarmos os alçados que foram distribuídos ao grupo dos *Dinossauros*, verificamos que ele o interpretou devidamente, na medida em que legendou correctamente cada um dos arcos com numerais de um a seis nas duas vistas, apesar de os arcos se encontrarem em posições invertidas nas duas representações.

Da discussão havida no sentido de distinguir os possíveis tipos de arco, chegámos à seguinte conclusão:

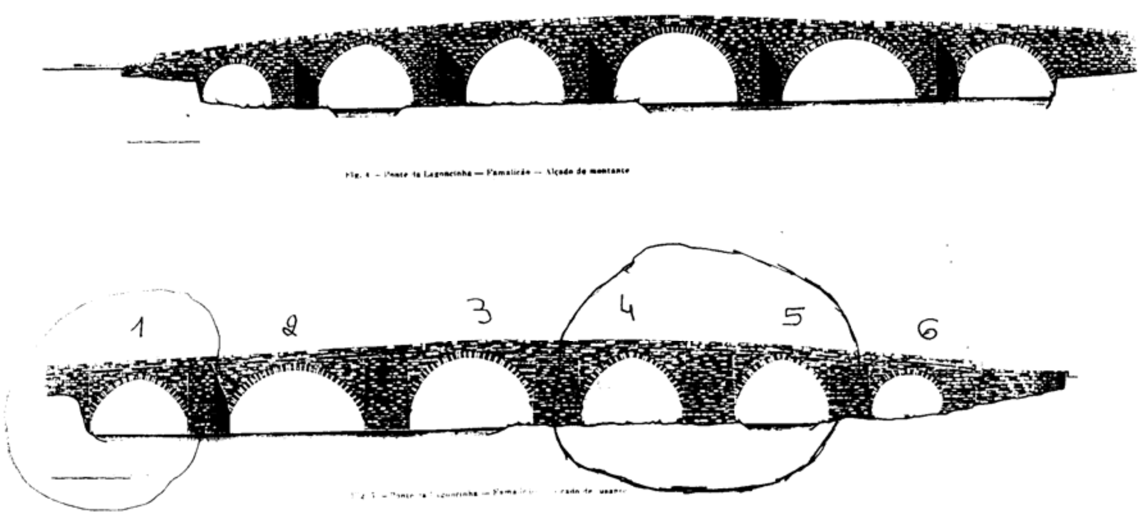


Ilustração 4. Notas do Grupo das Borboletas

Os arcos 1, 4 e 5 consideraram-se iguais, enquanto que os arcos 2, 3 e 6 seriam objecto de programação diferenciada. Questionados quanto ao nome a dar aos respectivos procedimentos, o Simão apresentou imediatamente uma sugestão para os três arcos iguais, que tem tanto de coerente, como de prática:

- *145!*

Quanto aos outros arcos, as sugestões dos colegas alinharam pela do Simão, atribuindo a cada procedimento um nome, utilizando o mesmo numeral que atribuíram aos arcos (2, 3 e 6). No entanto, desconfiávamos já que o Megalogo não aceitaria caracteres numéricos no nome dos procedimentos e de imediato manifestámos o nosso cepticismo.

Para desfazer as dúvidas, pedimos ao Simão que tentasse criar um procedimento, nomeando-o com caracteres numéricos. De imediato se confirmaram as nossas suspeitas: o Logo não aceitou.

Face a este obstáculo e querendo aproveitar a boa ideia dos alunos no sentido de nomearem desta forma os procedimentos, apostávamos ainda numa possibilidade: escrever os números por extenso. Então, tentamos encorajar os alunos a persistir naquela sugestão:

- *Mas nós gostamos daquela ideia, não gostamos?*

Questionados quanto à solução para o problema, os alunos não tiveram dificuldade em apontar esse caminho. O Albano foi o primeiro e logo um burburinho se criou na sala, ao qual a professora da turma pôs fim: ela seguia com entusiasmo a nossa discussão e não pode deixar de dar o seu oportuno contributo:

- P*rofessor Paulo.. e se fossem iniciais?*

De imediato o Albano reivindicou a autoria daquela ideia, tendo esta ficado assumida em definitivo.

Resumindo, os procedimentos a elaborar para os arcos passaram então a ter os seguintes nomes:

Arcos	*Nomes do Procedimento*
1	cqc
2	dois
3	três
4	cqc
5	cqc
6	seis

Uma vez que os arcos 2, 3 e 6 têm a mesma forma daqueles que já conseguimos traçar, a nossa preocupação orientou-se no sentido de encontrar soluções para desenhar o tipo de arco diferente ao qual os alunos chamavam "arco bicudo" (procedimento cqc).

O resto da sessão foi inteiramente ocupado com o objectivo de desenhar "um arco bicudo" e esta tarefa foi entregue a todos os grupos.

Inicialmente pensávamos que seria mais fácil: o grupo das *Borboletas* insistia connosco, dizendo que faltavam dados e pediam maior ajuda do que aquela que queríamos dar, enquanto outros grupos pareciam também estar em dificuldades.

No quadro, fizemos um esboço do gráfico a desenhar e percorremo-lo com o apagador. No vértice parámos e perguntámos o que a tartaruga teria que fazer naquele ponto. A resposta não se referiu às acções da tartaruga, mas antes ao seu resultado:

- *Um bico!* Mauro.

De seguida, o aluno especificou melhor:

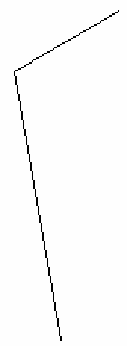
- *Vira para baixo.*
- *Mas ao virar ela está a caminhar e virar ao mesmo tempo, ou pára e vira?* Questionámo-lo;
- *Pára e vira!* Respondeu ele.

Com esta resposta o caminho parecia estar aberto, mesmo assim, não foi assim fácil.

Os *Dinossauros* tinham os dois elementos mais activos de más relações, o que permitiu aos restantes elementos assumir um maior protagonismo. O Sandro e o Sérgio foram hoje mais activos que nunca. O Sandro chamava-nos ao quadro e recorrendo ao transferidor procurava explicar e fundamentar as suas ideias.

As primeiras tentativas foram bastante rudimentares e "rectilíneas":

esq 10 av 180 dta 70 av 80



De início, o grupo das *Borboletas* esperava mais indicações. Num diálogo reflexivo connosco começou por chegar a algumas conclusões:

- A programação teria que ter três partes essenciais: um arco com menos de 90º; um vértice e outro arco igual ao primeiro;
- A soma de todas as rotações da tartaruga teria que ser de 180º.

Se analisarmos a folha de rascunho do grupo, encontramos uma linha de programação com três parâmetros aos quais foram atribuídos valores alternativos:

repete	60	[av 1 esq 1]	esq	30	repete	60	[av 1 esq 1]
	70			60		70	
				40			

Esses valores alternativos terão sido intencionalmente colocados com o intuito de estudar diferentes possibilidades.

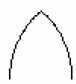
A primeira que testaram foi:

repete 60 [av 1 esq 1] esq 30 repete 60 [av 1 esq 1]

O somatório das rotações é de 150 (inferior a 180º)

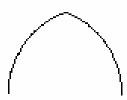
Depois testaram outra:

repete 50 [av 1 esq 1] esq 80 repete 50 [av 1 esq 1]



Confrontado com este gráfico cuja programação foi melhorada no computador, o grupo das *Borboletas* ficou bastante animado, mas mesmo assim achou que o vértice estava demasiado pronunciado e quis melhorar:

repete 70 [av 1 esq 1] esq 40 repete 70 [av 1 esq 1]



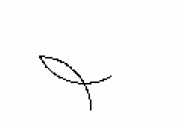
O grupo dos *Marcianos* foi dos que mais se dedicou à causa comum, tendo elaborado quatro conjecturas diferentes.

Questionado quanto à forma de traçar o arco "bicudo" o Simão foi peremptório:

- *Temos que fazer um quarto de círculo e depois outro.*

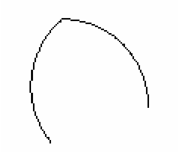
A primeira tentativa revela que o grupo estava consciente de que a programação teria as três partes essenciais que atrás referimos, mas não respeitava o valor total de180º de amplitude:

repete 90 [av 0.6 esq 1] esq 120 repete 90 [av 0.6 esq 1]



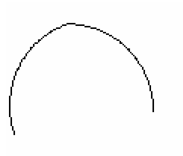
Identificado o bug, tentaram o seguinte:

repete 90 [av 1 esq 1] esq 40 repete 90 [av 1 esq 1]



Convencidos que o problema estaria apenas no ângulo do vértice, resolveram diminuir o ângulo de rotação da tartaruga, no vértice:

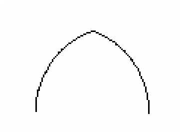
repete 90 [av 1 esq 1] esq 20 repete 90 [av 1 esq 1]



Confrontados com a inclinação do gráfico pediram-nos ajuda. Em diálogo connosco, o grupo reflectiu quanto ao valor da amplitude do ângulo de rotação da tartaruga ao longo do gráfico, comparando a sua orientação na posição de partida com a orientação na posição de chegada. Rapidamente a Carmo chegou à conclusão que teria que rodar 180º.

Provavelmente o grupo ter-se-á convencido que o problema não estaria também no ângulo do vértice e resolveu recuperar a penúltima conjectura - repete 90 [av 1 esq 1] esq 40 repete 90 [av 1 esq 1], diminuindo-lhe o comprimento dos arcos e a amplitude do ângulo de rotação que a tartaruga faz ao traçá-los, de modo a que esta, adicionada àquela que a tartaruga roda ao traçar o vértice, desse lugar a uma rotação total de 180º:

repete 70 [av 1 esq 1] esq 40 repete 70 [av 1 esq 1]

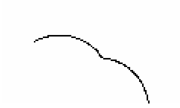


Este gráfico foi já uma boa resposta às intenções do grupo.

O grupo dos *Jaguares* teve dificuldades nas primeiras tentativas, aparentemente, porque assumiu nas suas conjecturas um conjunto de instruções para desenhar um arco elaboradas na sessão anterior pelo grupo dos *Marcianos*, sem compreender suficientemente como ela estava estruturada: se não vejamos:

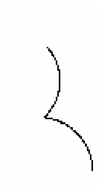
A sua primeira conjectura foi:

repete 85 [av 0.6 esq 1] dta 50 repete 85 [av 0.6 esq 1]



Na segunda temos:

repete 85 [av 0.6 esq 1] dta 130 repete 85 [av 0.6 esq 1]



Perplexos, pediram ajuda. Havia já algumas sessões em que não nos deslocávamos ao exterior para simular o movimento da tartaruga com o próprio corpo. Como verificámos que os alunos erraram no sentido de rotação do vértice, pensámos que estariam com dificuldade em se sintonizar com a tartaruga.

Traçámos no chão o gráfico e pedimos ao Mauro que o percorresse a partir do lado direito. Quando chegou ao vértice os seus colegas concordavam que realmente ele teria que virar à esquerda e não à direita, mas logo de imediato, o Zeferino e a Maria, apontando para o rascunho, lembraram:

- *Mas é que nós não começámos a desenhar do lado direito, mas sim do esquerdo*!

Foi então que compreendemos que o grupo não tinha reflectido o suficiente sobre a parte do programa que correspondia a cada um dos dois arcos que compõe o gráfico.

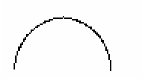
Este conjunto de instruções tinha sido por eles retirado do quadro preto, onde figurava dentro de um outro mais alargado, elaborado pelo grupo dos *Marcianos* na penúltima sessão e que permitiu articular os arcos com os contrafortes:

[av 0.6 esq 1]

Estas instruções indicam que a tartaruga vai rodando à esquerda à medida que vai avançando. Portanto, ela não começa pela esquerda, mas antes pela direita. Este parece ser mais um exemplo (tal como o caso do “sol raiado” da sessão n.º 4) da dificuldade que as crianças revelam em lidar com algo que não foi por elas próprias construído.

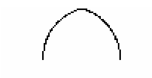
Desta forma, confrontando a estrutura da programação com as acções do próprio corpo, o grupo rectificou o bug e teve já em conta que o somatório das rotações da tartaruga teria de ser de 180º:

repete 85 [av 0.6 esq 1] esq 10 repete 85 [av 0.6 esq 1]

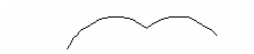


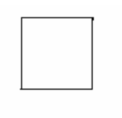
No entanto, como o vértice estava pouco pronunciado, o grupo decidiu finalmente melhorar um pouco mais:

repete 75 [av 0.6 esq 1] esq 30 repete 75 [av 0.6 esq 1]

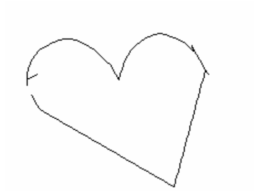


Nesta sessão o Filinto já conseguiu realizar cinco gráficos. O aluno tinha-se revelado uma criança muito motivada e persistente. À medida que ele obtinha gráficos que considerava relevantes, nós íamo-los guardando. Seguem-se apenas dois exemplos:





O próximo gráfico é talvez especial, porque para além do seu significado simbólico, foi obtido com a ajuda dos seus colegas de grupo: o Filinto começou por desenhar um pássaro em voo e depois os colegas sugeriram-lhe que desenhasse um coração e deram-lhe indicações nesse sentido:



O pássaro em voo é uma das possibilidades de participação do Filinto no trabalho final. Um bando de pássaros sobrevoando a ponte da Lagoncinha, foi já uma hipótese considerada pela turma como interessante.

Estivemos já depois da sessão a alterar as definições do teclado do computador portátil do Filinto, atrasando a velocidade de repetição das teclas, de forma a evitar que o aluno chame o mesmo procedimento duas vezes consecutivas, sem deixar espaço, quando prolonga demasiado o tempo de pressão sobre as teclas.

O facto dos colegas de grupo do Filinto se interessarem muito pelo seu trabalho não será apenas por razões de solidariedade para com ele, mas também pela necessidade natural de explorar o computador. Essa necessidade é manifesta no dia-a-dia, reflectindo-se de diversas formas:

- Os alunos prolongam sempre demasiado a sua permanência junto do computador, para além das regras instituídas de início;
- Tendem a melhorar as suas conjecturas no computador, em vez de o fazerem na mesa de trabalho.

Ficou-nos nesta sessão a impressão de que a pressão sobre o computador já foi menor, tendo havido grupos que revelaram maior disposição para reflectir, como foi o caso dos *Marcianos* e das *Borboletas*.

11.ª Sessão: Fase 3 – Trabalho em torno do objectivo comum

(26/5/2004)

Nesta sessão começámos por fazer um ponto da situação.

Traçámos previamente um esboço da ponte no quadro, onde legendámos cada um dos seis arcos com o nome do respectivo procedimento (nomes escolhidos na sessão anterior) e colocámos ao lado a lista de procedimentos que precisávamos, para traçar cada um dos arcos com as respectivas instruções até então conseguidas, mas incompletas: faltavam muitos parâmetros e instruções para posicionar e orientar a tartaruga entre procedimentos (traçar os contrafortes); no caso do procedimento para o arco 2, não colocámos sequer instruções.

O nosso objectivo era completar em grande grupo cada um dos procedimentos. Par tal, começámos por rever o trabalho efectuado nas últimas sessões, o que nos permitiu escrever as instruções do procedimento cqc (arcos 1, 4 e 5). De seguida desafiámos os alunos a elaborarem uma conjectura para o arco 2. Para tal, sugerimos-lhes que observassem com atenção o alçado da ponte e que comparassem esse arco com aquele que se encontra imediatamente à direita (o arco 3).

A opinião de que este arco era mais aberto que o arco 3 parecia consensual, no entanto, o arco em questão, apesar de ser mais aberto (ter menor raio de curvatura), era mais baixo que o arco vizinho (de maior curvatura) e isso parecia causar uma certa perplexidade.

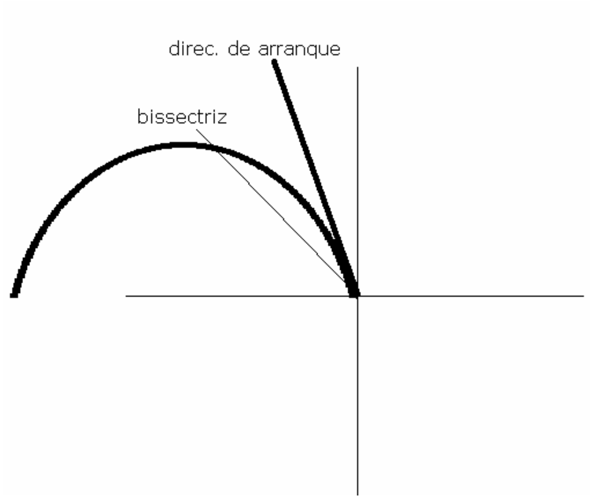
Sugerimos que os alunos comparassem a orientação a dar à tartaruga no momento de começar a traçar o arco 2 com a sua orientação no mesmo momento em que inicia a traçagem do arco 3. No entanto os alunos pareciam confusos e arriscavam pouco nas respostas.

O Albano argumentava que:

- *Quanto mais largo mais espaço ocupa;*
- *Mas quanto mais largo mais baixo é!* Defendeu o Zeferino.

Face à dificuldade demonstrada pelos alunos em reconhecer que esse arco tem menos de 180º, resolvemos simular o movimento da tartaruga no quadro, com o apagador deslizando-o sobre o arco lá representado. Desta forma os alunos reconheceram que ela já parte com uma pequena inclinação para a esquerda e chega ao final do arco também ainda com uma pequena inclinação, também para a sua esquerda. Questionados quanto ao valor dessa inclinação os alunos responderam com opiniões bastante díspares, o que nos fez pensar que estes poderiam não estar a considera-lo em relação à vertical, mas porventura em relação à horizontal, dado o elevado valor apontado por algumas respostas.

Decidimos então fazer um esquema no quadro representativo das direcções horizontal e vertical, da bissectriz do ângulo formado por estas, bem como da hipotética direcção da tartaruga no momento do "arranque":



Confrontados com o esquema, as sugestões dos alunos já apontavam para os valores 30º e 35º. Apesar de considerarmos demasiado elevada esta amplitude, preferimos que fossem os próprios alunos a constatar o exagero, do que estarmos nós a sugerir uma diminuição. Assim esse valor ficou assumido.

De seguida retomámos a nossa intenção de concluir o conjunto de instruções para este arco (arco 2).

Tínhamos no quadro:

esq 35 repete ____[av___ esq___]

Os alunos não revelaram grande dificuldade em admitir que a amplitude total do arco teria que ser inferior a 180º e avançaram o valor de 150 para a primitiva repete. Para a primitiva av pareciam querer atribuir o valor de três passos.

Se tivermos em conta que o arco cqc ("arco bicudo") tem um parâmetro de avanço de 0.6 passos para cada repetição, somos levados a admitir que a sua sugestão seria exagerada e chamámos a atenção dos alunos para o parâmetro da primitiva av do "arco bicudo". Então, novas sugestões se sucederam em grande número, tendo-se instalado alguma desordem, não se vislumbrando grandes hipóteses de acordo.

Face a tal indefinição, decidimos aceitar o valor inicial de três, apesar de sabermos que não resultaria. Fizemo-lo porque parecia claro que as crianças não tinham bem a noção das implicações das suas sugestões. Pareceu-nos que a constatação destas últimas no écran deveria ser mais convincente do que as impressões que podiam recolher daquela discussão.

Passámos para o procedimento três (arco 3). Este arco era circular e portanto os alunos já tinham em sessões anteriores elaborado conjecturas para este tipo de gráfico. O grupo dos *Marcianos* consultou os seus registos e encontrou parâmetros para os avanços facilmente aceites pela turma. Mas já no que concerne às rotações, o caso tornou a complicar-se: diversos alunos voltaram a sugerir grandes rotações, que por sua vez multiplicadas pelo número de repetições dariam lugar a valores despropositados.

Uma vez elaborados todos os procedimentos, era chegada a altura de esboçar o procedimento ponte. Olhando para o esboço da ponte e começando da nossa direita para a esquerda, fomos pedindo aos alunos que nos ditassem o nome dos sucessivos procedimentos que constituiriam o procedimento ponte. Nesta tarefa a turma revelou-se bastante competente não revelando dificuldades em sequenciar os diferentes procedimentos, tendo mesmo corrigindo um lapso por nós cometido.

Nesta sessão, ainda não quisemos incluir o tabuleiro para não complicar demasiado os trabalhos. Deixámos para as sessões seguintes essa última parte da ponte e optámos por nos debruçarmos sobre outro aspecto, que com estes procedimentos, ainda não tinha sido estudado: a articulação entre eles.

Colocando o apagador sobre o primeiro arco a ser traçado (arco 6) fizemo-lo percorrer, constatando que a sua orientação final não era favorável para a tartaruga seguir para o contraforte. Depois de alguma negociação ficou decidido que a tartaruga teria que ficar virada para cima (rumo zero). A partir daí partimos para reelaboração do procedimento para os contrafortes de modo a que este se articulasse com cada um dos dois arcos que o ladeiam. Assim, em conjunto, essa tarefa foi desenvolvida com boa celeridade.

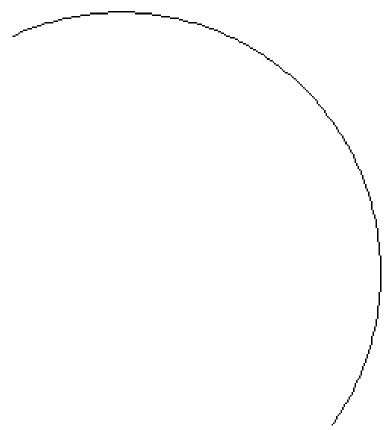
Para que este trabalho ficasse registado, os alunos passaram os procedimentos para a respectiva folha de trabalho e de imediato começaram a criar os procedimentos no computador. No momento em que o grupo dos *Marcianos* tentava criar o procedimento contraforte, verificaram que o Megalogo não aceitava aquele nome. Comunicámos à turma este imprevisto e solicitámos uma abreviatura. De entre diversas sugestões a hipótese cf acabou por vingar.

Tinha decorrido cerca de meia hora nesta sessão e o Filinto saiu sem que nos tenhamos apercebido, por nos encontrarmos demasiado absorvidos pelo trabalho dos *Marcianos*, no computador.

Entretanto, dada a disponibilidade do computador portátil, diversos alunos logo se abeiraram dele utilizando-o. Mais tarde, convidámos o grupo dos *Marcianos* a tentar testar o procedimento dois no computador portátil, enquanto outros grupos iam criando no *desktop,* os restantes procedimentos.

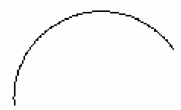
Na testagem do arco 2 identificámos logo um erro: em vez de colocarmos no início esq 35, colocámos dta 35:

dta 35 repete 150 [av 3 esq 1]



Corrigido o erro e dada a abertura exagerada do arco, o grupo reduziu o parâmetro do avanço de três para um:

esq 35 repete 150 [av 1 esq 1]



Confrontados com a exagerada extensão do arco, o grupo concluiu que teriam que diminuir ao número de repetições. Após diversas aproximações das quais não consta registo gráfico, uma vez que o portátil não estava ligado a nenhuma impressora, o grupo chegou a uma versão que considerou satisfatória:

esq 35 repete 112 [av 1 esq 1] dta 180

É claro que este percurso que o grupo fez por aproximações sucessivas foi pouco reflexivo. O grupo não teve em conta que ao levarmos a tartaruga a partir com uma dada inclinação em relação à vertical, estamos a retirar aos 180º, duas vezes o valor da amplitude de ângulo de inclinação (em relação à vertical) que ela tem à partida e à chegada. Portanto, neste caso, como a inclinação inicial era de 35º, a inclinação final teria o mesmo valor para que o gráfico tivesse um eixo de simetria vertical, como convinha. Retirado esse valor duas vezes aos 180º (de um arco de meia volta), restam 110º. Esse valor expressa a amplitude que o arco deveria ter. Confrontando este valor com aquele que o grupo obteve por aproximações sucessivas constata-se que está bastante próximo (112).

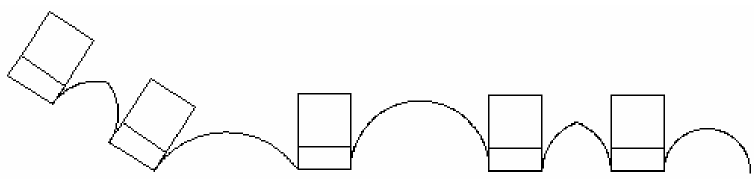
No entanto, prevíamos que os alunos viessem a ser novamente confrontados com a necessidade de fazer ajustamentos a este arco, (visto que tem pouca amplitude e a orientação da tartaruga no final não é rumo zero) e por isso seria importante que reflectissem, de forma a não só poderem manipular a sua amplitude, como também a sua curvatura, conjugando:

- o ângulo de inclinação inicial/final;
- o valor dos avanços;
- o valor das amplitudes das rotações elementares;
- o número de repetições destas duas últimas variáveis.

Entretanto, os diversos procedimentos foram sendo criados, até que o grupo dos *Dinossauros* criou o procedimento ponte. Neste trabalho de criação de procedimentos as crianças não tinham qualquer dificuldade, a não ser na manipulação do teclado, revelando tal como noutras ocasiões, pouca prática de trabalho com computadores.

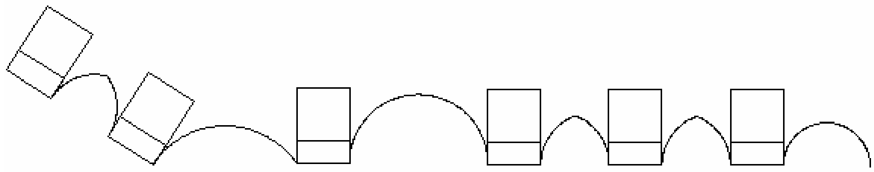
Chegado o momento de testar o procedimento ponte pela primeira vez, tínhamos:

seis cf cqc cf três cf dois cf cqc cf



Tendo constatado dois bug*s* (falta de um arco cqc e a deficiente orientação da tartaruga à saída do procedimento dois), o grupo dos *Jaguares* decidiu corrigir um deles- o arco em falta:

seis cf cqc cf cqc cf três cf dois cf cqc cf



É já um resultado animador, mas alguns aspectos teriam ainda que ser revistos:

- desproporção entre os arcos e entre estes e os contrafortes;
- orientação da tartaruga à saída do arco 2.

No final da sessão, lançámos o desafio aos alunos de pensarem sobre a forma como poderemos aumentar à altura do arco 2. Para tal, imprimimos quatro exemplares do último gráfico conseguido e distribuímo-los pelos quatro grupos.

Vinham-se acumulando evidências que apontavam para a hipótese de que esta turma precisava de pelo menos um computador por grupo. Eram demasiados os tempos mortos para os grupos que aguardam a disponibilidade deste recurso e o contacto com ele era demasiado efémero e pouco aprofundado. Parecia-nos que a motivação para melhorar acabava por ser afectada porque as expectativas de testar o resultado do esforço dos alunos eram baixas a curto prazo. A impaciência das crianças sugeria que o ciclo: *conjectura-teste-conjectura melhorada* deveria processar-se a um ritmo mais acelerado.

12.ª Sessão: Fase 3 – Trabalho em torno do objectivo comum

(02/06/2004)

Durante a nossa ausência a turma dedicou algum do seu tempo não só a estudar a história da Ponte da Lagoncinha, como também a elaborar uma notícia para o jornal do agrupamento de escolas que dava conta do trabalho que tínhamos vindo a fazer. O artigo teria que ser entregue naquele dia sem falta, o que nos criou alguma ansiedade em ver a "obra " adiantada para que esta pudesse integrar a página do jornal numa fase o mais adiantada, possível.

Vários alunos fizeram questão de nos dar a conhecer o texto que elaboraram, cujo título escolhido foi: "A Ponte Histórica*"*.

Distribuímos previamente uma folha por grupo, onde constava o último gráfico obtido, bem como a programação para cada sub procedimento e o procedimento ponte.

A nossa sugestão foi que os alunos confrontassem a última versão do nosso trabalho da sessão anterior com a imagem do alçado da ponte. Em face dessa confrontação, o Albano, tal como alguns dos seus colegas concordavam que havia pormenores a melhorar: aquele que apontaram de imediato foi o desalinhamento do primeiro e segundo arcos em relação aos restantes.

A origem desse desvio parecia estar identificada, como sendo qualquer anomalia no arco 2. No entanto quando incitados a localizar o bug, bem como a corrigi-lo, os alunos revelavam-se mais cautelosos, não arriscando sugestões concretas.

Com vista a que os alunos identificassem algumas regularidades levámo-los a constatar que:

- Tal como os restantes arcos, o arco 2 tinha como instrução final dta 180;
- A orientação inicial da tartaruga nos restantes arcos era de rumo 0, enquanto que no arco 2 era de 35º.

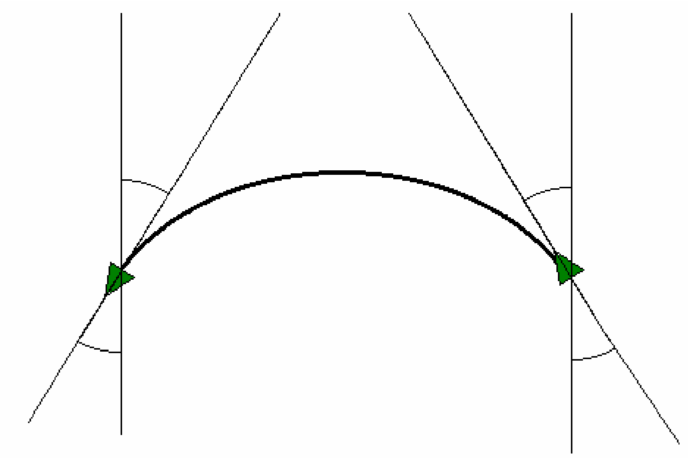
Quando pedimos aos alunos que confrontassem a orientação da tartaruga no final do arco 2 com a sua orientação no final dos outros arcos, tanto o Zeferino, como a Carmo pareciam reconhecer a diferença:

- *Quando acaba de fazer o arco, a tartaruga não fica completamente virada para baixo.* Carmo.

Questionados quanto ao valor da amplitude do ângulo de rotação que a tartaruga teria que rodar para ficar "virada para baixo", diversas sugestões se precipitaram de tal forma que apelámos à reflexão.

Para tal, entendemos que uma boa forma de avaliar o ângulo de inclinação da tartaruga à chegada, seria (por uma questão de simetria) avaliar o seu ângulo de inclinação à partida.

Analisando um esquema semelhante ao seguinte, os alunos pareciam reconhecer que a amplitude do ângulo em questão teria que ser igual à do ângulo de inclinação da tartaruga no ponto onde inicia a traçagem deste arco.



A opinião de que a amplitude desse ângulo seria de 35º parecia segura. No entanto, quanto ao sentido de rotação, surgiram divergências:

- *Então é direita 35!* Albano.
- *dta!* Mauro;
- *Ela vai ter que virar para a direita, ou para esquerda?* Nós.

Após algum esforço de sintonicidade, a turma aceitou a opinião da Carmo (esq 35).

No entanto, face a alguma divergência de opinião quanto à posição onde colocar esq 35 neste conjunto de instruções, lembrámos que o objectivo era colocar a tartaruga virada para cima (rumo 0) para poder iniciar correctamente o contraforte seguinte e não para baixo. O facto de este procedimento conter já esta instrução no início parecia baralhar o Albano:

- *Mas já está aqui esquerda 35!*
- *Mas é ao começar!* Lembrámos nós.

No entanto, em poucos segundos a turma chegou ao consenso de que teríamos que colocar esq 35 para a tartaruga se orientar para baixo, e finalmente a instrução dta 180 que já consta do procedimento, para que ela se orientasse para cima.

Chegado o momento de testar, lembrámos à turma que este procedimento estava já guardado no computador, sendo necessário apenas altera-lo. Pedimos ao Simão que o fizesse e logo outros colegas se manifestaram também disponíveis também para o teste.

Feito o teste, a turma constatou que: mesmo assim, apesar da correcção que permitiu alinhar os arcos da ponte, verificava-se uma diferença de altura demasiada entre o arco 2 e o 3.

Questionados quanto à possibilidade de aceitarmos o arco assim e passarmos a dedicar-nos ao tabuleiro, os alunos pareciam estar já divididos.

Alguma reflexão da nossa parte, posteriormente à sessão, parecia indicar-nos que provavelmente o percurso já efectuado até aqui seria demasiado longo e sinuoso face a algumas expectativas. Não apenas desta vez, mas também noutras ocasiões, algumas atitudes de alguns alunos pareciam indicar-nos que estes se conformavam com versões mais modestas dos gráficos que acabávamos por conseguir. Assim concluímos que provavelmente estaríamos a ser demasiado preciosistas, incitando a um grau de perfeição que poderia ser pouco interessante e até desmotivador para os alunos.

Mesmo assim, face à ausência de consenso entre os alunos quanto ao rumo a seguir, resolvemos desempatar a discussão encorajando-os mais uma vez no sentido de aspirar a um grau mais elevado de qualidade da representação gráfica e sugerimos a reformulação do arco 2.

O Zeferino sugeriu que a tartaruga avançasse mais, enquanto o Albano tinha uma sugestão mais curiosa: encolher o arco.

Especulando sobre esta sugestão, fomos levados a supor que o Albano provavelmente estaria a olhar para o arco como quem vê uma vara de vime arqueada, segura pelas extremidades: de facto a nossa experiência (e provavelmente a dele) mostra que ao aproximarmos progressivamente as duas extremidades da vara, esta forma um vértice cada vez mais pronunciado e o arco tende a elevar-se.

Retomando a questão (como levantar o arco 2), um aluno mais distraído sugeriu que teríamos que fazer a tartaruga "levantar caneta". Questionámos os colegas quanto ao resultado daquela instrução e logo em elemento do grupo dos *Jaguares* afirmou que a tartaruga não desenhava nada. De imediato, o Filinto chamou por nós perguntando-nos como ele poderia fazer levantacaneta no Logo. Face à proximidade temporal destas duas ocorrências acreditámos que o Filinto nos tinha feito aquela pergunta apenas porque tinha acabado de ouvir falar naquela primitiva, e tentámos conformar o aluno e a professora da turma que o acompanhava com a impossibilidade de resolver esse problema no momento. No entanto, reflectindo mais tarde, fomos levados a crer que esta primitiva já teria feito falta ao aluno. Analisando os seus gráficos à posteriori, verificámos que ele tentou desenhar uma casa. Para que pudesse desenhar a janela, o aluno teria que deslocar a tartaruga para dentro dos seus contornos, sem que ela deixasse rasto.

Concluímos então que seria necessário criar um novo procedimento cujo nome pudesse ser chamado apenas por uma tecla para que o Filinto passasse a usar esta nova primitiva.

Entretanto, este aluno saiu e de imediato, o grupo dos *Jaguares* instalou-se em frente ao computador portátil.

Ao cabo de algum tempo, o grupo dos *Marcianos* tinha já um bom trabalho no sentido de reformular o procedimento para o arco 2: para além de três conjecturas mais rudimentares, tinham a seguinte, que acabou por ficar assumida como definitiva para o arco 2:

```
esq 20 repete 140 [av 0.8 esq 1] esq 20 dta 180
```

Se tivermos em conta o facto de o grupo não ter tido nenhuma indicação[64] temos que aceitar que é de facto uma conjectura reveladora da compreensão de uma estrutura que envolve já alguma complexidade:

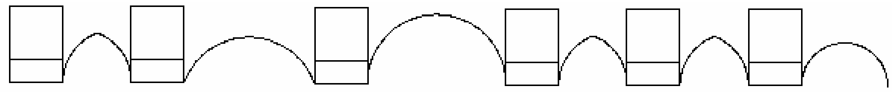
- O grupo diminuiu o ângulo de inclinação da tartaruga de 35º para 20º no arranque;
- Ele teve o cuidado de garantir o mesmo ângulo no final;
- Reconheceu que a amplitude do arco teria 140 graus, o que implica o cálculo: 180 – 20 – 20 = 140.

Entretanto, o grupo dos *Jaguares* encontrava-se em frente ao portátil empreendendo tentativas sistemáticas, mas pouco reflectidas de "levantar" o arco 2 numa ocasião em que se aproximava a hora de saída e havia uma tarefa urgente a concluir: a elaboração da notícia. O texto já se encontrava no processador de texto, e tivemos que inserir o último gráfico da ponte obtido na sessão, bem como os diferentes procedimentos e por último formatámos o documento.

```
para cf
av 50 esq 90 av 35 esq 90 av 35 esq 90 av 35 dta 90 av 15 dta 90 av 35 dta 90
av 15 re 15
fim
para cqc
 repete 70 [av 0.6 esq 1] esq 40 repete 70 [av 0.6 esq 1] dta 180
fim
para dois
 esq 20 repete 140 [av 0.8 esq 1] esq 20 dta 180
```

[64] Aqui tivemos apenas a intervenção de lhes sugerir que para além da hipótese av 0.6 que espontânea e previamente elaboraram, testassem também: av 0.8.

```
fim
para seis
 repete 180 [av 0.5 esq 1] dta 180
fim
para três
repete 180 [av 0.8 esq 1] dta 180
fim
para ponte
 seis cf cqc cf cqc cf três cf dois cf cqc cf
Fim
```



13.ª Sessão: Fase 4 – Articulação do trabalho dos diferentes grupos

(07/06/2004)

Uma reflexão mais distanciada do nosso trabalho, com maior incidência nas últimas sessões levou-nos a concluir que neste momento teríamos que propor uma mudança de estratégia.

Nas últimas sessões tínhamos constatado alguma dispersão da atenção de alguns alunos que tinha contribuído para uma atmosfera aparentemente pouco propícia para o trabalho, embora reconhecêssemos que já muito tinha sido feito.

Recordamos que iniciámos este projecto com a exploração livre por parte de cada um dos grupos, depois passámos para uma segunda fase em que cada grupo se ocupou de uma tarefa de entre várias que foram reconhecidas por todos como necessárias e agora, estávamos já numa outra fase em que nos ocupávamos de articular todas as partes da ponte, bem como de corrigir um ou outro procedimento.

Este trabalho exigia a manipulação de todos os procedimentos independentemente da sua autoria e a respectiva testagem. A necessidade de testar é então maior do que nunca, porque as correcções e ajustes que tínhamos para fazer não envolviam o trabalho de elaboração de novos procedimentos que ocupariam mais a turma em geral. A única forma que encontrámos de confirmar que as partes "encaixariam" foi chamar sucessivamente o procedimento ponte à medida que o íamos corrigindo.

Este trabalho estava até aqui a ser desenvolvido em grande grupo, mas o facto de dispormos de apenas um computador, conduziu por vezes a momentos que nos pareceram pouco estimulantes, tal como atrás referimos. Sendo esta tarefa pouco susceptível de ser dividida por grupos, entendemos que seria melhor propor à turma que a partir de então formássemos um grupo com quatro elementos responsáveis por ultimar o trabalho que tínhamos em mãos, retirados de cada um dos quatro grupos existentes.

Havíamos previsto chegar à escola pelas oito horas para dar início aos trabalhos o mais cedo possível, mas quando lá chegámos, alguns alunos comunicaram-nos que a escola tinha sido novamente assaltada, mas desta vez o nosso computador teria escapado. Tivemos que aguardar a chegada da Guarda Nacional Republicana e mais tarde, da Polícia Judiciária que nos deixou poucas esperanças de vermos identificados os autores de mais um assalto, que a juntar a outros três, no espaço de um ano tinham assolado esta escola.

Quando à mudança de estratégia atrás referida, tínhamos trocado impressões com a professora da turma. Dessa conversa resultou todo o seu apoio no sentido da sua implementação.

Mesmo antes de começar esta sessão, a professora esteve a mostrar-nos umas aguarelas que os alunos tinham feito recentemente sobre a Ponte da Lagoncinha. Numa análise curta que fizemos dos trabalhos, foi desde logo possível identificar alguns pormenores da ponte representados, que possivelmente não estariam lá, se os alunos não andassem tão envolvidos na tarefa de desenhar a ponte em Logo.

Iniciámos o trabalho meia hora antes do intervalo, com o objectivo de negociar com os alunos a mudança de estratégia que tínhamos em vista.

Questionados quanto àquilo que estaria a correr mal, os alunos não pareciam reconhecer qualquer problema. Tivemos que lhes perguntar se o computador tinha estado à sua disposição sempre que necessitavam. Timidamente lá admitiram que não.

Demos a conhecer a nossa proposta aos alunos e desde logo notámos alguma apreensão: o Mauro aparentava ter percebido mal a nossa sugestão e acreditava que todos iriam participar rotativamente. Tivemos que lhe fazer ver que essa estratégia seria pouco eficaz, alegando que em cada sessão, perderíamos quase o tempo todo para perceber o que os nossos colegas teriam feito em sessões anteriores.

Questionados quanto à forma de seleccionar os elementos do novo grupo, surgiram algumas sugestões, tais como sortear (Simão) dialogar (Albano). Entretanto, a professora da turma (com a intenção de fazer desacreditar a sugestão de um sorteio) resolveu dar a sua opinião, lembrando que essa escolha deveria obedecer a critérios de competência e interesse demonstrados ao longo das sessões.

Demos dois minutos aos alunos para decidirem, dialogando e desde logo o Zeferino parecia alheado da discussão: pareceu-nos estranho, porque este aluno tinha-se revelado competente e interessado, embora algo individualista também.

Questionado quanto à sua atitude, o aluno justificou-se com alguma amargura, que não valeria a pena dialogar porque a Maria tinha já sido indicada por dois seus colegas. Na nossa opinião, esta aluna tinha revelado ainda mais interesse, persistência e disciplina do que o Zeferino ao longo das sessões. Abandonámos este grupo e dirigimo-nos aos restantes, onde persistia alguma indecisão.

Quando voltámos ao grupo dos *Jaguares*, já o Zeferino estava apontado como eleito, mas à custa de alguma tristeza espelhada na face da Maria, que parecia conformar-se.

Do grupo dos *Dinossauros* foi escolhido o Albano; do grupo dos *Marcianos*, a Carmo e do grupo das *Borboletas*, a Joana.

Os alunos foram lanchar e pelas 11.30h retomámos o trabalho.

O Filinto estava acompanhado pela professora de apoio em outras actividades e o resto da turma estava dividida em dois grupos, sob a orientação da professora da turma.

Sentámo-nos junto ao computador na mesma mesa dos quatro "eleitos", munidos da última versão do trabalho, bem como dos diferentes procedimentos e dos arquivos dos diferentes grupos.

Começámos por pedir aos alunos que confrontassem a última versão da ponte com o alçado que tínhamos retirado da publicação da Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (1957). Dessa confrontação, resultou imediatamente a constatação de os arcos 1, 4 e 5 estavam demasiado pequenos. Para ultrapassar este problema a Carmo sugeriu imediatamente que para os arcos cqc em vez de:

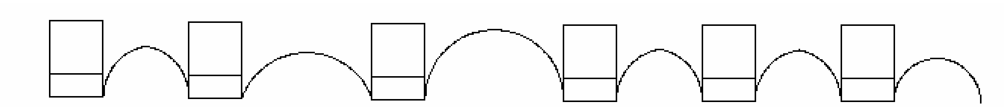
repete 70 [av 0.6 esq 1] esq 40 repete 70 [av 0.6 esq 1] dta 180

Deveríamos ter:

repete 80 [av 0.6 esq 1] esq 20 repete 80 [av 0.6 esq 1] dta 180,

A Joana colou-se em frente do computador, abriu o procedimento cqc e alterou-o.

Testada a sugestão desta aluna, verificou-se que estes arcos ficaram ligeiramente maiores do que o arco 6, tal como no alçado, o que levou esta programação para os arcos 1, 4 e 5 a ser aceite:



De seguida, as atenções orientaram-se para o arco 2, uma vez que este estava demasiado baixo. Para tal, levámos os alunos a fazer uma retrospectiva daquilo que foi até aqui, a história do arco 2:

O arco 2 era da altura do arco 3, mas não poderia ficar assim, porque no alçado este era visivelmente mais baixo que o seu "vizinho". Então, em vez de:

repete 180 [av 0.8 esq 1] dta 180

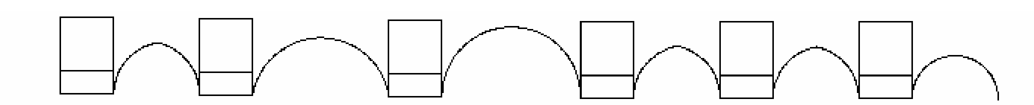
O arco 2 passou a ter a seguinte estrutura:

esq 20 repete 140 [av 0.8 esq 1] esq 20 dta 180

Pondo lado a lado as duas programações e confrontando-as com os respectivos gráficos, o grupo de forma consensual, admitiu que a principal diferença entre as duas programações estava em esq 20, mas foi o Zeferino a propor a alteração: esq 10.

Alterar para esq 10 não chegava, mas mesmo antes que alguém sugerisse a testagem, a Carmo calculando mentalmente, lembrou que teríamos também de alterar o parâmetro da primitiva repete de 140 para 160 vezes.

Testada a conjectura, o aspecto já era melhor:



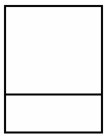
Nesta ocasião em que a professora da turma passou por perto, o Zeferino fez questão de a chamar para que visse a evolução do trabalho e ela manifestou-se agradavelmente surpreendida

Seguidamente, a parte da ponte que mereceu reparos foram os contrafortes que pareciam exageradamente altos. Para além disso e numa análise mais cuidadosa de uma fotocópia de maior qualidade do alçado da ponte, eram visíveis mais dois contrafortes nas extremidades da ponte, bastante escondidos pela margem, mas que o grupo decidiu incluir.[65]

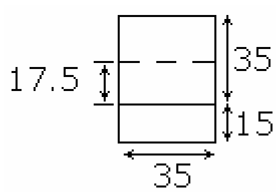
Confrontados com o facto de estes contrafortes serem de tamanho inferior aos restantes os alunos concluíram que seria necessário criar um outro procedimento para eles. Esta última tarefa ficou para mais tarde e de imediato passaram ao melhoramento dos "contrafortes grandes".

O grupo começou por rever o procedimento cf (contrafortes). Os contrafortes eram compostos por dois rectângulos sobrepostos (sendo o de cima, quadrado), cujas dimensões eram:

- rectângulo inferior – 35 X 15 passos;
- rectângulo superior – 35 X 35 passos.



Olhando para este gráfico o Zeferino sugeriu que se mantivessem as dimensões do rectângulo de baixo e se reduzisse à medida dos lados verticais do quadrado de cima para metade do seu valor, segundo o esquema:



A primeira instrução que constava para o procedimento cf era av 50 e, de acordo com a intenção do grupo, este valor do parâmetro teria que ser revisto. O Zeferino que tinha proposto a alteração que agora procurávamos traduzir em instruções Logo, apontava para av 17.5. A Carmo não concordou e justificou-se, afirmando que essa distância seria a que a tartaruga percorreria entre a linha horizontal que divide as duas figuras e a linha que se situa a meio da altura do rectângulo superior. Segundo ela, o primeiro avanço da tartaruga teria que ser obtido adicionando duas distâncias:

(35/2) + (15/2)

[65] Na visita de estudo que a turma fez ao local, não eram visíveis estes contrafortes, porque (talvez devido à sedimentação) se encontravam submersos no solo.

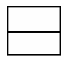
O quociente 35/2 a Carmo fê-lo mentalmente e quando se encontrava já a concluir o algoritmo da operação 15 + 17.5, o Zeferino mentalmente adiantou o resultado: 32.5 passos.

Com estes novos parâmetros, o grupo rectificou o procedimento para os contrafortes:

Para cf

av 32.5 esq 90 av 35 esq 90 av 17.5 esq 90 av 35 dta 90 av 15 dta 90 av 35 dta 90 av 15 re 15

fim



Revisto e testado com êxito o novo contraforte, os alunos envolveram-se na discussão em torno dos dois contrafortes mais pequenos (das extremidades da ponte). Para criar este novo procedimento e entenderam que deveriam tirar 10 passos à altura dos contrafortes maiores e a mesma quantidade à sua largura.

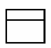
A primeira reacção do grupo foi criar o procedimento cfp (abreviatura de *contraforte pequeno,* por sugestão da Joana) e começar a escrever nele as mesmas instruções do procedimento cf para depois as alterarem. No entanto, dada a extensão do programa, e a quantidade de instruções que agora teria que ser alterada, as crianças quando se encontravam próximas do seu final perdiam a noção da posição e da orientação da tartaruga. Foi então que a Carmo sugeriu que em vez de alterarem o procedimento, tentassem testar a nova conjectura passo-a-passo directamente na janela de texto.

A conjectura foi testada com êxito e agora teria que ser escrita na janela de memória no do procedimento cfp. Aproveitámos este momento para mostrar à Joana que se encontrava no computador, como poderia copiar da janela de texto e colar na janela de memória. Esta aprendizagem veio a revelar-se útil para futuras ocasiões.

Para cfp

av 22.5 esq 90 av 25 esq 90 av 7.5 esq 90 av 25 dta 90 av 15 dta 90 av 25 dta 90 av 15 re 15

fim

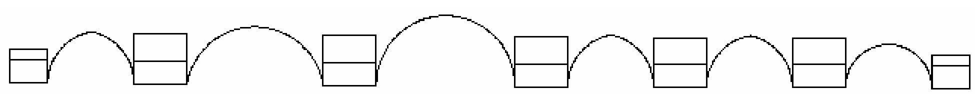


Uma vez criado este procedimento novo, o grupo precipitou-se para a testagem do procedimento ponte e escreveu este nome na janela de texto. Quando verificaram que os novos contrafortes não tinham sido desenhados, imediatamente reconheceram que faltava incluir no procedimento o novo sub procedimento (cfp). Abriram o procedimento ponte e não tiveram qualquer dificuldade em reconhecer que estes novos elementos teriam que integrar o procedimento ponte no início e no fim. A testagem foi bem sucedida e o grupo reagiu com entusiasmo.

Uma das dificuldades que vínhamos encontrando até ao momento era o facto de o procedimento ponte não ter ainda incluída uma instrução no início, que colocasse a tartaruga no lugar ideal para começar a desenhar: sensivelmente a meio da altura do écran do nosso lado direito. Portanto, sempre que os alunos pretendiam testar este procedimento, tinham que fazer levantacaneta e mover tartaruga até à posição pretendida.

Como a tartaruga tinha que se deslocar do meio do écran para próximo da nossa margem direita, o seu deslocamento teria que ser sensivelmente de metade da largura do écran. Como os alunos se lembravam que em sessões anteriores tínhamos verificado que a ponte não deveria exceder cerca de 750 passos, teoricamente a tartaruga não deveria avançar mais de 375 passos na horizontal. Mas, como queríamos uma pequena margem, alguém sugeriu 350 passos.

Testada a conjectura, verificou-se que o gráfico já surgia de uma vez só, sem ser necessário colocar a tartaruga no ponto inicial. Face a este pequeno sucesso, o grupo mostrava satisfação:



No entanto, o gráfico encontrava-se algo descentrado (deslocado para a nossa direita) e foi necessário diminuir ao avanço em questão de 350 para 325 passos.

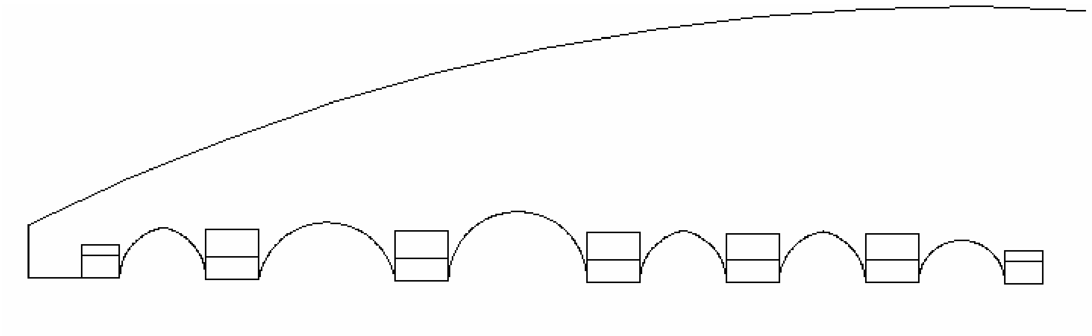
Ultrapassada mais uma etapa, partimos para a última parte da ponte que ainda nos faltava : o tabuleiro.

A Joana, que até este momento tinha estado em contacto com o computador, deu lugar ao Zeferino (de boa vontade) e os alunos começaram por fazer a tartaruga evoluir passo-a-passo desde o último contraforte até ao nível do tabuleiro. Uma vez chegada aí a tartaruga, encontrámos um problema para nós já esperado: o seu ângulo de inclinação no ponto onde iniciaria a traçagem o tabuleiro.

Como o grupo dos *Jaguares* tinha já elaborado uma programação para o tabuleiro, resolvemos consultar o seu arquivo.

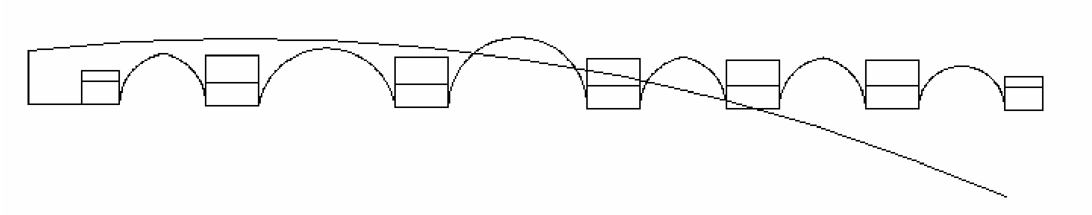
A primeira tentativa teve como resultado:

para ponte
ic dta 90 av 325 esq 90 bc cfp seis cf cqc cf cqc cf três cf dois cf cqc cfp tabuleiro
fim



Na segunda tentativa, a correcção da amplitude do ângulo foi exagerada:

para tabuleiro
esq 90 av 35 dta 90 av 35.5 dta 85 repete 10 [av 66 dta 3]
fim

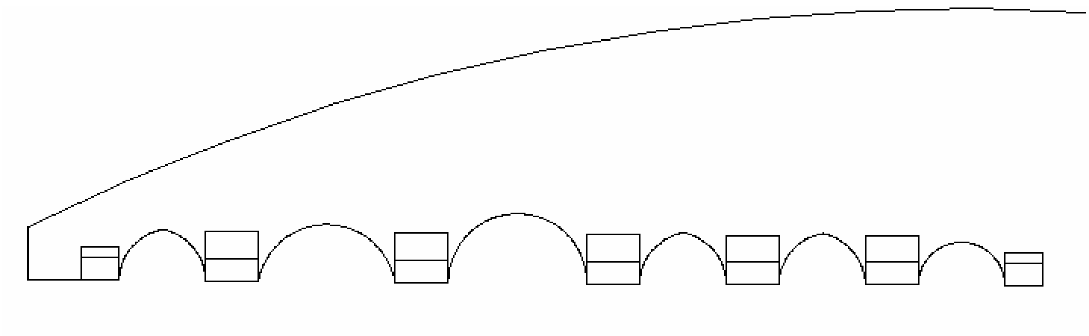


Tanto o ângulo de inclinação da tartaruga no início do procedimento tabuleiro, como o comprimento do arco foram reconhecidos pelos alunos como aspectos a corrigir.

A professora abeirou-se do grupo para se inteirar do trabalho e os alunos manifestaram grande empenho em mostrar-lhe esta última versão realçando o facto da tartaruga agora avançar sozinha para o ponto de partida do procedimento ponte. Neste momento, o Albano pediu para se sentar em frente do computador e o Zeferino, sem qualquer resistência, acedeu de imediato ao seu pedido.

Face ao bug acima apontado, o grupo resolveu aumentar o comprimento do arco de 660 para 720 passos e procurou levantar um pouco mais a tartaruga no arranque, mas ainda sem êxito:

```
para tabuleiro
 esq 90 av 35 dta 90 av 35.5 dta 65 repete 10 [av 72 dta 3]
fim
```



Esta foi a melhor versão conseguida na sessão e no final, à semelhança das sessões anteriores, um grupo de alunos aguardava que desmontássemos o material de recolha de imagem e os computadores portáteis para nos ajudar a transporta-los até ao carro, numa altura em que os seus colegas iam já a caminho de casa. Já próximo do carro a Maria que tinha sido preterida em favor do Zeferino, colocou-nos uma questão à qual tínhamos já respondido ao Mauro durante a sessão:

- *Os alunos que nós escolhemos para o grupo que está a trabalhar no Logo vão ser sempre os mesmos?*

A tristeza espelhada no seu rosto dava conta da desilusão que para ela (e até para nós) foi a sua não inclusão no grupo. Se o Zeferino mereceu ser escolhido pela sua facilidade em lidar com situações mais complicadas, a escolha da Maria justificava-se plenamente com a sua dedicação, disciplina, persistência e competência. Não podíamos fazer nada, apenas lhe lembrámos que todos participaram, mas de maneira diferente. Lembrámos-lhe que a turma tinha também outros alunos que revelavam bom desempenho e também tinham sido preteridos, de entre os quais destacámos o Simão, a Luísa, a Clara e a Esperança.

Sem sombra de dúvida que esta sessão proporcionou aos alunos do grupo finalizador uma experiência de maior envolvimento e reflexão que as anteriores. As nossas suspeitas de que poderia haver uma correlação entre a escassez de computadores e o clima de algum desinteresse/dispersão, pareciam-nos assim mais plausíveis.

14.ª Sessão: Fase 4 – Articulação do trabalho dos diferentes grupos

(14/06/2004)

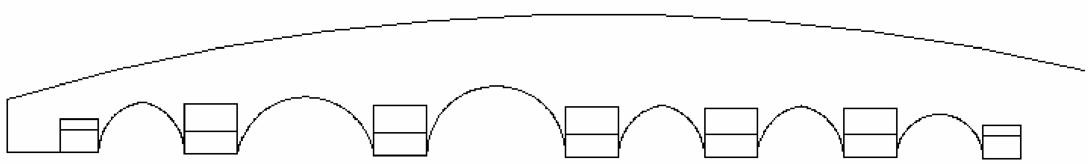
Iniciámos a sessão retomando o trabalho pendente da sessão anterior, enquanto o resto da turma se encontrava a desenvolver trabalho colectivo sob a orientação da professora. Nesta sessão fizemos questão de proporcionar ao Filinto mais uma oportunidade de desenhar em Logo; e agora com mais uma ferramenta: levantacaneta/baixacaneta. O aluno começou a sua exploração sozinho, uma vez que a professora da Educação Especial não estava presente, naquele momento, vindo a comparecer mais tarde, de acordo com o seu horário de trabalho.

O grupo dos "auto-intitulados" *Finalistas* começou por corrigir o procedimento tabuleiro, na instrução dta 65 (alterando-a para dta 75) sem que partisse de nós qualquer sugestão nesse sentido:

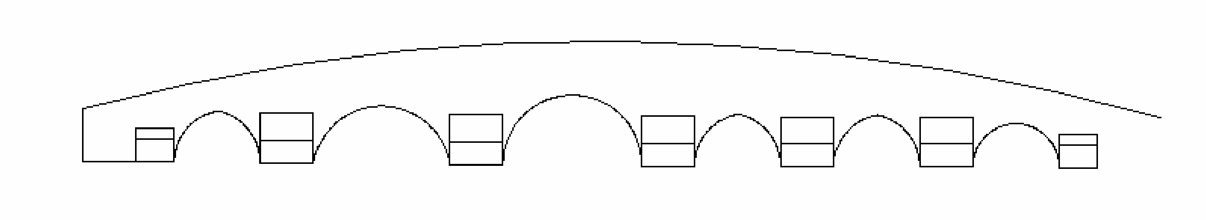
```
para tabuleiro
 esq 90 av 35 dta 90 av 35.5 dta 75 repete 10 [av 72 dta 3]
fim
```

A correspondência entre a parte do gráfico a rectificar e a respectiva programação parecia assim estar alcançada pelos alunos. Para testar, escreveram ponte, dando-nos indicações de que estariam conscientes de que ao alterar o procedimento tabuleiro, o procedimento ponte estaria consequentemente alterado.

O Albano que estava no computador testou o procedimento ponte, agora afectado desta última alteração e verificou-se que o tabuleiro ainda estava ligeiramente inclinado:



Depois de terem testado duas hipóteses: dta 75 e dta 78 chegaram a um valor que aceitaram: dta 77.



Embora chamássemos a atenção dos alunos para o facto do tabuleiro estar demasiado curvado (demasiado afastado dos arcos), estes não deram grande importância, preferindo completar o desenho.

Este trabalho obteve-se por aproximações sucessivas (nas rotações e nos avanços), sendo de destacar o último passo: para fechar a linha, faltava um deslocamento horizontal da tartaruga, da nossa direita para a esquerda, que aparentava uns 35 passos. O Albano foi avançando gradualmente:

av 35 – av 3 – av 2 - av1 – av 1 – av1 – av 0.7

Confrontados com a distância total que a tartaruga percorreu, o Albano respondeu:

- *Trinta e cinco.*
- *Trinta e cinco?* Questionámos;
- *E ainda falta mais...* Albano;
- *Trinta e cinco e mais alguma coisa...* Zeferino.

Chamando a atenção dos alunos para as instruções registadas na janela de texto, estes adicionaram mentalmente os sucessivos avanços.

Entretanto, chegou a professora da Educação Especial e pediu-nos esclarecimentos sobre o objectivo das duas teclas que agora passariam a estar disponíveis para o Filinto (levantacaneta e baixacaneta). Só a partir deste momento ela passou a acompanhar o Filinto, porque até aqui, o aluno tinha-nos solicitado algumas vezes para resolver problemas resultantes de gestos involuntários das suas mãos sobre o teclado.

Ultrapassado este problema e ainda um outro que se prendia com a não coincidência do ponto de chegada com o ponto de partida do procedimento ponte e que conduziu a uma rectificação no valor do último ângulo de 90º para 90.5º, o grupo concluiu satisfatoriamente o desenho da ponte.

Encarámos este momento como a ocasião de decidir sobre a aceitação ou reformulação do gráfico, visto que, melhor, ou pior, estava já completo. Confrontados com a decisão, a Joana ainda achava que o tabuleiro estava alto, mas os seus colegas concordavam em aceitar esta versão, argumentando que o trabalho não teria que ser "perfeito, tudo ao pormenor" (Zeferino).

Conformada também a Joana, lembrámos que não andámos com a fita métrica a medir a ponte e por isso o nosso gráfico não teria que ser uma representação à escala.

Tomada esta importante decisão, a Joana lembrou:

- *Não vamos pôr o Sol*?

Era de esperar que o empenho em colocar o Sol partisse de uma criança pertencente ao grupo que na fase inicial do projecto se ocupou deste objectivo (desenhar o Sol). De facto foi o grupo das *Borboletas* (ao qual a Joana também pertencia) que dedicou algum do seu tempo a este objectivo, sem o ter conseguido plenamente nas sessões.

O Mesmo aconteceu com a palavra *Lotus* do grupo dos *Jaguares* porque acordámos com os alunos em mudar de estratégia, assumindo um objectivo comum a toda a turma – Desenhar a Ponte da Lagoncinha.

Este momento para Joana terá sido encarado como uma boa oportunidade para alcançar esse seu velho desejo.

Antes de continuarmos, servindo-nos do trabalho que tínhamos acabado de imprimir, decidimos dar conta do ponto da situação à turma, bem como de lhes explicar que alguns gráficos obtidos pelo Filinto fariam parte do trabalho final, mas não poderiam ser traduzidos em procedimentos Logo, porque o aluno trabalhou passo a passo.

A nossa sugestão foi que criássemos um documento no processador de texto, e colássemos, a ponte obtida no Megalogo, bem como os gráficos do Filinto que já estavam nesse formato de ficheiro.

Sugerindo à turma a inclusão do Sol, questionámos:

- *...Se calhar, ficava bem aqui o Sol. Não ficava? Quem é que tem um Sol?*
- *A Clara...* Vários alunos em coro.

A turma parecia assim ter bem presente esta importante parte do nosso percurso em que os grupos perseguiam os seus próprios objectivos.

Numa conversa que veio a propósito do facto da turma se encontrar representada neste momento pelo grupo dos *Finalistas*, a professora da turma usou uma analogia que nos pareceu pertinente e digna de registo: para consciencializar as crianças para o facto de ser necessário em diversas situações da nossa vida, nos fazermos representar por outras, pessoas apontou o caso das eleições europeias, que se tinham realizado também em Portugal, no dia anterior.

Para compilar os diversos elementos gráficos em vista para o trabalho final, faltava apenas o sol raiado, alguns gráficos do Filinto e preencher o paramento da ponte com uma trama.

Foi esta última tarefa que nos ocupou de imediato. Embora os alunos nunca tivessem trabalhado com estas ferramentas, não revelaram dificuldades em escolher o tipo de trama, bem como a sua cor. O procedimento ponte teria que ser alterado, de modo a que a tartaruga fosse colocada dentro da área a preencher. No entanto, antes de efectuar essa alteração o Albano efectuou essa deslocação arrastando a tartaruga. No momento do teste as reacções foram de surpresa e entusiasmo.

A alteração do procedimento decorreu sem dificuldades e serviu de pretexto para colocar o Zeferino em frente ao teclado em substituição do Albano. No entanto, no momento da testagem surgiram dois problemas:

- A tartaruga não tinha pintado a ponte toda porque tinha ficado dentro de um contraforte;
- A tartaruga deixou rasto.

Corrigido este bug, tentámos escolher uma cor de fundo e o resultado foi inesperado: a cor de fundo sobrepôs-se ao desenho. Face ao problema, sugerimos definir primeiro a cor de fundo e só depois desenhar a ponte. O Mauro que estava a trabalhar com o resto da turma apercebendo-se do nosso problema quis comunicar-nos uma experiência que tinha vivido com as cores do Logo:

- *...Eu já tentei uma vez e as cores saem... trocadas!*

Tentando definir primeiro o fundo e depois desenhar a ponte, verificámos que o aspecto não era o melhor: as cores alteravam-se e por isso o grupo decidiu manter o fundo branco.

Faltava-nos o sol. Fomos buscar os registos do grupo das *Borboletas* onde encontramos o Sol raiado que a Clara tinha trazido de casa, mas não encontrámos a programação correspondente.

Impunha-se portanto a necessidade de ensinar a tartaruga a desenhar o sol. Este objectivo foi conseguido, mas à custa de bastante trabalho.

Face a alguma perplexidade do grupo, sugerimos um ponto de partida que seria desenhar um sol sem raios (uma circunferência).

O Zeferino não teve qualquer dificuldade em consegui-lo. No entanto, o principal problema persistia: desenhar os raios.

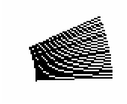
A Nossa sugestão seguinte foi no sentido de tentarem desenhar apenas uma parte da circunferência e um raio.

O facto do gráfico que tínhamos do grupo das *Borboletas* ter 45 raios parece ter servido de inspiração para a primeira conjectura:

repete 45 [av 50 re 50]

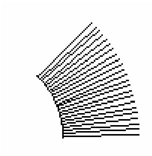
Depois seguiu-se uma outra sugerida pela Joana:

repete 23 [av 1 esq 1 dta 90 av 50 re 50 esq 90]



A grande densidade de raios fez suscitar a ideia de que seria necessário fazer avançar mais a tartaruga entre os raios. Para tal, a Joana sugeriu a inclusão de um pequeno avanço com a mesma curvatura no momento em que a tartaruga acabava de traçar cada um dos raios:

repete 23 [av 1 esq 1 dta 90 av 50 re 50 esq 90 av 1 esq 1]

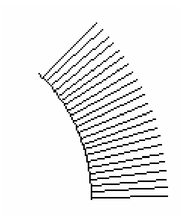


Confrontadas com a melhoria, alguém exclamou:

- *Já esta melhor!*

Embora estivesse melhor, o grupo considerava ainda que tinha demasiados raios e a para ultrapassar o obstáculo a Joana sugeriu que aquele avanço de um passo que tinha sugerido passasse a ser de três passos:

repete 23 [av 1 esq 1 dta 90 av 50 re 50 esq 90 av 3 esq 1]



Os raios aparecem de facto mais distanciados, mas um novo problema surgiu: a curvatura era pouco pronunciada, o que sugere desde logo um sol demasiado grande. Face à perplexidade demonstrada pelo grupo, decidimos suscitar a reflexão em torno dos últimos passos dados e suas consequências.

A nossa expectativa era de que as crianças deixassem de olhar apenas para os avanços e passassem a ver nas rotações uma forma de compensar o efeito do aumento do diâmetro provocado pelo incremento dos avanços. Alguma impaciência que atribuímos ao facto de se ter passado já mais de uma hora e dez minutos de trabalho contínuo, parecia limitar já um trabalho mais reflexivo.

Face à dificuldade sugerimos ao Zeferino que mandasse a tartaruga traçar circunferências de diferentes tamanhos. Uma vez traçada a primeira, lançámos o desafio de traçar uma outra mais pequena sem apagar a primeira. A primeira sugestão que ouvimos foi imediata e sugeria uma redução dos avanços elementares.

Então, tivemos que restringir as regras do desafio:

- *Sem mexer no avanço.*

Alguém sugeriu que alterássemos o parâmetro da primitiva repete. Face esta sugestão, perguntámos aos alunos o que esperavam dessa alteração.

Ficaram perplexos até ao momento em que a Joana apontou o caminho por nós esperado: alterar a amplitude das rotações. Mesmo assim o consenso quanto à decisão de aumentar, ou diminuir o valor do parâmetro foi difícil de obter: o grupo parecia bastante convicto de que teríamos que diminuir o parâmetro. No momento em que os alunos nos pareciam já convencidos de que o parâmetro teria que ser aumentado, resolvemos sugerir que nós próprios não tínhamos a certeza absoluta até ao momento do teste:

- *Vamos ver! Eu acho que é!*

Fizemo-lo porque tínhamos algumas dúvidas relativamente à plena compreensão da situação por parte dos alunos que poderiam estar mais convencidos pela nossa opinião do que pelas suas constatações. Esta pareceu-nos uma forma de os intranquilizar um pouco relativamente a esta verdade, para que não a assumissem só porque nós a pudéssemos ter suscitado. Face a esta nossa atitude o Zeferino fez questão de nos mostrar que não acreditava na nossa insegurança:

- *Você não acha. Você tem a certeza!*

Se por um lado esta atitude reforçava a nossa convicção de que estes alunos confiam muito na figura do professor, por outro mostrava-nos que são sensíveis a atitudes em que o professor expressa pensamentos e sentimentos menos autênticos. Cremos que o Zeferino percebeu que estávamos verdadeiramente seguros, apesar de o não demonstrarmos.

À primeira vista, é pouco aceitável a dificuldade por parte dos alunos em conjugar os dois tipos de parâmetro, numa fase em que tinham já alguma experiência de traçar linhas curvas, principalmente os arcos da ponte. Nós próprios, no momento, estávamos renitentes em admitir que os alunos pudessem ter tanta dificuldade, no entanto, reflectindo com algum distanciamento, vimos uma explicação que na altura não nos ocorreu:

Até ao momento, a turma em geral havia já tido diversas experiências não só de traçar arcos, como também de os curvar mais e menos. No entanto, logo na 4.ª sessão o grupo das *Borboletas* não tinha conseguido ultrapassar este problema. Se formos verificar como a turma fazia variar a curvatura dos arcos, encontrámos essencialmente uma única forma de o fazer: alterando os avanços e não as rotações.

Por outro lado, se aumentarmos aos avanços, o arco aumenta o seu diâmetro, mas se aumentarmos aos parâmetros das rotações, o efeito é contrário.

Face a esta análise daquilo que foi a experiência destas crianças com os arcos da ponte, é perfeitamente compreensível que o que muito provavelmente esteve sempre presente na mente das crianças face a este obstáculo seria que:

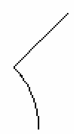
- O diâmetro dos arcos se altera, alterando o parâmetro dos avanços; (porque foi sempre assim que o fizeram);
- Sempre que for preciso alterar um parâmetro para diminuir o tamanho de um arco essa alteração terá que ser no sentido de diminuir esse parâmetro (porque quando diminuíam aos avanços o diâmetro diminuía também).

Estas duas ideias intuitivas (valiosas) que tão fortemente se terão formado durante a experiência das crianças com Logo eram agora insuficientes para ultrapassar o obstáculo.

Retomando a intenção de traçar o Sol raiado, voltámos a sugerir que se encontrasse uma pequena porção de arco com um único raio que se repetisse de forma a completar a volta.

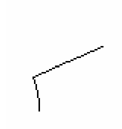
A Carmo foi a primeira a compreender e manifestou vontade de assumir o “comando das teclas” empreendendo a seguinte tentativa:

```
repete 45 [av 1 esq 1] dta 90 av 50 re 50 esq 90
```

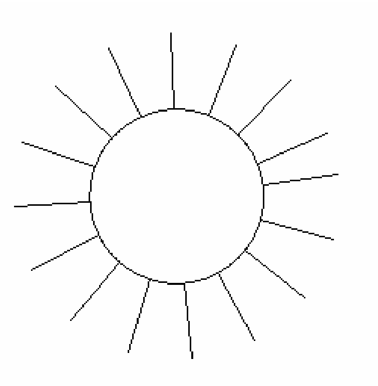


A aluna repetiu este gráfico algumas vezes e achou que os raios estavam demasiado distanciados. Mesmo sem concluir a volta, decidiu reduzir para 23 o número de repetições:

repete 23 [av 1 esq 1] dta 90 av 50 re 50 esq 90



Dando ordens sucessivas à tartaruga, a Carmo completou o círculo e verificou que o primeiro e o último raio não distavam o mesmo que qualquer outro par de raios consecutivos:

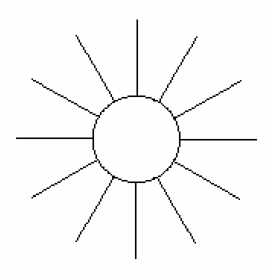


Dada a dificuldade, tentámos novamente levar os alunos a reflectir, desafiando-os a encontrar uma de amplitude do ângulo de rotação que, por sua vez, repetido *n* vezes (raios) equivalesse a uma rotação de 360º.

De imediato, a Carmo sugeriu 15º. Mentalmente o grupo contou de 15 em 15 até constatar que 360 é múltiplo de 15. Colocámos a equação: ? X 15 = 360 na folha de rascunho e o Zeferino concluiu de imediato que teríamos que dividir 360 por 15. O Albano pediu para efectuar o algoritmo operação, mas foi a Carmo que acabou por conclui-lo.

Com estas duas novas referências (aumento do parâmetro da rotação e um número de repetições divisor de 360) o grupo elaborou uma conjectura que, serviu bem os objectivos do grupo.

repete 24 [repete 15 [av 1 esq 2] dta 90 av 50 re 50 esq 90]



É claro que este conjunto de instruções não respeita o princípio da economia das soluções porque leva a tartaruga a dar uma volta adicional desnecessária sobre a circunferência por si já traçada . Isto revela ainda alguma dificuldade dos alunos em reconhecer as implicações desta estrutura de programação mais complexa:

24 X 15 X esq 2º = esq 720º

No entanto, desta forma o grupo conseguiu:

- diminuir ao diâmetro do Sol;
- encontrar um distanciamento constante entre todos os raios.

De seguida, envolvemo-nos numa nova etapa cujo objectivo foi o de escolher as cores do fundo e pintar o sol. No entanto, começámos logo por nos confrontarmos com dificuldades inesperadas: cada cor apresentada na paleta que nos é mostrada quando executamos a primitiva fixacorpinta tem uma referência numérica que é exibida quando "clicamos" em qualquer uma dessas cores. O que acontecia era que, quando pintávamos, a cor não correspondia àquela que previamente tínhamos escolhido.

Pior ainda: após diversas tentativas no sentido de encontrar outra cor na paleta que eventualmente se referisse à cor que pretendíamos (o que viemos a conseguir), tudo se alterava novamente a partir do momento em que mudávamos a cor do fundo, o que significa que voltávamos a perder o rasto à referência das cores.

Na hora do intervalo aproveitámos para tentar encontrar as referências das cores da paleta para cada cor de fundo escolhida, mas depressa concluímos que seria um trabalho demasiado árduo e pouco compensador.

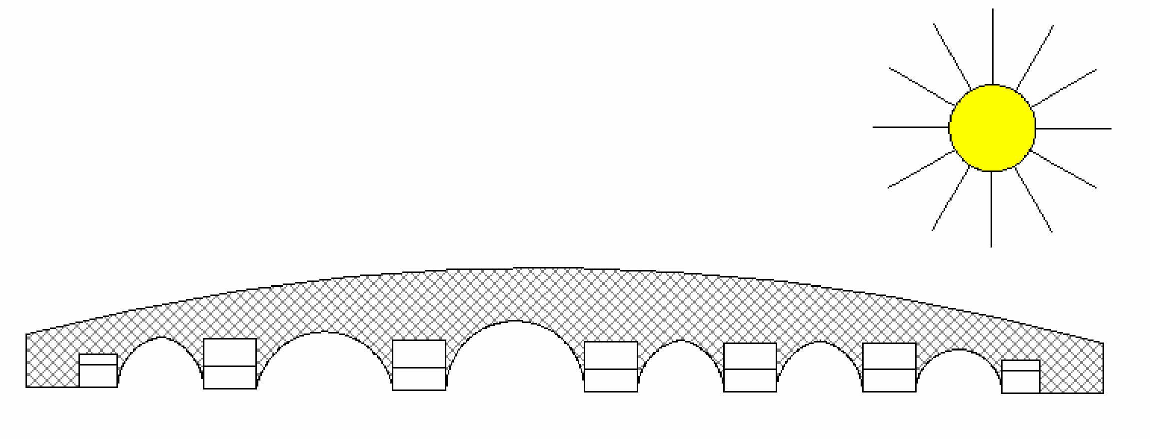
Estávamos certamente face um problema de mau funcionamento do Megalogo. No entanto, para nos certificarmos que não seria problema daquele computador, recorremos ao portátil do Filinto, mas encontrámos o mesmo problema.

Uma vez terminado o intervalo, demos conta aos alunos dos resultados da nossa pesquisa e confrontámo-los com a dificuldade de adoptarmos uma cor de fundo diferente da branca. Após alguma discussão, a turma conformou-se com essa opção.

Quando o trabalho parecia estar definitivamente delineado, mais duas sugestões surgiram dos dois rapazes do grupo:

- *A representação da água do rio*; Albano;
- *A colocação da bandeira nacional*. Zeferino.

Face à ansiedade manifestada pela professora, dada a proximidade do fim do ano lectivo, entendemos persuadir o grupo a contentar-se com o que tínhamos já em mãos, pondo em evidência o valor do trabalho desenvolvido até aqui e a obrigação de satisfazer outros compromissos da turma que a escassez de tempo ameaçava comprometer.



```
para ponte
ic dta 90 av 325 esq 90 bc cfp seis cf cqc cf cqc cf três cf dois cf cqc cfp tabuleiro
dta 90 ic av 25 bc fixacorpinta 7 fixatrama 3 pinta sol
fim

para cf
av 32.5 esq 90 av 35 esq 90 av 17.5 esq 90 av 35 dta 90 av 15 dta 90 av 35 dta
90 av 15 re 15
fim

para cfp
av 22.5 esq 90 av 25 esq 90 av 7.5 esq 90 av 25 dta 90 av 15 dta 90 av 25 dta
90 av 15 re 15
fim

para cqc
 repete 80 [av 0.6 esq 1] esq 20 repete 80 [av 0.6 esq 1] dta 180
fim

para dois
 esq 10 repete 160 [av 0.8 esq 1] esq 10 dta 180
fim

para seis
 repete 180 [av 0.5 esq 1] dta 180
```

```
fim

para sol
ic av 150 bc repete 24 [repete 15 [av 1 esq 2] dta 90 av 50 re 50 esq 90] esq 90
ic av 5 bc fixacorpinta 1 fixatrama 0 pinta
fim

para tabuleiro
esq 90 av 35 dta 90 av 35.5 dta 77 repete 10 [av 72 dta 3] dta 72.5 av 33 dta
90.5 av 45
fim

para três
 repete 180 [av 0.8 esq 1] dta 180
fim
```

Faltava apenas incluir uma ave feita pelo Filinto e um pequeno barco à vela que com a ajuda da professora de apoio ele conseguiu desenhar. A ajuda consistiu essencialmente em dar indicações ao aluno relativamente à orientação da tartaruga no momento de sair de cada um dos vértices. Segundo o que ela nos disse, a dificuldade do Filinto residia em fixar uma orientação da tartaruga que permitisse a sua deslocação rectilínea até ao próximo vértice.

Convém lembrar que os gráficos até aqui obtidos pelo Filinto foram guardados da seguinte forma: uma vez concluído um desenho, copiávamo-lo e colávamo-lo no processador de texto. Esta foi a melhor forma que encontrámos para registar e dispor dos seus trabalhos, porque as suas limitações não lhe permitiam criar nem manipular procedimentos. Chegada a hora de incluir alguns dos trabalhos do Filinto, o que fizemos foi criar um documento no processador de texto, ao qual o grupo dos *Finalistas* resolveu chamar "Ponte Histórica"[66]. Ali colámos o gráfico da ponte com o sol a partir do Megalogo. A partir do processador de texto, onde o Filinto tinha os seus trabalhos guardados, colámos uma ave e um barco.

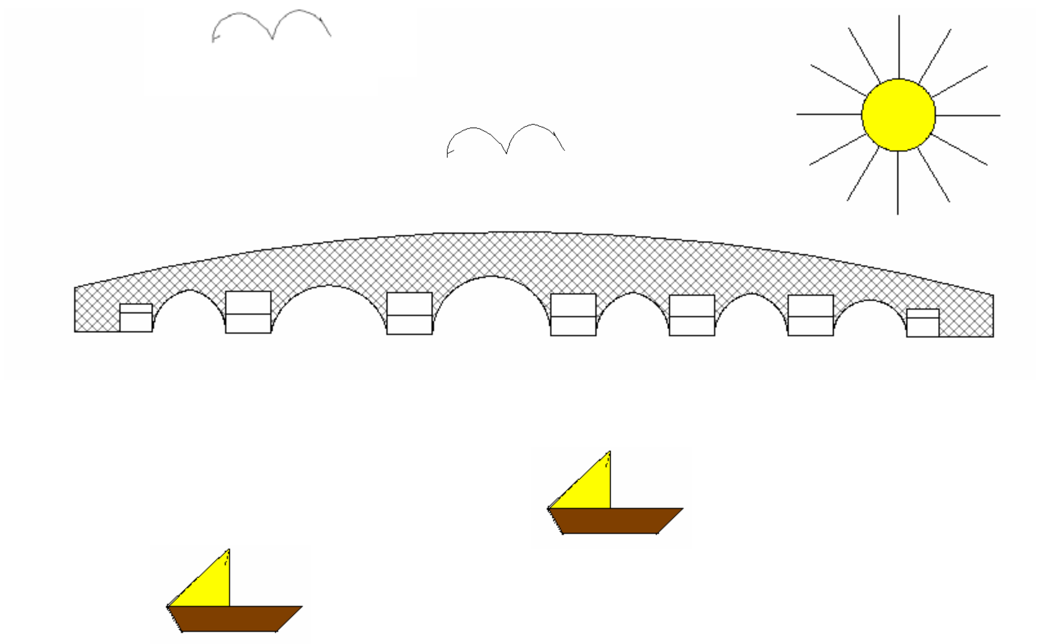
Os alunos tinham alguma dificuldade em fazer estas transferências de imagens, mas tanto quanto o possível, entregámos-lhes esta tarefa.

[66] O Albano mostrava-se apreensivo com o nome proposto, porque duvidava que o processador de texto aceitasse um nome tão grande. Muito provavelmente esse receio dever-se-ia à sua experiência com o Megalogo, onde esse problema se coloca com maior frequência.

No decurso desta fase do trabalho ocorreram ainda dificuldades de formatação das imagens, que atribuímos às limitações do computador da escola (Um velhinho *Pentium* I - 150 MHZ) e por sugestão da Joana, passámos para o trabalho para o computador portátil.

Enquanto os dois rapazes do grupo evidenciavam uma atracção incontida pelo écran do outro portátil que mostrava em directo a captura das imagens, onde eles próprios se viam representados, as raparigas concluíram o trabalho.

Quando pedimos ao grupo que escolhesse um elemento para anunciar à turma que o trabalho estava concluído, o voluntarismo era notório.



Concluído o trabalho, era chegado o momento de escolher o que fazer com ele. De acordo com algumas opiniões que ouvimos nas sessões anteriores, a vontade da turma dividia-se entre duas possibilidades:

- tentar passar a imagem para azulejo;
- imprimir o trabalho em tamanho grande, emoldurar e colocar no átrio.

A técnica que conhecíamos de decalcagem sobre o azulejo funcionava bem com gráficos de cor preta, obtidos em fotocopiadora, mas o nosso trabalho era diferente. Para além disso estávamos a pouco mais de uma semana do final do ano lectivo e tínhamos a professora preocupada com diversos compromissos que exigiam algum tempo. Face a este constrangimento, fizemos ver aos alunos as dificuldades que poderíamos encontrar, mas admitimos sempre esta hipótese como possível.

Após esta breve conversa que ocorreu já muito próxima do final da sessão, propusemos à turma o recurso ao voto pessoal com braço no ar. Desta votação resultou a escolha da segunda opção quase por maioria, não fosse o voto do Simão que desde o início se inclinava para o trabalho em azulejo.

No dia anterior, a professora da turma tinha-nos pedido que no final desta sessão desfizéssemos as ligações do computador aos periféricos e levássemos tudo para o piso superior, porque desde aquele dia o equipamento já não seria necessário e caso ficasse, estaria sujeito a ser roubado.

No entanto, de uma conversa havida entre a professora da turma e a professora da Educação Especial, resultou a decisão de manter o computador na sala de aula para o Filinto poder trabalhar com ele até ao final do ano lectivo.

Tal como na sessão anterior voltámos a constatar um clima de trabalho incomparavelmente mais envolvente do que nas sessões em que os quatro grupos apenas tinham à disposição um único computador.

15.ª Sessão: Fase 5 – Produto Final

(17/06/2004)

No dia seguinte ao da sessão anterior estivemos na escola durante alguns minutos e o Filinto perguntou-nos se ainda iríamos continuar a trabalhar com a turma no Logo. Perguntámos-lhe se queria que assim fosse e este foi peremptório em admitir que sim. Tentámos consolá-lo mostrando-lhe que ainda teria até ao final do ano (pouco mais do que uma semana) para trabalhar com o computador da sala de aula e perguntámos aos colegas do Filinto se seriam capazes de adaptar o teclado do computador da escola como o fizeram com o portátil. Voluntários não faltaram.

Ainda nesse dia, antes de sairmos, a professora manifestou vontade de ficar com uma um exemplar de instalação do Megalogo. Correspondendo ao seu desejo prometemos trazê-la nesta mesma sessão, e fizemo-lo.

Nesta última sessão, o Filinto não tinha vindo à escola e por isso não pudemos recolher as suas impressões finais.

Este último contacto coma turma resumiu-se essencialmente à apresentação e aplicação do trabalho na parede do átrio e a uma pequena conversa sobre o trabalho realizado.

Tínhamos o trabalho impresso em formato 70 cm x 50 cm, aplicado numa moldura, mas oculto por uma cartolina.

Com a professora da turma escolhemos uma parede no pátio de entrada no edifício para colocar e apresentar o trabalho à turma. De seguida fizemos um furo com um berbequim, e pendurámos a moldura, enquanto a turma se encontrava ocupada na sala de aula com a professora.

De seguida, chamámos os alunos para aquele espaço e retirámos a cartolina que ocultava o trabalho. A turma toda bateu palmas energicamente manifestando admiração e orgulho.

O trabalho estava legendado e impunha-se a sua leitura em voz alta. Para tal convidámos a Maria para o fazer, mas logo se sucederam vários voluntários, de entre os quais o Albano que se precipitou para junto dele.

Questionados quanto aos aspectos mais positivos e mais negativos que podiam extrair desta experiência, os alunos apenas apresentavam comentários favoráveis, mas genéricos; tais como:

- *Um espectáculo!* Uma menina;
- *Muito Giro*! Um rapaz.

Quando pedimos para serem mais específicos, apontando o que gostaram mais, os alunos corresponderam melhor:

- *Do trabalho...do trabalho Logo.* Um rapaz.

Questionados quanto ao tipo de conteúdo que aprenderam, os alunos tendiam a considerar apenas a matemática; pareciam não reconhecer outros saberes.

Outras opiniões reflectiam preocupações com aspectos atitudinais:

- *O trabalho ajudou-nos a pensar, a conseguir e a não desistir.* Clara.

A Clara foi aquela menina que se empenhou bastante em desenhar o Sol. Chegou a trazer de casa duas versões e no final não teve sequer a sorte de ser escolhida para integrar o grupo finalizador.

A crença do efeito que esta experiência terá tido sobre a própria maneira de pensar dos alunos e sobre a sua aprendizagem, teve ainda mais testemunhos em poucos minutos:

- *Aprendemos a fazer contas; fizemos experiências novas; trabalhámos em conjunto para conseguirmos*... Simão;
- *Foi um trabalho pensativo que nos ensinou a não desistir*. Mauro;
- *Este trabalho foi muito importante para o nosso desenvolvimento*. Joana;

- *Pelo menos um computador para cada grupo fazia falt*a. Maria;
- *Mas um computador para cada grupo também podia fazer mal.* Zeferino;
- *Porque começávamos todos à guerra por causa dele*. Simão;
- *Porque podiam pensar assim e não tinham pensado bem e iam logo escrever!* Zeferino.

No entanto, quando confrontados com estas duas hipóteses alternativas: "Ter um computador por grupo e lutar contra a tendência para disputar a sua posse e contra a tendência de testar sem reflectir" e "Não ter um computador por grupo", os alunos foram peremptórios em escolher a primeira.

Registámos também outras impressões importantes que retirámos desta conversa informal: quando perguntámos aos alunos se estariam disponíveis a continuar para o próximo ano com programação Logo no 5.º ano, apesar de estarem noutra escola, caso fosse possível, estes tiveram uma reacção francamente positiva.

O Zeferino como previa não acompanhar os colegas, porque iria frequentar outra escola do 2.º ciclo, lamentou-se logo, dizendo que não poderia participar.

Quando chamámos a atenção para o facto de termos vivido também situações onde nem tudo correu bem, o Zeferino não concordou e de imediato exclamou:

- Mas correu!

No final desta conversa, um aluno manifestou a sua preocupação pelo facto do trabalho que a turma ainda contemplavam se poder vir a estragar, ou até mesmo vir a ser roubado. No entanto, o Zeferino tentou sossegá-lo:

- *Tem vidro. Só se cair é que estraga!*

Em geral os alunos focalizavam o seu discurso essencialmente nos aspectos positivos: enquanto que o Joel sublinhava a importância do aprofundamento do seu conhecimento sobre a história da Ponte da Lagoncinha, o Simão e outros viam no seu envolvimento com diversos conceitos matemáticos, uma forma de melhorarem a sua competência a esta disciplina.

O Albano, por sua vez, realçava a sua disposição para melhorar, mostrando mais uma vez o seu inconformismo com o trabalho final, alegando que a ponte da Lagoncinha ficaria melhor se acompanhada dos contornos das margens do rio.

ANEXO 4

Comunicações com famílias e órgão de gestão

Ex.^{mo} Senhor

Encarregado de Educação

A turma do seu educando vai beneficiar de um projecto de investigação no âmbito de um trabalho de dissertação do curso de *Mestrado em Ensino e Aprendizagem da Matemática* do *Instituto de Estudos da Criança - Universidade do Minho*, a desenvolver pelo professor Paulo Jorge Franco Rodrigues de Carvalho.

Esta intervenção decorrerá na sala de aula ao longo de aproximadamente 16 sessões, de duas horas de duração cada, e terá o meu acompanhamento.

É esperado desta intervenção um contributo significativo para o aproveitamento escolar do seu educando, em particular na área da Matemática.

Em linhas gerais, trata-se de uma abordagem da Matemática centrada na linguagem de programação computacional *Logo*, susceptível também de contribuir para o desenvolvimento do tema do nosso Projecto Educativo.

Esta intervenção está autorizada pela Comissão Executiva Instaladora do Agrupamento de Escolas de Ribeirão e é acompanhada pelo *Instituto de Estudos da Criança* pela pessoa do Prof. Doutor António José Osório.

Serão recolhidas imagens fotográficas e de vídeo que não terão outra utilidade que não seja a de uma melhor monitorização de todo o processo (recolha de dados para investigação) e caso se pretenda publicar algumas, V.^{as} Ex.^{cias} serão contactados no sentido de se inteirarem das condições da sua publicação, bem como de a autorizarem, ou não.

Com os melhores cumprimentos

XXXXX, 12 de Fevereiro de 2004

A professora

____

Ex.^{ma} Senhora

Presidente da Comissão Executiva Instaladora do

Agrupamento de Escolas de XXXXX

Paulo Jorge Franco Rodrigues de Carvalho, Professor do 1.º Ciclo, do Quadro de Zona Pedagógica de Braga, colocado neste agrupamento de escolas e destacado como Dirigente Sindical no Sindicato dos Professores do Pré-escolar e Ensino Básico (SIPPEB), vem por este meio pedir autorização para levar a cabo durante este ano lectivo, um projecto de investigação no âmbito da dissertação do curso de mestrado que frequenta no Instituto de Estudos da Criança - Universidade do Minho, a implementar na turma do 4.º ano da escola do 1.º Ciclo da escola XXXX, que se encontra a cargo da Professora XXXXXXXXXX.

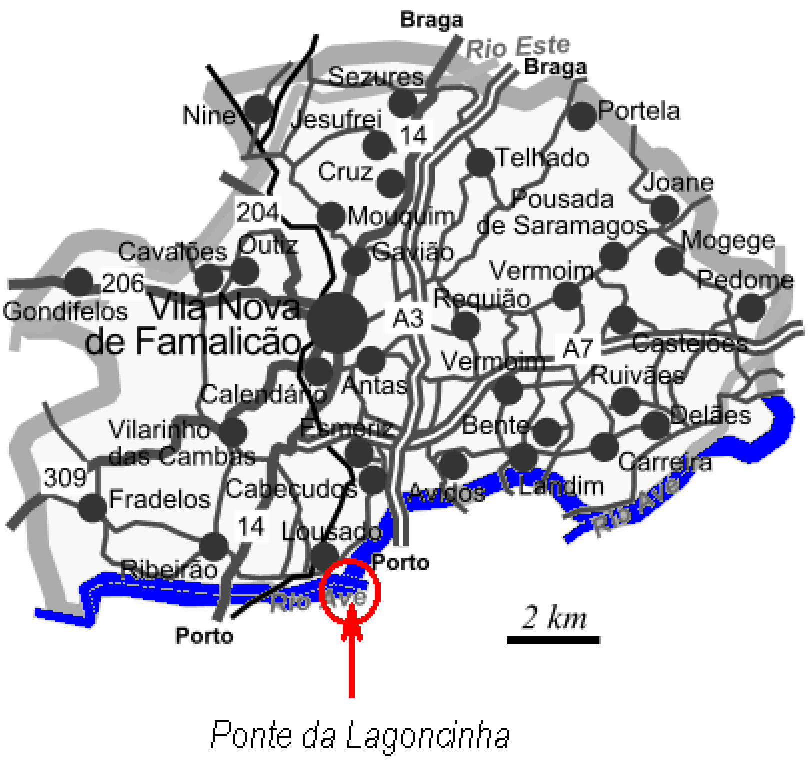
Este trabalho enquadra-se nos objectivos curriculares da educação matemática, visa contribuir para o desenvolvimento do tema que a turma vem desenvolvendo, centra-se na linguagem de programação computacional *Logo* e à partida, ocupará a turma durante não mais de 16 sessões, de duração nunca superior a duas horas cada.

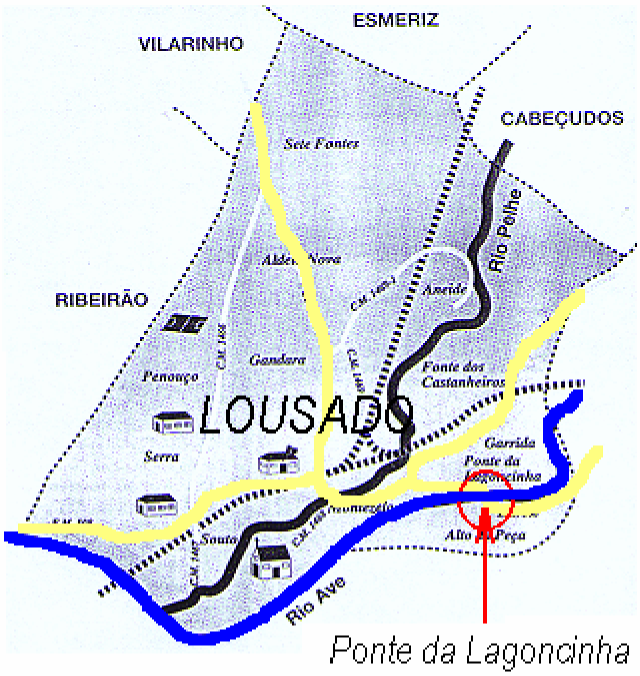
Manifestando desde já a minha total disponibilidade para prestar qualquer esclarecimento adicional, me subscrevo com consideração:

XXXXX, 12 de Janeiro de 2004

ANEXO 5

A Ponte da Lagoncinha e sua localização geográfica





(Adaptado de Gomes, Torres, Pinto e Riley, 1996)