

Ciência na escola — uma questão de atitude(s)

Cristina Loureiro

O grande valor da teoria heliocêntrica dos tempos modernos foi a contribuição que deu na batalha pela liberdade de pensamento e de expressão.

Kline, 1987, p. 147

Comecei por designar este trabalho por *Matemática e Ciências da Natureza — ligações possíveis e desejáveis*, mas à medida que a minha reflexão sobre esta problemática tem avançado tenho vindo a perceber que esta ligação está realmente na forma de encarar o ensino da ciência, em que a matemática necessariamente se tem de incluir, e o seu papel na educação. Embora eu tenho optado por um título em que refiro apenas atitudes, é evidente que estas não estão desligadas dos conhecimentos e das capacidades, e só faz sentido encarar todas elas numa perspectiva articulada e integrada no sentido das competências das actuais orientações curriculares. Porém parece-me importante focar a atenção em aspectos particulares para melhor os compreender, conhecer e caracterizar, e daí a minha intenção de centrar agora a atenção nas atitudes.

As recentes orientações curriculares para o ensino básico, que explicitam muitas das ideias que sobre a educação básica já são veiculadas há algum tempo, reforçam a afirmação fundamental de que a aprendizagem não pode ser um conjunto de compartimentos estanques e desligados da realidade. A Matemática é, em minha opinião, a disciplina que mais isolada tem estado na escola e por isso

há muito caminho a percorrer. O novo documento sobre o currículo do ensino básico afirma que

É importante sublinhar que, na escola básica e em qualquer dos ciclos, a Matemática não pode e não deve ser trabalhada de forma isolada, nem isso está na sua natureza. Pelos instrumentos que proporciona e pelos seus aspectos específicos relativos ao raciocínio, à organização, à comunicação e à resolução de problemas, a matemática constitui uma área de saber plena de potencialidades para a realização de projectos transdisciplinares e de actividades interdisciplinares dos mais diversos tipos. ([9], p. 59)

Penso que a relação privilegiada tem de ser com as ciências físico naturais e é isso que vou procurar defender tomando como objecto de estudo a área curricular de Matemática e Ciências da Natureza no 2º ciclo, com extensões naturais para os 1º e 3º ciclos. Há vários tipos de razões para estabelecer fortes ligações entre estas duas disciplinas dando assim fundamentação científica, cultural, pedagógica e didáctica à existência desta área curricular. Aliás, a única situação em que a disciplina de Matemática está formalmente associada a outra disciplina escolar. Em minha opinião, qualquer reformulação curricular deverá encarar frontalmente esta situação e estabelecer explicitamente exemplos de ligações para que esta área curricular não fique apenas no papel.

Há fortes razões e de natureza diversa para considerar uma área disciplinar de Ciências da Natureza e Matemática. Estas razões são de natureza científica, onde se inclui a dimensão cultural, e pedagógico-didáctica.

Penso também que a formação inicial de professores do ensino básico deve dar muita atenção a este facto assumindo uma formação científica e cultural dos futuros responsáveis pela iniciação científica das crianças. Infelizmente a história da ciência, campo privilegiado de ideias para compreender a natureza e a evolução das ciências físico naturais e da matemática, bem como as ligações entre estas ciências, é uma falha muito grande na formação de professores e não tem sido objecto de reflexão frequente entre nós, daí a necessidade de estudar, escrever e discutir mais sobre este assunto.

Também o desenvolvimento de competências de natureza cultural exigem conhecimentos e reflexões sobre a história da ciência. É difícil valorizar e respeitar o que se desconhece ou que nem sequer se sonha como aconteceu.

Porquê ligar Matemática e Ciências da Natureza?

Às vezes veicula-se a ideia que na educação há modas, agora vale esta ideia orientadora, depois vale outra, como se se tratasse apenas de uma intenção frívola de variar. Há fortes razões e de natureza diversa para considerar uma área disciplinar de Ciências da Natureza e Matemática. Estas razões são de natureza científica, onde se inclui a dimensão cultural, e pedagógico-didáctica.

Do ponto de vista científico a articulação de ideias, de métodos, de processos, de instrumentos é inerente ao próprio conhecimento científico e ao seu desenvolvimento.

Como afirma João Caraça ([3], p. 62) *não é por sermos "moderníssimos", não é por moda (por distinção), que cultivamos a interdisciplinaridade. A necessidade de tratar questões de natureza interdisciplinar ou multidisciplinar vem das próprias questões: e tal pode significar uma transformação do modo de estar no mundo, assinalando a vantagem de se congeminar uma nova visão, mais bem adaptada à situação que vivemos.*

Este investigador refere também haver necessidade de que surja uma visão do universo diferente da que nos guiou nos últimos séculos. Esta

emergente *nova relação temporal dos homens com a natureza e o universo* terá de acolher plenamente a complexidade, o florescimento e a articulação dos saberes que para ela concorrem. E acrescenta ainda que *nada é permanentemente adquirido, nem eternamente consolidado — a não ser a urgência de conhecer e de aprender.* ([3], p. 62)

Destaco esta perspectiva de construção de *uma relação temporal dos homens com a natureza e o universo*, que se liga à *urgência de conhecer e de aprender*, e que aponta para a necessidade da escola se aproximar dos métodos científicos. Esta intenção está bastante vulgarizada no ensino das ciências físico naturais, mas na matemática continua a haver grandes dificuldades em integrar esta orientação com características de uma ciência experimental. A matemática é também uma forma de pensar a natureza, mas porque é diferente das ciências físico naturais precisa de ser tratada em conjunto, para que se estabeleçam analogias e diferenças e se compreenda melhor a natureza de cada uma delas. Um dos matemáticos que mais se tem dedicado à divulgação de uma perspectiva naturalista da matemática é Ian Stewart. Duas referências suas, que a seguir apresento, registam a forma como ele considera que a matemática pode partir da natureza e se liberta dela.

Estes sinais que a natureza nos dá são outras tantas belezas para descobrir, e para isso não é necessária qualquer formação matemática. E há também beleza na narrativa matemática que, partindo destes sinais, deduz regras escondidas e regularidades, mas esta beleza é de natureza diferente, ela reside nas ideias mais do que nos próprios objectos. ([11], p. 12)

Sejam quais forem as razões, a matemática é sem contestação um meio útil de pensar a natureza. Que queremos fazer dos motivos que observamos? Muitas respostas são possíveis. Queremos compreender como se produzem; por que se produzem, o que é diferente; queremos organizar os motivos e periodicidades da maneira mais satisfatória possível; prever

o modo como a natureza se comporta; controlar a natureza para nosso uso; e utilizar o que aprendemos sobre o mundo que nos rodeia. A matemática ajuda-nos em cada uma destas coisas e revela-se muitas vezes indispensável. ([11], p. 28)

Em meu entender há convergências e divergências entre os modos como a matemática e as ciências físico naturais olham e pensam a natureza. A percepção de analogias e diferenças é uma necessidade no desenvolvimento de uma atitude científica perante a natureza e o universo.

O que considero interessante é que estas razões de natureza científica acabam por ser também razões pedagógico didácticas. Perspectivar a relação científica com a natureza é pensar num ensino científico activo, construtivo, contextualizado, integrado e com significado.

Ligações possíveis e desejáveis

A breve reflexão deste texto não pretende ser mais do que o registo de algumas ideias teóricas importantes, mas ficaria incompleta se não fossem avançadas, de forma sustentada, algumas sugestões concretas de actividades a realizar com os alunos.

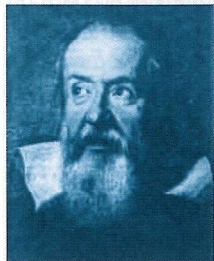
Nos últimos anos têm sido realizados alguns projectos de ligação entre a matemática e as ciências da natureza ao nível do ensino básico. Quando estes trabalhos forem mais divulgados não será certamente difícil aceder a um conjunto muito alargado de propostas de trabalho que facilitem a inovação curricular.

Por uma questão de simplificação as sugestões e propostas que apresento estão organizadas em itens, de natureza diversa e que, como não poderia deixar de ser, não são estanques. Episódios da história da ciência, meios de comunicação e ciência, simetria, números e medições, relações numéricas e funções, utilização e construção de instrumentos são as pontes que criei para ilustrar ligações possíveis e desejáveis.

Episódios da história da ciência

A história da ciência é fundamental para compreender o papel da matemá-

tica no desenvolvimento científico e para valorizar este tipo de actividades no trabalho com os alunos. Para além dessas actividades, estes podem realizar trabalhos sobre a própria história da ciência que permitem fazer articulações muito interessantes com outras áreas disciplinares.



Galileu Galilei

Quando se pensa na história da ciência, um dos cientistas que interessa referir é Galileu (1564-1642), que entre muitos outros trabalhos realizados foi o inventor do telescópio. Na matemática geralmente não falamos dele, mas há aspectos do seu trabalho que são fundamentais para esta discussão.

Segundo Kline ([5], pp. 213-216),

A mais artística e frutífera criação da multifacetada mente de Galileu foi um grande plano para ler o livro da natureza. Em essência ele oferece um conceito totalmente novo dos objectivos científicos e do papel da matemática para atingi-los. [...]

O segredo do sucesso da ciência moderna foi a selecção de um novo objectivo para a actividade científica. O novo objectivo, estabelecido por Galileu e perseguido pelos seus sucessores, consiste na obtenção de descrições quantitativas dos fenómenos científicos independentemente de qualquer explicação física. O carácter revolucionário deste novo conceito de ciência será tanto mais apreciado se for comparado com a actividade científica das épocas anteriores. [...]

Galileu foi o primeiro homem a compreender que as especulações sobre as causas e razões dos fenómenos não tinham feito avançar muito o conhecimento e não tinham dado ao homem assim tanto poder para prever e controlar os acontecimentos da natureza. Por estas

razões propôs-se substituí-las pelas descrições quantitativas dos fenómenos. A sua proposta pode ser clarificada com um exemplo. Na simples situação de lançar uma bola podemos especular indefinidamente porque é que a bola cai. Galileu faz-nos pensar de outro modo. A distância do ponto de partida a que a bola se encontra aumenta à medida que o tempo passa a partir do instante de lançamento. Em linguagem matemática a distância a que a bola cai e o tempo que demora a cair são variáveis porque ambas variam com a queda da bola. Procuremos, disse Galileu, alguma relação matemática entre estas duas variáveis. A resposta que Galileu encontrou escreve-se nos dias de hoje por esta fórmula científica tão simples que é $d = 5t^2$. [...] Fórmula esta que nada diz acerca das razões porque a bola cai ou sempre tem caído no passado e continuará a cair no futuro. E mesmo pensando que estas fórmulas são usadas para relacionar variáveis que o cientista suspeita que estão relacionadas é verdade que ele não tem que investigar, ou compreender, a relação causal para tratar a situação com sucesso. É este facto que Galileu viu claramente ao enfatizar a descrição matemática em detrimento de uma investigação qualitativa e causal da natureza menos bem sucedida.

Para Kline, o que este e muitos outros exemplos simples ilustram é como *o matemático pode ficar sentado na sua cadeira e obter dúzias de significativas leis da natureza*.

Esta perspectiva do trabalho de Galileu valoriza o interesse do trabalho didáctico de procurar e registar valores, construir tabelas, procurar relações numéricas, simplesmente, sem a ambição de explicar e compreender os fenómenos a que esses valores estão ligados. O facto desta procura ser feita a partir de situações e fenómenos naturais pode ser uma forma de contribuir para uma observação mais atenta, focada e completa da natureza e do meio envolvente. De certo modo muito do trabalho experimental da matemática é um trabalho

de articulação com as ciências físico naturais.



Johann Kepler

Um outro episódio da história da ciência que prossegue esta orientação de exploração quantitativa é o trabalho de Johann Kepler (1571-1630).

Kepler foi assistente do famoso observador dos céus Tycho Brahe e sabe-se que, influenciado pelas harmoniosas relações do sistema copernicano, ele se decidiu a explorar os inúmeros dados astronómicos, recolhidos por Tycho Brahe em toda a sua vida de observador, para procurar novas e harmoniosas relações matemáticas que relacionassem os fenómenos naturais entre si. O que sempre me fascinou neste episódio foi a persistência de Tycho Brahe, que dedicou a sua vida a observar, medir e registar milhares de dados numéricos sem saber se alguma outra coisa daí poderia advir, e a intuição e imaginação de Kepler que pegou nesses dados e nas ideias de Copérnico e inventou uma série de relações e modelos matemáticos. Trabalharam separadamente, e tinham até ideias diferentes sobre a teoria heliocêntrica, mas isso não invalida a atitude cooperativa que está presente neste trabalho e que é inerente à construção do conhecimento científico.

Vale a pena conhecer melhor este episódio e perceber como a religião, a física, a astronomia, e o senso comum se submeteram à matemática por ordem de Copérnico e Kepler, ([5], pp. 133-149). Kline afirma mesmo que estes dois cientistas, ao formularem a teoria heliocêntrica e as suas leis, estabeleceram as orientações da ciência moderna nomeadamente no aspecto de que a razão e a matemática são mais importantes para compreender e interpretar o universo que a evidência dos sentidos.

Ian Stewart afirma que *Kepler estava fascinado pela presença de padrões*

matemáticos na natureza, e consagraram uma grande parte da sua vida a procurá-los nos fenómenos planetários. Kepler estendeu também este seu interesse por padrões a outros fenómenos e situações. Ele foi o primeiro europeu a reconhecer a simetria hexagonal dos flocos de neve.

É possível continuar a pensar em muitos outros episódios e referir muitos outros nomes marcantes neste tipo de articulações entre a matemática e as ciências físico naturais, como Eratóstenes, Arquimedes, Leonardo da Vinci, Pedro Nunes, Leibniz, Newton, os irmãos Bernoulli, Euler, Fourier, e muitos mais. Fica a porta aberta.

Não posso deixar de referir que nesta reflexão sobre atitudes científicas faz todo o sentido estabelecer também fortes ligações com as ciências sociais, mas foi minha opção não explorar agora também essa ponte.

Meios de comunicação e ciência

Os meios de comunicação são uma fonte útil e inesgotável de ideias e pontos de partida para a realização de actividades de articulação entre a matemática e as ciências naturais. Programas educativos, que infelizmente escasseiam em Portugal, artigos de jornais ou de revistas, informações breves de telejornal e até anúncios podem ser o início de muitos trabalhos a realizar com os alunos. Estas fontes poderão ser muitas vezes uma motivação para estudar novos aspectos da matemática e das ciências naturais e aprender como estas estão presentes e são utilizadas, para o bem e para o mal, no mundo que nos rodeia. Para além das potencialidades educativas de conteúdo científico que estes materiais apresentam há a considerar o aspecto do desenvolvimento da atenção ao que se está a passar à nossa volta e de uma atitude crítica face à informação que estes meios de comunicação veiculam. A matemática tem naturalmente um papel relevante em toda esta informação e muitas vezes é usada de uma forma incompleta ou incorrecta que permite as mais perigosas distorções. A estes aspectos podemos acrescentar a actualidade, a versatilidade do conteúdo, a adequação do formato e a

facilidade de acesso. Numa das actividades apresentadas nesta revista é dado um exemplo de uma actividade que tem por base um artigo de jornal.

Há vários livros em que pode ser obtido material interessante para este tipo de trabalho com os alunos e para a formação de professores. John Allen Paulos em *As Notícias e a Matemática*, pp. 240-242, defende que

O conjunto de perguntas padrão que os jornalistas fazem e os leitores querem ver respondidas deveria ser alargado. Além do Quem, do Quê, do Onde, do Quando, do Porquê e do Como, deveria também incluir-se o Quantos?, Com que probabilidade? Que proporção? A que conclusão chegamos quando comparamos esta quantidade com outras? Qual a sua taxa de crescimento e que resultados obtemos ao comparar essa taxa com outras taxas de crescimento? [...]

E continua com outros exemplos de questões pertinentes numa perspectiva matemática correcta para concluir mais à frente que

Imersos nesta rede fervilhante de informação, chegamos por vezes à conclusão de que as respostas que mais buscamos permanecem para além dos nossos horizontes de complexidade. As bolas de cristal estão todas baças ou, no caso dos jornais, borradas de tinta. Apesar da promessa (ou ameaça) de profecias matemáticas sobre o futuro, temos muitas vezes de nos contentar com as manchetes do presente. Por esta razão, os jornais serão sempre novos e neles haverá sempre um elemento de romance. Compre um jornal e descubra isto mesmo.

Segundo Cano e Romero, ([2], p. 225), no que respeita à exploração matemática, a informação veiculada nos meios de comunicação pode ser trabalhada nas seguintes perspectivas: interpretar dados, relações e resultados; estimar e aproximar resultados e valores; empregar métodos de tentativa e erro; simplificar tarefas difíceis; procurar padrões e modelos; fazer conjecturas e comprovar hipóteses; demonstrar e refutar.

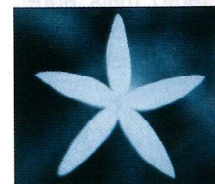
Quando temos em atenção que a participação na vida cívica de forma livre, responsável, solidária e crítica é um dos princípios e valores orientadores do currículo ([9], p. 15), não podemos de deixar de dar muita atenção à multiplicidade de documentos, escritos, orais ou visuais que são produzidos pelos meios de comunicação para procurar encará-los com atitudes científicas.

Simetria

A simetria apela tanto ao artista como ao cientista; ela está intimamente associada com a inata capacidade humana de apreciar padrões. A simetria está ligada a muitos dos mais profundos padrões da Natureza, e hoje é fundamental para a nossa compreensão científica do universo. ([12], p. 26)

O conceito de simetria é muito antigo, mas tem evoluído muito também. Ian Stewart considera que levou mais de dois mil e quinhentos anos para que o conceito de simetria tenha evoluído de modo que os cientistas e os matemáticos o possam usar mais do que admirar.

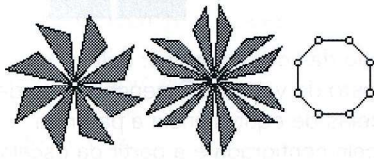
O aspecto mais importante a fixar sobre este conceito é que uma simetria de um objecto é qualquer transformação que o deixa aparentemente invariante. Outro é que a simetria é um instrumento de descrição qualitativa e quantitativa dos objectos e dos fenómenos. Os fenómenos periódicos podem ser estudados do ponto de vista da simetria, e isso é útil para a sua compreensão e formalização matemática. A caracterização e a comparação de simetrias são por isso mesmo ideias poderosas que se articulam com muitas outras ideias e conceitos matemáticos.



Star of Bethlehem

Só um olhar matemático permite encarar flores, jantes de automóveis e logotipos para descobrir aspectos comuns entre eles. Esse olhar está carregado de simetria.

Recolher imagens de flores, jantes e logotipos, classificá-las de maneiras diversas, caracterizar cada classificação, criar novos elementos para as categorias criadas, reclassificar quando se acrescentam outros objectos são actividades matemáticas por excelência acessíveis às crianças desde muito pequenas e fundamentais no desenvolvimento de atitudes científicas. Para além da multiplicidade de imagens que é possível encontrar à nossa volta para fazer este trabalho, qualquer programa de geometria dinâmica permite criar uma fábrica inesgotável de rosáceas, figuras com simetria de rotação.



Da simetria de reflexão das 2500 espécies diferentes de orquídeas, passando pelas folhas de muitas plantas e por muitos animais são inúmeras as possibilidades de encontrar e explorar este tipo de simetria. Uma das ideias mais interessante será sempre analisar se existe ou não simetria de reflexão e, no caso de não existir, quais são os elementos que a quebram.

Partindo de situações naturais são inúmeras as possibilidades de observação, caracterização, organização e classificação. A simples observação e classificação de muito do que nos rodeia passa pela utilização de instrumentos matemáticos. E mesmo que nos fiquemos pela caracterização há muitas possibilidades interessantes. Do ponto de vista da convergência entre ciências físico naturais e matemática, estas duas capacidades são fundamentais para a interpretação do mundo natural.

A interpretação do mundo natural vai variando, como a própria história do homem e do pensamento; os modos de ordenar, classificar, designar e, em definitivo, explicar a Natureza, estão profundamente imersos nas diferentes formas de compreender a realidade do mundo e o que desta podemos conhecer. ([1], p. 7)

Do ponto de vista da divergência da matemática relativamente às ciências físico naturais, que se traduz na criação matemática sem limites e sem fronteiras, é importante citar Kline que reconhece nas civilizações dispostas a aliar-se com a natureza e o universo e, ao mesmo tempo, abertas à liberdade e à capacidade infinitas do pensamento, independentemente das promessas de solução imediata para os problemas do homem e do universo, um melhor florescimento da matemática ([5], p. 120).

Números e medições

Uma das preocupações fundamentais quando se inicia e desenvolve o trabalho com números é a construção do sentido numérico, sentido este que é indissociável dos inúmeros contextos em que os números são utilizados.

Vem a propósito uma breve reflexão sobre o que se pode entender por contexto e qual o seu papel na aprendizagem. Segundo Borasi, citado por Meyer ([8], p. 522), o contexto é a situação em que o problema está encaixado. É o contexto que funciona como motivação dos alunos para explorarem matemática, que proporciona oportunidades para aplicar a matemática, que serve como fonte de nova matemática, que sugere fontes para as estratégias de resolução do problema e que proporciona uma âncora para a compreensão matemática.

Meyer ([8], pp. 523-527) sustenta que o contexto atrai os alunos para a situação problemática, desperta a sua curiosidade e pode levá-los a explorar a matemática necessária para responder às questões que são colocadas. Estes objectivos são bastantes para que se procure um contexto, e certamente que muitos contextos o conseguem melhor do que outros. Também é importante notar que quando pensamos no contexto como elemento motivador, temos de reconhecer que um contexto interesse mais um aluno do que outro, ou até que não tenha qualquer interesse para outro aluno.

A natureza e o universo, pela sua riqueza e diversidade, oferecem con-

textos que podem ser motivadores para todos os alunos, contextos estes que, pelas suas características podemos considerar como de grande qualidade atendendo à caracterização de Meyer. Os contextos oferecidos pela natureza são suporte de matemática, mas não a submergem, são reais e bem próximos ou conhecidos dos alunos, são variados e não precisam de se repetir, originam problemas reais que podem ser resolvidos, oferecem aos alunos a possibilidade de construir modelos matemáticos.



É comum considerar que os Pitagóricos encontraram a essência da natureza nos números e nas relações numéricas e que os números foram o primeiro princípio de explicação da natureza e a substância e a forma do Universo. ([5], pp. 97-99)

E também é fundamental notar que a medição é responsável pela ampliação do conceito de número, nomeadamente ao nível dos números racionais, decimais e fraccionários não decimais, e ao nível dos irracionais.

Podemos falar de medições directas e de medições indirectas. Nestas se incluem naturalmente o cálculo de áreas e volumes através de fórmulas. Fórmulas estas que são muito antigas e que se devem aos matemáticos de Alexandria. E aqui fica mais uma ligação com os episódios da história da ciência, porque estes matemáticos também inventaram processos para medir o raio da Terra, os diâmetros da Lua e do Sol, as distâncias da Lua, do Sol, dos planetas, e das estrelas. Para Kline ([5], pp. 87-88), é quase inacreditável que estes sábios tenham conseguido medir distâncias inacessíveis com tão grande precisão e com métodos tão simples e seguros como os que utilizaram.

Ao longo dos tempos os cientistas foram desenvolvendo a tese dos Pitagóricos de que a natureza deve ser estudada quantitativamente, o que justifica o grande papel que os números e as medições, bem como as relações numéricas e as funções, desempenham nesta ligação da matemática com as ciências físico naturais.

Relações numéricas e funções

Os números são o instrumento por excelência para fazer comparações. Porém uma comparação feita com base exclusiva em números obtidos de forma independente pode ser pobre e até enganadora. Os próprios números podem representar relações e encarados desta forma é o conceito de número que se amplia e enriquece. O simples facto de escolher uma unidade e fazer uma medição é já uma relação numérica que está ser estabelecida, mas nem sempre os professores terão consciência de que este aspecto está em jogo quando se trabalham números decimais e fracções. As relações numéricas mais simples são expressas através de fracções e de números decimais. Depois seguem-se as percentagens e muitas vezes serão estas apenas as relações numéricas que são trabalhadas com os alunos.

Se pensarmos que nas ciências físico naturais estes tipos de números têm uma utilização permanente podemos perceber as potencialidades de trabalhar relações numéricas no contexto destas ciências.

O estudo de crescimento de uma planta durante algumas semanas registando em gráfico a relação tempo/altura é um exemplo rico e interessante. Ele exige a decisão dos momentos de registo (diário, semanal, mensal ou outro) para ser possível fazer um gráfico, bem como o cuidado e rigor na recolha de dados. Permite fazer a previsão do crescimento posterior com discussão da possibilidade ou impossibilidade de prolongamento do modelo de crescimento. Um crescimento proporcional, que poderá dar-se durante algum período de tempo, é impensável que continue indefinidamente. Um crescimento logístico já poderá ser admissível embora este tipo de curva não seja muito acessível a uma exploração elementar. A influência de variáveis como a humidade e a luz nestas experiências oferecem aspectos fundamentais para estes estudos.

O estudo da relação entre a área do pé e o peso suportado apresenta vários aspectos interessantes: a necessidade de encontrar um pro-

cesso de medição da área do pé, a quantificação da relação peso/área, a comparação destes valores, a discussão das características e das condições físicas do corpo humano e os limites para as dimensões dos seres vivos. Aqui está um indicador de uma outra ponte interessante a estabelecer sobre a temática forma de dimensão que, apesar ricas potencialidades que oferece, não será abordada neste texto.

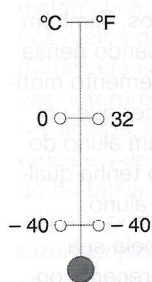
Um outro exemplo interessante é apresentado por Mcycr (18), p. 523) sobre a relação entre o comprimento do salto e o comprimento do corpo de alguns animais e foi adaptado numa das actividades propostas nesta revista.

Nestas sugestões sobre relações numéricas e funções está prevista a recolha de dados para construção de modelos de interpretação de fenómenos e situações. É uma perspectiva bastante diferente da recolha, tratamento e apresentação de dados em abordagens descritivas, inerente à estatística, e que não abordarei agora, embora permita múltiplas e diversificadas hipóteses de exploração na articulação com as ciências físicas e naturais.

Utilização e construção de instrumentos

A utilização de instrumentos proporciona também muitas e variadas actividades em que conceitos matemáticos e das ciências físico naturais podem ser explorados de forma contextualizada. A régua, a fita métrica, a balança e o relógio são os instrumentos mais simples com que os nossos alunos aprendem a trabalhar, mas a lista pode ser grande e diversificada.

Pensemos nas possibilidades de utilização de um termómetro com duas escalas diferentes.



Os termómetros com duas escalas, centígrada e Fahrenheit, são bastante acessíveis nomeadamente para fazer medições ambientais. A sua utilização tem várias possibilidades interessantes de exploração: Observação e compa-

°C	°F	°C	°F
-40	-40	-40	-40
-30		-30	
-20		-20	
-10		-10	
0	32	0	
10		10	
20		20	
30		30	
40		40	
50		50	
60		60	
		70	
		80	
		90	
		100	

ração das duas escalas; Leitura e registo de valores; Preenchimento de tabelas de equivalência a partir da escala centígrada e a partir da escala Fahrenheit e que vai exigir o recurso a valores decimais sendo alguns deles aproximados; Registo de temperaturas em situações familiares aos alunos (corpo humano e temperaturas atmosféricas nas duas escalas; Utilização da fórmula $F = 5/9 C + 32$ para fazer conversões; Conhecimento sobre os países em que se utiliza uma e outra escala e porquê.

Uma experiência interessante pode ser a construção de um termómetro, embora não seja muito simples pode ser um pequeno projecto a desenvolver pelos alunos. Do ponto de vista das ciências físico naturais permite o trabalho e a discussão sempre interessantes sobre as mudanças de estado e sobre o que significa o zero e o cem da escala centígrada. Do ponto de vista matemático permite trabalhar a obtenção e utilização de uma escala numérica. Poucas vezes os alunos têm oportunidades para serem eles próprios a construir uma escala, tomando todas as decisões que são inerentes à resolução deste problema.

Temos muitas vezes a ideia de que um instrumento é um objecto sofisticado do ponto de vista tecnológico que exige muitos conhecimentos, trabalho, técnica e recursos, porém um instrumento pode ser uma coisa muito simples. E mais, muitas vezes quanto mais simples for do ponto de vista

técnico mas sofisticado é do ponto de vista matemático. Entre estes estão os instrumentos de contagem e de medição de alturas inacessíveis.

Um quadrado com 1 dm^2 recortado num quadrado de cartão um pouco maior é um rudimentar instrumento de contagem. A ideia matemática subjacente a este rudimentar instrumento é a de que se forem conhecidas características quantitativas de uma parte de um todo, e se fôr conhecida também a relação entre a parte e o todo, podem ser obtidas as características do todo. Este tipo de instrumento pode ser usado, por exemplo, para contar o número de pés de relva que existem num campo ou jardim. Coloca-se o quadrado recortado sobre a relva e conta-se o número aproximado de pés que cabem nesse quadrado. Depois basta obter a área do campo ou jardim e estimar o número total de pés. Quadrados deste tipo, com área conhecida, que não precisa de ser uma unidade *standartizada*, podem ser usados para outros tipos de contagem e também para medição de pequenos animais ([14]).

Nestes casos, e visto que se está a trabalhar com valores aproximados, obtidos por estimação, é natural que cada aluno obtenha o seu. Desta multiplicidade de valores há várias questões e decisões do ponto de vista estatístico que podem ser exploradas.

Quanto aos instrumentos de medição de alturas inacessíveis são bastantes conhecidas as suas possibilidades e tem havido vários exemplos de divulgação da sua utilização nas aulas de matemática em publicações, cursos e encontros.

Há também a referir a utilização de instrumentos náuticos e que também já tem sido objecto de vários tipos de divulgação ([13]). Sobre este assunto há várias publicações de consulta da autoria de Luís Albuquerque e editadas pela Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimientos Portugueses.

Algumas conclusões e um poema

Como ficou bem patente estas frentes de trabalho não são independen-

tes e há muitas ligações entre elas. A ideia de apresentá-las separadamente serviu, apenas, para procurar iluminar e organizar um pouco o muito trabalho que pode ser feito na ligação da Matemática com o Estudo do Meio no 1º Ciclo, na área da Matemática e Ciências da Natureza no 2º Ciclo e continuando depois pelo 3º Ciclo, não deixando de pensar no papel que a matemática deve ter nas novas áreas curriculares de estudo acompanhado e de projecto.

A curiosidade, que se revela no querer conhecer, querer saber, querer compreender. A tendência para observar, para dar atenção ao que se passa à nossa volta. A tendência para observar, caracterizar, organizar e classificar. A tendência ou hábito de procurar padrões, analogias, regularidades. A tendência para a procurar obter descrições quantitativas dos fenómenos científicos, independentemente de qualquer explicação física. A valorização do uso da intuição e o gosto pela imaginação. A valorização do uso da razão e da matemática para compreender e interpretar o universo, muitas vezes contra a evidência dos sentidos. A tendência para apreciar criticamente fenómenos, situações, informações, documentos, recorrendo a instrumentos e conhecimentos científicos. A aptidão para defender as suas ideias e argumentar, mas também para aceitar as ideias dos outros e as tornar suas. A valorização do rigor e o apreço pela qualidade. A aptidão para

*Penso na repetição que
se verifica no movimento das marés
e das luas. Existem
ciclos, como círculos, que
são previsíveis e perfeitos. Mas,
apesar disso, têm
um mistério que nem os iniciados
resolvem. Por que terá tudo de ser
assim, desde a origem até ao
fim dos tempos? Não me respondes; nem
eu esperava que tivesse resposta,
enquanto enchias um copo,
de acordo com a lei da gravidade.*

Nuno Júdice, 1999.
Meditação sobre ruínas

trabalhar em grupo, para saber usar os dados recolhidos por outros, para saber colocar os dados recolhidos por si à disposição de outros, para saber articular as ideias de outros com as suas próprias ideias, em suma, a valorização e o respeito por atitudes cooperativas. O respeito e a tolerância. O esforço, a persistência e a dedicação. São características da formação de um espírito científico, em que o espírito matemático está integrado, que considero responsabilidade do ensino básico e a que a(s) ciência(s) na escola devem responder.

Referências

- [1] Bueno, Antonio González. 1998. *Historia de la Ciencia y de la Técnica*, tomo 26. Madrid: Ediciones Akal.
- [2] Cano, António Fernández e Romero, Luís Rico. 1992. *Prensa y Educación Matemática*. Madrid: Editorial Síntesis.
- [3] Caraça, João. 1997. *Ciência*. Lisboa: Difusão Cultural.
- [4] Derry, Gregory N.. 1999. *What science is and how it works*. New Jersey: Princeton University Press.
- [5] Kline, Morris. 1987. *Mathematics in Western Culture*. England: Peregrine Books.
- [6] Laubenbacher, Reinhard e Pengelley, David. 1999. *Mathematical Expeditions*. New York: Springer Verlag.
- [7] Little, Catherine. 1999. Counting grass. *Teaching Mathematics in the Middle School*, vol. 5, Nº 1, pp. 7-9. Reston: NCTM.
- [8] Meyer, Margaret R., Dekker, Truus, e Querelle, Nanda. 2001. Context in Mathematics Curricula. *Teaching Mathematics in the Middle School*, vol. 6, Nº 9, pp. 522-525. Reston: NCTM.
- [9] Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica (ed.). 2001. *Currículo Nacional do Ensino Básico, Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- [10] Paulos, John Allen. 1995. *As Notícias e a Matemática*. Lisboa: Europa-América.
- [11] Stewart, Ian. 1995. *La Nature et les Nombres*. France: Hachette.
- [12] Stewart, Ian e Golubitsky, Martin. 1993. *Fearful Symmetry – Is God a geometer?*. England: Penguin Books.
- [13] Vieira, Ana, Veloso, Eduardo et al.. 1996. *Os instrumentos náuticos na época dos Descobrimientos*. (Trabalho não publicado).
- [14] Wandersee, James H.. 1986. Estimating the size of "little animals". *Estimation and Mental Computation*, 1986 Yearbook, pp. 220-222. Reston: NCTM.

Cristina Loureiro
ESE de Lisboa