

EDIÇÕES POLITEMA

EDIÇÕES RECENTES

Planeamento de projectos com recursos limitados
Jorge Mendes, 2008

Condição feminina no império colonial português
Clara Sarmento (Coord.), 2008

ARTES DO ESPECTÁCULO

Quem matou Ambrósio?
José Topa e Claire Binyon, 2006

Miragem E Sedução: Textos Sobre Cinema
José Coutinho e Castro, 2003

ARTES VISUAIS

Pintura Portuguesa Contemporânea: A Coleção IPP
Maria de Fátima Lambert, 2005

Sobral Centeno
Sobral Centeno e Maria de Fátima Lambert (org.), 2004

EDUCAÇÃO

Tecnologias, Informação E Educação
Paulo Ferreira, 2006

E-Learning E Formação Avançada
Carlos Vaz de Carvalho (Org.), 2006

**Implementação Do Processo De Bolonha A Nível Nacional,
Por Áreas De Conhecimento – Engenharia: Relatório Preliminar.**
Luís de Jesus Santos Soares, 2005

**Curso De Professores Do 1.º Ciclo Do Ensino Básico – Curso De Educadores
De Infância**
Luís de Jesus Santos Soares, 2003

Escola, País E Comunidade
Costa Matos, J. Vargas Pires, 1994

Problematizando A Escola Básica
António Abreu Pereira, Glória Souto, António Souto, José Maria Ribeiro,
Abílio José Pires, 1994

Organização Pedagógica Da Escola Básica
Clara Oliveira, Fernanda Costa, Flomena Matos, João Carvalho, 1993

ENGENHARIA E TECNOLOGIA

Piscinas: Tratamento De Águas E Utilização De Energia
Vitorino de Matos Beleza, Rosária Santos e Marta Pinto, 2007

Tratamento De Águas De Caldeiras
Francisco Teixeira, Isabel Pereira, Rosária Santos, Vitorino de Matos Beleza,
2001

Hipertexto/Hipermedia
Armando Silva, 1996

Tratamento De Águas De Arrefecimento
Francisco Teixeira, Isabel Pereira, Rosária Santos, Vitorino de Matos Beleza,
1996

GESTÃO

Organização E Técnicas Empresariais
Isabel Ardions, Zita Romero e Arminda Sá Sequeira, 2006

LITERATURA

Propostas De Leitura Para Generation X
Teresa Tudela, 2004

MULTIMÉDIA

Glossário De Termos Multimédia: Inglês/Português
José Coutinho e Castro, 1997

MÚSICA

**A Theory Of Harmonic Modulation: The Plastic Model Of Tonal Syntax And
The Major-Minor Key System**
José Miguel Ribeiro-Pereira, 2005

Origens E Segredos Da Música Portuguesa Contemporânea
Cândido Lima, 2003

Antologia Poético – Musical
Fernando Jorge Azevedo, 2002

EDIÇÕES POLIFONIA

Ad Libitum
António Augusto Águilar, 2005

10 Anos Sinfonietta
Vários, 2006

António Alberto Silva

13

Ciência é Cultura

Notas pendentes para a Filosofia
de um professor pendente da Física

Edições Politema - Instituto Politécnico do Porto

Biblioteca Nacional – Catalogação na Publicação

Silva, António Alberto, 1950 –

Cléncia é Cultura: Notas pendentes para a Filosofia
de um professor pendente da Física

ISBN 978-972-8688-65-3

CDU 001

As concepções constantes nesta publicação,
assim como o modo como estas se exprimem,
são da inteira responsabilidade do seu autor.

Cléncia é Cultura

António Alberto Silva

© Edições POLITEMA – Fundação Instituto Politécnico do Porto

Porto, Janeiro de 2010

Coordenação Editorial

Patrícia Geraldes

Capa e paginação

Paulo Magalhães

Impressão e Acabamentos

Sersilito Empresa Gráfica, Lda.

ISBN

978-972-8688-65-3

Depósito Legal

306413/10

Tiragem

500 exemplares

Contactos

Editora POLITEMA

Fundação Instituto Politécnico do Porto

Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 537

4200 – 072 Porto

Telefone 22 830 25 55

Fax 22 830 25 56

politema@fipp.ipp.pt

Agradeço à **Marta Moreira** e ao **Nuno Brandão** a leitura atenta do manuscrito, as saborosas conversas ¹⁵ e os valiosos contributos, de que resultaram importantes melhoramentos no texto. Naturalmente, tal colaboração amiga em nada os compromete com os pontos de vista que defendo ou com os defeitos do texto.

O **Hugo Monteiro** passou do parágrafo anterior para este porque me lisonjeou com um inesperado presente: um texto, umas suas "Notas sobre as Notas...". Não o comento ou agradeço por me não atrever a bulir-lhe. Pedi-lhe para fazer dele um POSFÁCIO, e assim com o Leitor partilho o presente.

Aos Meus Alunos:
Milhares Que Tive,
Centenas Que Espero.



Índice

I.	INTRODUÇÃO	8
1.	PRÓLOGO: QUE OBJECTO TÃO PEQUENINO	8
2.	EM VEZ DE DUAS CULTURAS: CIÊNCIA É CULTURA	8
3.	EM VEZ DE UMA SÓ CULTURA: A CIÊNCIA NÃO É A CULTURA	23
4.	CULTURA, LITERACIA CIENTÍFICA, CIÊNCIA	26
5.	RESUMO PROSPECTIVO	29
II.	IDEOLOGIAS E VISÕES DO MUNDO: QUEM AVISA	31
III.	CULTURAIS GEOMETRIAS E TEMPOS EM INTERACÇÃO	34
IV.	EVOLUÇÕES EM CIÊNCIAS: O CASO DA FÍSICA	42
V.	EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO E SUA APRENDIZAGEM: CONSTRUTIVISMO E ECOLOGIA CONCEPTUAL	64
1.	DINÂMICAS ILUSTRAÇÕES	64
2.	CONSTRUTIVISMO E ECOLOGIA CONCEPTUAL	70
VI.	EM TORNO DA CIÊNCIA & TECNOLOGIA, FILOSOFIA	78
VII.	RETÓRICA, ARGUMENTAÇÃO, ÉTICA	93
VIII.	MODERNIDADE E PÓS-MODERNIDADE	117
IX.	EPÍLOGO A PENDER PARA O LIRISMO	124
X.	EPÍLOGO A PENDER SIMPLESMENTE	126
	Notas	127
	Referências bibliográficas	132
	POSFÁCIO	137

I. INTRODUÇÃO

1. Prólogo: que objecto tão pequenino...

O objecto destas Notas não é, nem a Ciéncia nem a Cultura. É:

É o tracinho^{**} com ar perdido da linha anterior, é o acento no é que Ciéncia e Cultura transforma em Ciéncia é Cultura.

É aquele o objecto, esta é a Conclusão.

Pronto: está dada a matéria!

2. Em vez de duas culturas: Ciéncia é Cultura

Parafraseio a Conclusão: Ciéncia e Tecnologia são Cultura.

Acrescentei agora a palavra *Tecnologia*. Na secção anterior, ela desfavorecia-me a estética e a incisão.

Numa conversa culta, ninguém contestará a Conclusão. E no entanto...

Ciéncia e Cultura são referidas como dois mundos distintos nas conversas do dia-a-dia, nos meios de comunicação social, nas revistas profissionais e respectivas comunidades, nos currículos escolares. Nas concepções socialmente dominantes, a Ciéncia foi segregada da Cultura. Mesmo na governação é habitual haver uma tutela para a Ciéncia e Tecnologia e outra para a Cultura; e não é habitual haver estruturas que englobem e coordenem domínios como Artes, Filosofia, Educação, Química, Biologia, Matemática, Medicina, Engenharia. E no entanto...

Faz-se investigação em *Design*, Música, Literatura, Epistemologia, História. E, quando ela é de alto nível, diz-se que se faz investigação científica. Em Portugal, grande parte da investigação efectuada nestes domínios da "Cultura" é financiada pela Fundação para a Ciéncia e Tecnologia, que abarca também Óptica Quântica, Biotecnologia, Materiais, Computadores e Ciéncias do Ambiente. E no entanto...

Quando se fala em Ciéncia e Tecnologia (C&T), poucos de nós pensarão em grafismos, pinturas, partituras, hermenéutica musical, romances e aspectos psicológicos da linguística.

Usarei a sigla "C&T" ora como singular — porque ela é já reconhecida como um nome próprio —, ora como plural — para enfatizar as entidades "C" e "T".

Além disso, há domínios que por uns são considerados científicos “mesmo”; mas que outros não consideram como “tipicamente” científicos, e menos ainda tecnológicos, embora concedendo-lhes um estatuto ao mesmo nível que o da C&T. As visões deste último tipo estão — para o bem e para o mal — marcadas pelos paradigmas de Ciências que ainda hoje são consideradas como básicas ou fundamentais: Física, Química, Biologia e Matemática. Em tais visões, atribuem-se estatutos especiais a saberes e actividades profissionais como Psicologia, Sociologia, Economia, Gestão, Ciências da Educação, Psicanálise. Mas nestas Notas, mais importante do que aprofundar este tema é salientar que na Universidade e no Politécnico os especialistas de todos os domínios de actividade referidos neste parágrafo, e os de muitos mais, fazem parte de Conselhos Científicos ou Técnico-Científicos; e a investigação por eles efectuada em Portugal é em boa parte financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia. E no entretanto...

Quando se fala em Ciência e Tecnologia, poucos de nós pensarão em *Design*, Música, Literatura, Psicologia do Desenvolvimento, Linguística, Sociologia, Economia, Ciências da Educação, Filosofia; poucos de nós pensarão em Ciências Sociais e Humanas e Artes. Em contrapartida, em relação a domínios como estes, poucos de nós deixarão de os associar à Cultura.

E no entanto... Ciência e Tecnologia são Cultura. Em conversa culta.

No Jornal *Público* pode ler-se uma notícia de Maria José Oliveira (2009) relativa a um Manifesto intitulado *O nosso presente e o nosso futuro: algumas questões prementes – Contributo para um debate político*. A sua autoria é de 25 intelectuais portugueses. Um deles, apresentado como conselheiro na Comissão Europeia para a Energia e Alterações Climáticas, é entrevistado. Informa que a intenção do Manifesto é lançar para a discussão partidária uma agenda de prioridades, da integração europeia às Forças Armadas, passando por políticas sociais, justiça, educação, cultura e ambiente.

Nas próximas linhas, tomo o documento como referência. Não pretendo detalhar as minhas consonâncias e dissonâncias com este documento específico, e menos ainda com os seus autores, que respeito e estimo. Que eles e o leitor sejam benevolentes com o meu tom aceso e crítico. Eu pretendo precisamente preparar o leitor para ler umas Notas que privilegiam acesas críticas e intensas controvérsias e se desenvolvem em análises argumentativas e éticas.

O Manifesto tem 31 páginas. Contei o número de ocorrências de algumas palavras (*cultura, ciência, ...*) incluindo as suas derivadas (*multicultural, científico, ...*). Eis alguns números:

- ‘ *Cultura* – 26;
- ‘ *Ambiente* – 13;
- ‘ *Saúde* – 5;
- ‘ *Ética* – 3;
- ‘ *Tecnologias da Informação / Comunicação (TIC)* – 2;
- ‘ *Ciência* – 1;
- ‘ *Tecnologia* – 1.

Contei separadamente as ocorrências relativas à TIC, pela sua especificidade.

As duas últimas palavras da lista anterior aparecem apenas uma vez: em «Política de Ciência e Inovação Tecnológica» — que é simplesmente um item de uma lista e que diz exclusivamente o que está citado, nada

mais. Além disso, este item integra uma secção do documento intitulada «Política do Ambiente e do Oceano e Zona Costeira». Trata-se pois de uma Política de Ciéncia e Inovação Tecnológica tendo apenas em vista uma Política do Ambiente e do Oceano e Zona Costeira. Isto é, trata-se de uma referência a C&T no âmbito de uma das outras palavras cujas ocorrências foram contadas (*Ambiente* – 13).

A Ciéncia e a Tecnologia estão pois praticamente ausentes do documento.

Nele, a “cultura” é profusamente referida ... mas é tratada num sentido restrito:

- ‘ Aspectos étnico-culturais;
- ‘ Literatura *light*, cinema popular e programas do tipo *reality show*;
- ‘ Produção cultural (sentido restrito) e artística;
- ‘ Identidade nacional;
- ‘ Custo da ignorância (sentido restrito);
- ‘ Diversidade criativa (sentido restrito).
- ‘ Articulação da cultura (sentido restrito) com ... educação e comunicação social;
- ‘ «Complementaridades activas» ... mas (sentido restrito) «entre Governo (Cultura, Educação, Finanças, Economia, Turismo) Autarquias e Privados» ... sendo de salientar que no paréntesis não figura o Ministério da C&T.
- ‘ «Articulação entre ministérios» ... mas (sentido restrito) «de modo a ser possível a integração do ensino artístico e musical no ensino; e que os filmes portugueses sejam ensinados e matéria de exame».

O documento tem uma visão restrita ... mas é muito abrangente:

- ‘ Declara estarmos num momento crítico, numa encruzilhada do mundo contemporâneo, em que urge:
 - ‘ promover uma opinião pública esclarecida;
 - ‘ debater de modo sério e diversificado;
 - ‘ apresentar questões de fundo, argumentos e propostas viáveis;
 - ‘ reflectir sobre as escolhas que afectam o presente e condicionam o futuro.
- ‘ Anuncia uma agenda de prioridades, e contributos para equacionar opções.
- ‘ Abarca temas como:
 - ‘ presente e futuro
 - ‘ soberania nacional
 - ‘ identidade nacional
 - ‘ integração europeia
 - ‘ Forças Armadas
 - ‘ luta anti-terrorista
 - ‘ políticas sociais
 - ‘ justiça
 - ‘ educação
 - ‘ “cultura”
 - ‘ ambiente
 - ‘ criatividade

- ‘ articulações entre Ministérios
- ‘ complementaridades entre Governo, Autarquias e Privados
- ‘ cidadania
- ‘ modelo de desenvolvimento
- ‘ uma matriz ética para o país

Permito-me perguntar: como é possível, sem tratar de modo explícito e específico o tema da C&T, tratar adequadamente o que está na abrangência acima listada? Permito-me responder: não é possível.

- ‘ A C&T marca a História, o presente, o futuro.
- ‘ As forças armadas mais poderosas do mundo fazem o que fazem por razões múltiplas, mas entre elas ocupam lugar não despiciendo “detalhes” como: porta-aviões, aviões, submarinos, propulsão nuclear, bombas nucleares e outras más, tanques, armas tenebrosamente ditas ligeiras, mísseis, desfolhantes e outros venenos, visão nocturna, satélites espiões a quilómetros distinguindo centímetros, GPS (*Global Positioning System*), SIG (Sistema de Informação Geográfica), lasers, espionagem e sabotagem informáticas, ataques cirúrgicos que se não funcionam à primeira funcionam depois de uns danos colaterais; e muito mais, quiçá incluindo muito de que nem sabemos.
- ‘ A saúde trata de muitas coisas e de muitos modos, mas não são despiciendos “detalhes” como: saúde pública, prevenção, análises clínicas, intervenções cirúrgicas não apenas com bisturis mas também com lasers, próteses, hemodiálise, medicamentos, radioterapia, quimioterapia, ecografia, Tomografia Axial Computorizada (TAC), Ressonância Magnética Nuclear (RMN), genética e doenças genéticas; e muito mais.
- ‘ A Ciéncia e a Tecnologia não podem ser chamadas a palco apenas quando encerram fábricas de automóveis ou têxteis ou semicondutores colocando milhares de pessoas no desemprego; quando apanhamos com uma bomba ou um cancro; quando reparamos que o planeta está doente e pode morrer.
- ‘ Podia continuar por caminhos de outros temas (educação, ambiente, cidadania, ...), mas para abreviar tomo um invisível atalho e chego aqui: sem o poder explicativo da Ciéncia, sem o poder interventivo e transformador da Tecnologia, sem a criatividade e a inovação da C&T, nada do que refere o Manifesto pode ser tratado adequadamente.

Na generalidade das situações complexas e controversas sujeitas a debate, os contributos da C&T são essenciais para:

- ‘ Bem elaborar questões e procurar respostas.
- ‘ Bem formular problemas e demandar soluções.

Talvez presunçosamente, arrisco conjecturar que a generalidade dos cidadãos não discordará do que acabo de escrever. Jamais ouvi alguém disso discordar.

Mas, creio, todos nós já muito vimos isso ser esquecido.

A muitos dos nossos amigos, a um qualquer Cidadão — o leitor, eu, ... — pode acontecer que escreva com um processador de texto, navegue na Internet em consultas ou jogos de Bolsa, brinque com jogos de consolas, vá lecionar aulas de “cultura” apoiado por um quadro interactivo, nos intervalos fale pelo telemóvel, apanhe

um táxi e vá fazer um TAC ao hospital e depois de Metro vá ao Registo Predial consultar uns números de artigos de seus terrenos cartografados por tecnologia geoespacial, chegue a casa e lembre ao filho “vamos pôr as garrafas no vidrão?” consentindo ele “sim, mas vamos de carro” e de carro lá vão com ele poluindo mais o planeta do que se tivessem deitado as garrafas no lixo doméstico sem pensarem nisso nem na possibilidade de terem feito os 300 metros de ida e volta a pé, descansando depois de ecológica consciência descansada num colchão de último grito ortopédico e no dia seguinte seguindo o Cidadão para o aeroporto onde apanha um avião para umas férias num país produtor de petróleo e 18 horas depois do regresso a casa outro avião para outro país mesmo ao lado do primeiro para uma conferência num país cercado de exércitos e guerras, pelos caminhos consumindo alimentos de engenharia alimentar pasteurizados — liofilizados — congelados acondicionados em embalagens (Poças, 2009) com rótulos de ADN — seguimento por radiofrequência — barreiras ao oxigénio e à luz e à humidade — absorvedores de dióxido de carbono e oxigénio e etileno e água — controlo activo de lactose e colesterol por sistemas enzimáticos incorporados com funções antioxidantes e antimicrobianas — embalagens auto-aquecíveis para café e auto-arrefecíveis para refrescos — e que faça tudo isso sem ter pensado em Ciência, Tecnologia e Literacia Científica.

O mais certo é não ter pensado naquelas coisas da C&T por elas já estarem instaladas nos seus hábitos, necessidades, profissão, lazer, estilo de vida. A pergunta “então e a ciência? a tecnologia? o TAC e o avião e a comidinha e as embalagens...” terá como resposta algo como “ah! pois claro, a técnica dá muito jeito!”. O mais certo é que para este Cidadão, para o leitor, para mim, para nós, estas coisas sejam tão comezinhas como o que da terra comemos, tão terra a terra como o que nesta dejectamos.

Melhor diríamos com planetárias maiúsculas: coisas Terra a Terra, coisas de uma Coisa de que há só Uma, Ela mesma, O Planeta em que vivemos.

Mas um displicente “Ah! pois claro, nem me lembrei mas dão mesmo muito jeito!” não é um problema. Por si só, não é O Problema.

Por si só não, mas por via de certas companhias sim.

Por tais vias prossigo para debuxar O Problema despontando.

De amigos nossos, de um qualquer Cidadão — o leitor, eu, ... —, de intelectuais cientificamente letRADOS e reconhecidos pela sua rectidão pessoal e exceléncia profissional, todos conheceremos depoimentos, entrevistas, documentos, argumentos e actos sobre controvérsias sociais onde a C&T é desvalorizada ou não referida; ou onde ela implicitamente considerada como necessária e muito útil, mas como algo de que “algum há-de tratar”. Talvez “os chineses, que são muitos e têm jeito para isso”; ou “os finlandeses que no frio onde vivem têm que se aquecer fazendo qualquer coisinha”. Os artefactos teóricos e práticos da C&T — quando não são ignorados... — são insinuados como coisas banais, frias, técnicas, enigmáticas, inexpressivas, distantes, de laboratório. É na “cultura” que se exortam as verdadeiras essências e existências, o eminent, o elevado, a vida. Numa conversa calma e culta, numa esplanada em volta de uma mesa, até será provavelmente possível chegar a consensos alargados quanto à importância da C&T e à importância de nos importarmos com ela. Mas será também possível que futuros depoimentos, entrevistas, documentos e actos dos nossos amigos de esplanada — e quiçá do leitor, meus, ... — continuem como antes.

O problema desses antes que continuam depois, o problema desses “culturais” discursos e actos, reside em não serem abertos a verdadeiros debates éticos, a debates aprofundados e abrangentes sobre o futuro que

queremos. Ofuscados por uns valores, arredam outros.

Tais discursos e actos apartam a C&T da Cultura. Cindem a Cultura em quinhões repartidos por duas partes em que se aparta a sociedade. Em dois cíndidos lotes. Em duas “culturas”. Numa doblez que duplamente inscreve em si mesma que Literacia Científica *não* é cultura, que C&T *não* são cultura.

Discursos e actos científicamente iletrados. Do foro da Iliteracia Científica.

Não é da alcada da língua o problema. Este não tem domicílio na pragmática da língua ou na semântica. Sabemos e admitimos que o termo “cultura” tem sentido restrito e geral, mas geral e estritamente sabemos também que chamar aqui a polissemia seria recurso para esbater o que queremos nítido.

O problema é do foro da Literacia, Literacia Científica, Política, Epistemologia e Ética. O problema é uma pecha cultural que se ramifica e tudo permeia, com consequências teóricas e práticas cruciais. É pois um problema que exige soluções; que impõe questões reclamando respostas; que demanda actos. Negociemos e argumentemos soluções e respostas. Que os actos sejam muitos e estas Notas um.

Em jeito de síntese, desfiarei alguns negócios e argumentos, e sítios que o problema permeia. Começo por desfiar três ilustrações.

A primeira ilustração refere-se ao modo como um certo tipo de notícias é apresentado na comunicação social. Quero salientar a ênfase que invariavelmente é dada ao Português e à Matemática em detrimento da Física, da Química, da Biologia.

Consideremos uma notícia de Borja-Santos (2009) no *Público* sobre exames nacionais do 12º ano. Precedido de «Média desce de 12,5 para 10 valores», o título principal, em letra grande e colorida, é: «Duplica percentagem de reprovações a Matemática nos exames do 12º ano».

A notícia tem 49 linhas e começa assim:

A média do exame nacional de Matemática A desceu de 12,5 para 10 valores.

Cito as últimas 9 linhas da notícia, as únicas que se referem às Ciências:

Nas Ciências, a média do exame de Biologia e Geologia desceu de 10,5 para 9,5 valores – taxa de reprovação subiu de oito para 11 por cento – enquanto o exame de Física e Química A continua a registar média negativa, tendo inclusive descido: de 9,3 para 8,4 por cento. No total, dos 27 exames realizados, apenas quatro registaram uma média negativa: Biologia e Geologia (9,5), Física e Química A (8,4), Geometria Descritiva A (9,8) e Latim A (9,8). Em 2008, seis exames registaram média abaixo dos dez valores, sete em 2007 e oito em 2006. Treze exames registaram este ano piores médias, 12 melhoraram e dois mantiveram exactamente a mesma média. Nas 27 provas, a média global foi de 11,7 valores.

Para se perceber que o problema mais grave está na Química e na Física é preciso ler a notícia mesmo até ao fim. Quem interessada e diligentemente o fizer é brindado com uma desilusão: não encontrará nem um ínfimo comentário sobre isso. E quem ler só o título — arrisco dizer, a maioria dos leitores — fica com uma informação tão parcelar que é incorrecta e científicamente *iletrante*.

Cerca de três semanas depois, o mesmo jornal noticia os Exames de 2ª Fase. Tenho aqui em cima da mesa a edição de 31 de Julho de 2009. A chamada é feita na 1ª página com o título: «Exames – Negativas de novo a Português e Matemática». Em grandes letras e *a toda a largura* da página 10, lê-se o título: «Português e

Matemática voltam a níveis negativos no ensino secundário». No canto superior direito apresenta-se um gráfico de barras. Vou referi-lo, mas antes vem-me à ideia algo que qualquer jornalista sabe melhor do que eu: os cantos de página que mais chamam a atenção — e onde se paga mais pela publicidade — são o superior esquerdo e o inferior direito. Podemos então ler no canto superior direito os seguintes números sobre médias dos Exames Nacionais na 1^a e na 2^a Fase, respectivamente: Português B – 11,1; 8,9; Matemática A – 10; 8,8; Física e Química A – 8,4; 8,0; Biologia e Geologia – 9,5; 8,8. Os valores mais baixos são pois os de Física e Química A. Mas não há título ou subtítulo ou “subsubtítulo” que tal refira. Em toda a notícia, que é de página inteira, eis as referências a “Física, Química, Biologia e Geologia”: 17 palavras (contando os números, e.g. “8,4”, como palavras); 2 linhas de uma das 5 colunas da página inteira; 0 comentários, análises, entrevistas ou considerações. Todos os comentários, análises, entrevistas e considerações se referem a Português e a Matemática.

Os mesmos problemas de fundo podem ser constatados em notícias do *Expresso* e da *RTP*: ver Lusa (2009; 2009 b).

A segunda ilustração é esta: as Provas de Aferição do 1º e do 2º Ciclo do Ensino Básico restringem-se a Português e Matemática.

Por que não se aferem Estudo do Meio e Ciências da Natureza...?

Tenho debatido este tema longamente e em várias instâncias.

Recordo vivências vividas para uma terceira ilustração.

4

— Por que não se aferem Estudo do Meio e Ciências da Natureza...?

— A Matemática e a Língua Materna são estruturantes, desenvolvem o raciocínio, são ferramentas de uso geral de importância chave para qualquer cidadão, ...

— Sim. Mas a Ciência e a Tecnologia são também tudo isso.

— A Matemática e a Língua Materna são necessárias precisamente para Estudo do Meio, Ciências da Natureza e C&T. Como se pode aprender C&T sem saber ler nem escrever? Já viste alguém fazer Física sem Matemática?

— Sim. Mas Estudo do Meio, Ciências da Natureza e C&T são necessários para a Língua Materna e a Matemática.

— Como?! Mas tu queres lá comparar...

— Sim, quero comparar, cotejar, argumentar, aprofundar, não ficar por lugares comuns, mitos, pseudo verdades, autojustificações em círculo fechado, proclamações peremptórias não justificadas. Quero salientar algo que muitos educadores e professores dos primeiros níveis etários desde há muito compreenderam e praticam como uma das principais vias para aprender Português e Matemática: “trabalhar – ensinar – aprender” dentro e em torno da reflexão sobre o mundo de que fazemos parte, da sua compreensão, da actuação sobre ele, da elaboração de questões e de procuras de resposta, da detecção ou elaboração de problemas e da procura de soluções, de aprendermos a saber o que queremos — em suma, em torno das ciências humanas e sociais. Lê-se escreve-se conta-se em torno de um pedaço de plasticina que se afunda ou não, do pão que uma mãe ainda coze, de uns peixes que morreram num ribeiro, de umas férias na praia ou no monte, do trabalho no campo nos automóveis na informática no varrimento de ruas, do preço por metro quadrado de uma habitação, da poluição e despoluição, da Administração

Pública e dos impostos, da saúde, ...

— Está bem. Mas também é preciso estudar a Língua Materna e a Matemática por si mesmas ... Há séculos que toda a gente sabe que ler, escrever, contar...

— Sim, a Língua Materna e a Matemática são importantes por si. Mas igualmente importante é que se não fique por elas ensimesmado. Até estavas finalmente a levantar um tema interessante. Mas os - séculos - e - o - toda - a - gente - e - a - lengalenga que a seguir repetiste rebaixaram a tematização. Quero aprofundar. Quero ir além da lengalenga do "ler, escrever e contar" que domina o Ensino desde o século XVII, resistindo às Luzes do Iluminismo do século XVIII e à revolução científica, tecnológica e industrial do século XIX. E que no Ensino resistiu ainda ao século XX, o da ida à Lua, da saída do sistema solar, dos automóveis e aviões e foguetões, da energia nuclear, televisão, cinema, tecnologias da informação, telemóveis, GPS, jogos na Bolsa em tempo real por antípodas, mundialização, globalização, SIDA, protocolos mundiais sobre Ambiente, TAC, RMN, transplantes de órgãos humanos, próteses de dente e ancas, ovelha Dolly clonada a partir de células estaminais embrionárias. E que resiste ainda no século XXI, o século da clonagem a partir de "células pluripotentes induzidas", células que são obtidas sem destruir embriões, como foi recentemente relatada por cientistas japoneses e chineses (Gerschenfeld, 2009); o século da fusão nuclear no ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor - Acordo ITER assinado em 2006); o da maior crise financeira de sempre; da Internet por fibra óptica...

— Pois, mas sem ler, escrever e contar, nada disso...

— Pois. Ler escrever contar é lengalenga que lê escreve conta um só lado e mal lido escrito contado. Como Perrenoud (2001), sublinha: a trilogia do ler, escrever, contar, em que assentou a escolaridade obrigatória no século XIX, já não está à altura das exigências da nossa época.

— Não está à altura, no sentido em que já não chega. Concordo. Mas continua a ser necessária.

— Claro que é necessária e não é suficiente. Mas ficar por aqui nada adianta. É preciso ir mais fundo. É necessário saber Português e Matemática, mas esta verdade, de tão repetida, torna-se a verdade primacial e pelo que não considera ou até desconsidera transforma-se numa mentira. Quer-se ler, escrever e contar para quê? Só para ler, escrever e contar? Mas ler escrever contar o quê? Desde a mais tenra infância até sempre, o mais importante de cada vida humana e da vida humana toda, é ler escrever contar sobre nós e o que nos rodeia. E o "nós e o que nos rodeia", isto é, o "nós e o mundo de que fazemos parte", é tratado de forma sistemática pelas Ciências Humanas, Sociais, Físicas, da Vida, do Ambiente. Ler escrever contar só faz sentido para ler escrever contar o nosso corpo, a nossa mente, as interacções com a mãe, o pai, o irmão, os familiares e amigos, pessoas, emoções e sentimentos, medos e desejos. Em ler escrever contar estão lidas escritas contadas tecnologias desde a fecundação in vitro às fraldas ao berço ao carrinho de bebé, do telefone ao comboio, seres vivos e outros seres que de certo modo não são vivos, a atmosfera, o rio, o mar, a montanha, a floresta, a casa, a rua, a Lua, a Terra, o Sol, ... Ler escrever contar só assim tem sentido. E o só assim que acabo de contar é C&T em sentido lato, o sentido que só assim tem sentido.

— Isso é tecnoracia pura e dura! Então as emoções, os sentimentos, a criatividade, a expressão, a música, a pintura, as crianças do pré-escolar... Queres apresar e fustigar as crianças com academismos cientificizantes e tecno-cratizantes.

— Ah!, finalmente saímos da lengalenga: isso já não é ler escrever contar. Mas, infelizmente, é uma súmula de outros estereótipos: o importante no Pré-escolar são "as expressões", é que as crianças se exprimam, dêem asas à

imaginação, à criatividade, liberdade, pintem, esculpam, musiquem. Sem dúvida que as expressões são muito importantes. Que as crianças, e não só elas, pintem, esculpam, musiquem, dancem. Que exprimam, que se exprimam. Mas aqui adopto sobre as Expressões o que referi sobre educadores e professores e crianças que mergulham na vida e no mundo para aprender Português e Matemática. Sim, que as crianças exprimam. Mas exprimam... porquê? para quê? o quê? Desde a mais tenra infância, o exprimir de uma criança é exprimir o que vai nas energias e nas matérias de si mesma e do que a rodeia, é exprimir-se sobre o seu corpo e mente, sobre o pai a mãe as pessoas as coisas as emoções os sentimentos. Não há expressões em abstracto. Não há expressões abstractas. Mesmo uma música ou dança, mesmo uma pintura "abstracta", até tudo aquilo que é abstracto no sentido de, embora físico, não ser estritamente isomórfico do material, até o que é abstracto no sentido de ser generalizado, abduzido, simbólico (uma língua, um formalismo matemático, uma formulação ética), mesmo que seja abstracto num outro qualquer sentido, não é abstracto no sentido de estar desligado dos sentimentos, da vida, do mundo, de tudo o acima dito e o muito mais não dito.

— *Mas bem sabes que a criatividade, o individual, o único, a estética, a personalidade, estão mais em certas actividades que noutras. Estão mais nas Artes, e estas são diferentes da Ciência. Uma pintura de há mil anos continua a ser tão ou mais obra de arte que quando foi feita. As ciências são mais acumulativas, o que antes estava certo agora já não está, e são construídas de modo social, por comunidades profissionais...*

— *Pois ainda bem que de novo saímos da lengalenga. Agora já estamos a filosofar e ainda bem, pois nem só os filósofos têm direito a isso. Quanto ao que dizes, do que dizes sei algumas coisas, mas outras sei que não sei e outras sei que ninguém sabe e outras ainda sei que não são como dizes. Admito que é útil para ordenar ideias considerar que a tônica das Artes é a expressão, a das Ciências a explicação e a das Tecnologias a intervenção prática. Mas esta minha afirmação é musicalmente tonal e tem tonalidades e cores e intensidades e gradientes. As Artes também ajudam a ver e compreender o mundo e também têm teorias e práticas. As Ciências e as Tecnologias estão tão ligadas que por vezes são indistinguíveis, e ambas têm teorias e práticas e ideais explicativos e interventivos. E as Artes e as Ciências e as Tecnologias estão inextrinavelmente interpenetradas umas pelas outras. E todas se inscrevem em comunidades profissionais e na sociedade em geral e esta inscreve-se em todas elas. A História das Artes, tal como a da C&T, não é uma colagem de histórias de indivíduos.*

— *Acho que está a exagerar um pouco, mas enfim... É bem sabido que a criatividade, a emoção e o suspense criativo, até a dor da criação, estão bem mais nas Artes. E todos sabemos que a Matemática é essencial para desenvolver o raciocínio lógico e as capacidades de raciocínio formal... E a Língua também...*

— *Isso é mais do que um exagero: é muitos. É uma amalgama de iletrados lugares comuns e gravíssimos erros. Vou contar-te uma estória. Há cerca de vinte anos, numa reunião do Conselho Científico da minha Escola, alguém insistiu na clara e distinta verdade segundo a qual é a Matemática que desenvolve o raciocínio lógico e as capacidades de raciocínio formal. Uma colega de Música ripostou assim: "Ainda estou à espera de que alguém demonstre que a Matemática faz isso melhor do que a Música." Se a Música é a Arte do silêncio, tal música ali tocada foi de chumbo. Não houve dedo ou boca ou olhar que sequer esboçasse uma ténue intenção de resposta. Creio que a colega ainda hoje estará à espera da referida demonstração. Por mim falando digo que sim: ainda estou à espera. Claro que isto quer dizer que, de facto, não estou à espera: julgo que tal demonstração nunca será feita. Se o for, cá estarei para assumir que julguei mal. Mas entretanto...*

— *Isso foi porque as pessoas foram apanhadas de surpresa... Há muitos estudos que demonstram que a Matemática e a Língua...*

- São melhores do que a Música ou a Física para desenvolver as mentes?
- Ora, a questão não tanto de comparar, mas de reconhecer o papel chave da Matemática e da Língua.
- Pois então não compares, não afirme que certa coisa é melhor que outra para certos fins. E, se quiseres falar de papel tudo bem, mas é melhor tirares a chave. Esta presta-se a mal-entendidos chave que são perniciosos para o desenvolvimento dos currículos escolares e para a educação em geral. Entretanto, comparo eu. Não acredito que haja nas Artes mais criatividade do que na Ciência ou Tecnologia. A ter que fazer uma comparação, arriscarei mesmo dizer que estas últimas têm constituído, não apenas nos tempos recentes mas ao longo de toda a História, os empreendimentos mais criativos, inovadores e transformadores da humanidade, os empreendimentos que mais a influenciaram a ela e à sua história, desde as bases que tratam da alimentação, abrigo, família, território, nascimento, morte, heranças, quotidiano, até às superestruturas filosóficas, ideológicas, políticas, administrativas, de justiça, culturais (artísticas inclusive). E se para aqui chamarmos as dores dos poetas — dos fingidores que como Fernando Pessoa fingem tão completamente que chegam a fingir que é dor a dor que deveras sentem — chamemos para aqui também as dores de todos os que não são poetas e como eles têm incertezas, angústias, entregas, tristes desilusões, felizes sucessos, depressões e euforias, chamemos para aqui cientistas e tecnólogos que não menos do que os poetas têm dores, incluindo as de criação e parto de paridas construções. E aproveitemos para homenagear, não apenas o poeta Jean-Nicolas Arthur Rimbaud (1854-1891), mas também o físico Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906), que se suicidou de desespero e dor porque muitos desdenharam do seu trabalho e em cuja tumba está lapidado o seguinte “poema colectivo”: $S = K \ln \Omega$. A Entropia, S , é proporcional ao logaritmo de Ω , que é o número de estados microscópicos em que pode estar um sistema quando está num dado estado macroscópico. Seja o caso de um gás ideal num certo estado macroscópico, isto é, com valores específicos de pressão, volume e temperatura: ele pode estar em muitos estados microscópicos, pois as partículas que o constituem podem ter posições e velocidades muito diversificadas sem que isso altere o resultado “médio” macroscópico.
- Pronto, lá vens tu com a Física. Para ti a Física é que é. Por isso estás com essas coisas, com essas dores...
- Mas que coisas, qual Física qual quê? Estou a falar de Física, sim, mas também de outras Ciências e de Tecnologias, e de Matemática, Língua materna, História, Filosofia, Artes, Psicologia, Educação, Ambiente, Política, Saúde, ... “Lá venho eu”?! Quem vem não sou eu, é a História e a Filosofia das Ciências, é a Cultura da humanidade, é a humanidade.
- Mas que modéstia...
- Deixa-te de sarcasmos. E não brinques com coisas sérias.
- Às vezes tem que ser... las demasiado embalado...
- Embalado estás tu. Em celofane que te escurece e distorce a visão. Nem dás por isso, embalado por dores líricas e insensível a outras. Deliras com o Fernando Pessoa de “O poeta é um fingidor // Finge tão completamente // Que chega a fingir que é dor // A dor que deveras sente”. E, já que vens feito paladino da Matemática e da Língua e queres colar-me a fama de ofuscado pela Ciência, também te digo: não acredito nesse poema. Acho que o poeta está a fingir quando o diz. Frases como “eu sou um fingidor” ou “eu sou mentiroso” ou “esta frase não é verdadeira” são frases indecidíveis. Se a frase não é verdadeira é porque não é verdade o que ela diz e então é porque, ao contrário do que diz, ela é verdadeira, o que contraria o que ela diz.
- Agora vens com a Lógica... Deste cabo do poema.

— Não dei cabo do poema nem quero dar. Apenas usei a Lógica sobre a Língua, de um modo provocatoriamente “à letra”, para te descenterar da Matemática e da “letra”. Mas se achas que a Lógica estragou o poema, diz e explica...

— Ora... Mas está a misturar tudo. E isto está a ficar abespinhado.

— Não estou a misturar. Estou a relacionar. A dar valor não apenas a umas coisas, a umas dores, mas a muitas. Boltzmann e a sua criatividade merecem que se exalte que a sua estória foi outra, e em particular que ele não morreu de fingi-dor, mas de dor-mesmo.

— Pronto, está bem... Mas onde queres chegar com isso?

— Boltzmann e a sua criatividade merecem o seu lugar na Cultura humana.

— Concordo. E acho melhor que continuemos com a conversa mais em tom de debate e menos em tom de discussão.

— Concordo. Prefiro um debate retórico-argumentativo a uma discussão de dialéctica erística. Mas continuo a insistir nos valores, na Ética.

— Sim. Mas é melhor deixar essas palavras difíceis para outra altura.

— Sim. Também são Cultura, mas está bem, ficam esses temas para outro capítulo.

— Pode ser o VII.

— Assim será pois. Entretanto, vou “misturar” ainda mais. A definição de entropia, a interpretação microscópica da entropia de Boltzmann $S = K \ln \Omega$, é a base da 2ª Lei da Termodinâmica. Dela resulta que, para te manteres vivo, tens que aumentar a entropia do resto do Universo. E que para isso o desordenas, o desorganizas, o poluis. Entropia é poluição. Misturei Física com Vida e Ambiente. Vou continuar com esta sopa de pedra cultural que te fará muito bem, que te ajudará a ler – escrever – contar o mundo, a vida. Vou informar-te mais. Entropia é desordem. Aumentar a entropia de um sistema significa aumentar o seu número de possíveis estados microscópicos compatíveis com o seu estado macroscópico. Aumentar a entropia da tua biblioteca lá de casa é desarrumar os livros, é dispô-los sem critérios: isso pode ser feito de muitas maneiras. Diminuir a entropia da tua biblioteca lá de casa é arrumar os livros dispondos com critérios de classificação e arrumação: isso pode ser feito de menos maneiras. Aumentar a entropia é diminuir a informação. Se a entropia é grande, temos menos informação sobre qual o estado microscópico em que se corporiza o estado macroscópico. Se desarrumaste os livros, tens menos informação sobre em que local está um certo livro. Entropia é o oposto de informação. Aumentar entropia é aumentar ignorância. Entropia é “neguinformação”, “negação” de informação. Por isso este conceito termodinâmico entrou na Teoria da Informação e na Informática.

— E daí... por aí fora. Interessante...

— Interessante, mas também não sem dor. Recordo (Moura, 2009 c) o matemático Alan Turing (1912-1954). As nossas vidas, a nossa sociedade, a nossa Cultura, devem-lhe imenso. Teve um papel decisivo na II Guerra Mundial, criando uma máquina capaz de decifrar as mensagens encriptadas dos nazis alemães. É desde os anos 1970 considerado o pai da informática e do computador. Poderia certamente ter dado muitos mais contributos. Mas era homossexual, e na puritana Inglaterra da época a homossexualidade era considerada uma doença e um crime. Turing foi impedido de continuar as suas actividades, perseguido judicialmente e sujeito a “tratamentos” de castração química até acabar por se suicidar.

— Criatividade... Tantas dores... Desculpa... estava a divagar. Reconheço que a estória que acabas de contar ilustra bem o papel da C&T na evolução das nossas sociedades. E também, neste caso de modo trágico, o papel na evolução da C&T das superestruturas culturais dominantes... Bom... e também ilustra a importância da Matemática e da Leitura e da Escrita...

— Pronto, lá vens tu... Mas quem é que disse que... Mas desde sempre se sabe que... Olha, nem sei que te diga mais. Aliás: vou dizer-te só mais uma coisa. Felizmente, já não estamos nos anos 1930, quando em Portugal 70% da população não sabia ler e foi publicado o Decreto-lei n.º 27279 de 24 de Novembro de 1936, onde se lê:

«O ensino primário elementar trairia a sua missão se continuasse a sobrepor um estéril enciclopedismo racionalista, fatal para a saúde moral e física da criança, ao ideal prático e cristão de ensinar bem a ler, escrever e contar e a exercer as virtudes morais e um vivo amor a Portugal.» (Mónica, 1977).

— Estás a insinuar que considero estéril o que não é ler – escrever – contar?

— Não. Estou a evidenciar que essa lengalenga é bem antiga e conhecida. Mas quero também sublinhar que, se na altura do ditador Salazar havia algo de progressista na defesa do ler – escrever – contar, hoje tal lengalenga é, as mais das vezes, imobilista, tradicionalista, redutora, vesga, inculta, incompetente.

— Progressista, Salazar?!

— Relativamente, e no contexto referido. Então, havia governantes que se opunham à ideia da alfabetização básica da população, ao ler – escrever – contar. Uns, por considerarem isso um potencial perigo cultural, uma ameaça ao regime; outros, por “simplesmente” o considerarem desnecessário e despropositado, pois o importante era cultivar batatas e vinho e ter mão-de-obra operária, e para isso não era preciso saber ler nem escrever. Enfim: leves diferenças ideológicas... Esses “opositores” governantes perguntavam: “Ler, escrever e contar para quê?”

— Tu fazes a mesma pergunta...

— Sim. A mesma pergunta, exactamente com as mesmas palavras, mas com sentidos exactamente opostos! E com ideologias antagónicas e visões do mundo olhando em sentidos contrários!

— Bem sei, estava só a meter-me contigo. Mas voltando a 1936: como é que as pessoas iriam ler a propaganda do regime, se não soubessem ler? Só ouvir não deveria chegar...

— Pois. Salazar não era estúpido. Às vezes. E censurava o que era “contado lido escrito”. Sempre.

— E por falar em ideologia e propaganda: ...

Interrompo aqui a transmissão. Prefiro ser eu a falar disso (no capítulo II): não tenho muita confiança na isenção destes dialogantes.

Que ao Português e à Matemática e às Artes e a mais seja reconhecida a importância que merecem; mas que tal não obscureça a importância que merece a C&T. Que todas sejam consideradas vertentes fundamentais da Cultura.

Podemos e devemos trabalhar ensinar aprender todas as construções e aspirações humanas, todos os fios

culturais, de modo culto: com uma Cultura una.

Estes aspectos são fulcrais nestas Notas apenas porque o são no mundo.

Retomo os fios da meada.

A meada é a da valorização social, simbólica e prática, da C&T.

Em fios tecidos em páginas anteriores, chamei a sociedade usando vários recursos: a páginas 12, recorri a um cidadão embrulhado em viagens; a páginas 13 referi duas ilustrações baseadas em notícias de jornais; e para uma terceira ilustração convoquei na página 14 dois aguerridos dialogantes que só calei na página 19.

Foram dois os fios desfiados antes de dialogado o aguerrido diálogo: Exames Nacionais do 12º ano e Provas de aferição.

Abalizou o leitor que os fios dos Exames e Provas se enfiam num só, numa das várias facetas da avaliação. Mas que o leitor atente em que a avaliação, com a sua componente valorativa e classificativa, é o α e o ω , o A e o Ω , o alfa e o ómega, do Currículo e da Didáctica! O que se considera que deve ser avaliado é o que se considera importante. O que não se avalia é considerado de importância menor. Todos os teóricos da educação, todos os governantes, todos os professores, todos os alunos, sabem isso. Toda a sociedade o sabe, e não só no que respeita à Educação ao Ensino: também relativamente à Administração Pública em geral e a qualquer empresa, sistema, instituição, funcionário, gestor, governante.

Inscrito nas ilustrações anteriores está a menoridade socialmente atribuída à C&T. Por cima do que elas dizem desfio abaixo umas linhas.

O problema está em que aquele Cidadão — o leitor, eu, ... — desvalorize ou esqueça a Ciência, a Tecnologia e a Literacia Científica

- ‘ Na organização de um currículo escolar;
- ‘ Na lecionação de uma disciplina de Ética, Física, História, Ambiente;
- ‘ Ao contribuir para a elaboração de um modelo de desenvolvimento do País;
- ‘ Na governação do País ou de uma pequena instituição;
- ‘ Ao opinar ou deliberar sobre políticas de emprego, saúde, justiça social;
- ‘ Ao avaliar as hipóteses e as opções a considerar;
- ‘ Na permanente reconstrução da sua matriz ética e da sua visão do mundo;
- ‘ Ao apreciar como gostaria de ver o mundo, o que deseja, a vida que quer;
- ‘ Ao estimar o que quer fazer por isso, as decisões que está disposto a tomar;
- ‘ Ao comendar as responsabilidades que está determinado a assumir.

O problema está em que aquele Cidadão — o leitor, eu, quiçá a sociedade em geral —, desvalorizem ou esqueçam a Ciência, a Tecnologia e a Literacia Científica. Reporto-me a Campos (2009). As principais dificuldades referidas pelos professores na implementação do ensino experimental das ciências no 1º Ciclo são: o inadequado nível de conhecimentos científicos dos professores; equipamento científico e materiais

insuficientes e inadequados nas escolas; tempo insuficiente para cumprir os programas; espaço inadequado nas escolas. Escreve o autor, reportando-se a várias experiências e relatos (nomeadamente de Joaquim Sá, U. Minho) que as efectivas e principais dificuldades não residem nas dotações de equipamento, nem na falta de espaços, nem na falta de tempo: são, sim, *a insuficiente compreensão por parte da sociedade em geral — governantes, instituições de formação e de investigação educacional, etc.* —, quanto ao valor educativo das Ciências da Natureza para as crianças e a inadequada formação dos professores neste domínio. Eu próprio pude comprová-lo, designadamente entre 2006 e 2009 como Coordenador do Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências no 1.º CEB no Distrito do Porto, no qual estiveram envolvidos cerca de 700 professores.

É: o problema está em que nós desvalorizemos a Ciência como Cultura.

Deste Problema tratam estas Notas.

E, sim: trata-se de um Problema.

Observar pelo canto do olho é, em ciência, começar a elaborar a hipótese.

O que é observado pelo centro do olho é o evidente, o óbvio, aquilo que é partilhado pela multidão.

Na Ciência, como no mundo das invenções, observar pelo canto do olho é ver o pormenor diferente, aquele que é o começo de qualquer coisa de significativo.

Observar a realidade pelo canto do olho, isto é: pensar ligeiramente ao lado. A isto chama-se criatividade. Daqui saíram todas as teorias científicas importantes.

Gonçalo M. Tavares (2006)

21

Pelo canto do olho, reporto-me a um cidadão cuja formação e actividades muito pouco têm a ver comigo: é artista por formação de base; passou depois a trabalhar em Economia; e escreve num jornal de um mundo que não o meu: negócios. Leonel Moura (2009) publicou no *Jornal de Negócios* o artigo *O Problema da Cultura*. Diz o autor que nos últimos anos em Portugal as coisas não têm corrido bem na Cultura — no sentido restrito que tem o termo quando por exemplo nos referimos ao Ministério da Cultura. O problema não reside na falta de dinheiro: a dotação no orçamento de estado é baixa, mas grandes empresas e a generalidade das autarquias desenvolvem ou patrocinam inúmeras acções culturais. A quantidade de produções, espectáculos, exposições e intervenções artísticas de toda a ordem é impressionante. O problema é outro: falta estabelecer a ligação da cultura convencional, a das artes e espectáculos, com a nova cultura do conhecimento, a da tecnologia e da ciência. A separação entre estes dois mundos culturais está na origem da fraca produtividade da inovação tecnológica na Europa. Não há bom investimento sem boas ideias; e estas derivam em larga medida de uma cultura vocacionada para a inovação.

Recordemos Bertrand Russell (1958) e o seu discurso na UNESCO intitulado *The Divorce between Science and "Culture"*. As aspas em "Culture" constam do original.

A ciência moderna colocou nas mãos dos governos um poder sem precedentes, para o bem e para o mal. Se os estadistas não tiverem uma compreensão mínima da ciência é pouco verosímil que usem judiciosamente tal poder. Mas também para o público em geral é necessária uma tal compreensão. Em muitos países ocidentais, a "cultura" é vista como respeitante sobretudo à literatura, história e arte. Uma pessoa não é considerada inculta se nada souber dos contributos de Galileu, Descartes e seus sucessores. Enquanto tais saberes estiverem confinados a especialistas, dificilmente poderão as nações tratar

dos seus assuntos com discernimento. A separação entre ciência e "cultura" é um fenómeno moderno. Platão e Aristóteles tinham um respeito profundo pela ciência dos seus tempos. O Renascimento teve tanto a ver como o florescimento da ciência como da arte e literatura. Leonardo da Vinci dedicou mais da sua energia à ciência do que à pintura. Os artistas do Renascimento desenvolveram a teoria geométrica da perspectiva. Ao longo do século XVIII muito foi feito para difundir a compreensão do trabalho de Newton e seus contemporâneos. Mas desde o início do século XIX em diante, os conceitos e métodos científicos tornaram-se crescentemente abstrusos e cada vez mais se considerou que era vão tentar torná-los generalizadamente inteligíveis. As modernas teorias e práticas da física nuclear tornaram evidente com dramática brusquidão que uma completa ignorância do mundo da ciência deixou de ser compatível com a sobrevivência.

Regresso a Leonel Moura (2009 b), agora ao artigo: *As duas culturas*. Conta-nos este jornalista que em 1959, Charles Snow, físico e escritor, habitante de dois mundos, o da cultura literária e o da cultura científica, proferiu em Cambridge uma conferência em que expressou não entender como era possível que esses dois mundos, essas duas culturas, estivessem tão de costas uma para a outra. Meio século depois, a questão mantém-se e até se tornou mais pertinente. Se muitos cientistas pouco saberão sobre Arte, a maioria dos artistas desconhecerá totalmente a Segunda Lei da Termodinâmica. No campo das Artes e das Humanidades, tem-se aprofundado a arrogância e o desprezo pelo conhecimento científico, a ponto de a própria palavra Cultura ter sido apropriada de forma a excluir a Ciência e a Tecnologia. E no entanto, estas são os principais motores do progresso humano, do bem-estar individual e do avanço civilizacional.

Acabo de visitar o *Ciência Hoje*. Num artigo sobre um Concurso Europeu de Jovens Cientistas, Rosa Carneiro (2009) cita Chris Phillips, do Imperial College: fazer ciência é tão criativo como escrever um livro ou uma peça de teatro.

O mundo precisa de um novo reencontro das duas culturas. Já não será à maneira renascentista, quando não havia separação. Mas é evidente que precisamos de uma nova Cultura do Conhecimento aberta ao saber e capaz de contribuir através da imaginação e da criatividade para a evolução e a racionalidade humanista da Ciência. É por isso que há quem fale não de duas mas de três culturas. A das Humanidades, a da Ciência, e agora a da recombinação entre as duas.

Recomendo a leitura de "A Terceira Cultura" (Brockman, 2000), uma colectânea de artigos de cientistas muito útil para o tema destas Notas — embora com abordagens demasiado específicas para nelas caber. Cito, da contracapa:

Até aos finais do século XIX, os físicos ainda publicavam os seus artigos em revistas cujo título incluía a palavra "filosofia". Os literatos autoproclamavam-se a "classe culta", menosprezando a ciência que eram incapazes de compreender. Se bem que alguns cientistas continuassem a escrever para o público em geral, os seus livros eram pura e simplesmente ignorados por esta elite. A situação, que se manteve no nosso século [...].

No presente livro, John Brockman apresenta-nos alguns dos cientistas que têm vindo a ocupar o lugar dos intelectuais tradicionais no esclarecimento das questões que mais preocupam e atraem o homem contemporâneo [...].

E tudo isto, tendo sempre em mente que, como escreve Perrenoud (2001): tudo o que aprendemos e partilhamos faz parte da cultura humana, desde a Gioconda até à pintura mais “grosseira” e “popular”, da arte de dissertar à de cozer massa ou limpar o chão; a cultura inclui as componentes mais contemplativas e as mais activas da nossa relação com o mundo, as mais metafísicas e as mais pragmáticas.

Retomaremos estes tópicos. Entretanto, futuremos: os tempos são de aliança entre aquelas culturas, são de uma sua fusão em *uma* nova Cultura. *Uma*.

C&T são Cultura. Literacia Científica é Cultura.

Estava “dada” a matéria.

Está agora explicada.

Mas vamos estudá-la melhor.

Conta-se que, depois de tratados temas sobre matéria, massa e energia, num Teste de Física se perguntava “O que é a matéria?”, tendo um aluno respondido “A matéria é tudo o que se deu até aqui”. Nesta magnífica resposta — que teve provavelmente classificação “zero” — me inspirei para começar a “dar a matéria”. É um aviso ao leitor: leve com sentido de humor algumas coisas que aqui escrevo.

23

3. Em vez de uma só cultura: a Ciência não é a Cultura

Aqui aponto duas ilustrações que com outras agulhas e fios noutra fazenda retecem avisos e elucidações deste capítulo. Vou apontá-las apenas: um leitor interessado poderá explorá-las por meios seus e por sua iniciativa.

“O documento governamental sobre as competências (ME, 2001), os currículos e os manuais escolares, os antide-mocráticos discursos dominantes na educação, são um amontoado de frases ora vazias ora incompreensíveis ora disparatadas, escritas na recém-inventada linguagem eduquês por um lóbi de incompetentes e malvados gurus pós-modernistas, pseudo-educadores, pseudodidactistas e pseudocientistas, que desvalorizam o trabalho e promovem a preguiça, que deseducam as criancinhas com trabalhecos de grupo em vez de as adestrarem no próprio esforço individual e propriamente dito, apregoam construtivismos e outros despautérios como se as criancinhas fossem agora construir o que os cientistas descobririam em vez de lhes meterem na cabeça as leis da natureza e além disso se os cientistas já as construíram para quê fazer tudo outra vez, propagandeiam meta-aprendizagens e escamoteiam alicerçagens, professores a aturar pirralhos sem pressas com ócios em vez de os preparar para trabalhos em empresas e negócios, gurus determinam que é preciso é aprender a aprender e sem jus abominam que é preciso é aprender - mesmo - aprender, põem-se a problematizar/tematizar coisas abertas e sem rumo e que só servem para confundir em vez de abalizar/atomizar coisas certas e com arrumo de onde provém o erigir, em ineficiência a promover comícios para quem quiser ver em vez de proficiência a resolver exercícios daqueles como deve ser, desen-

caminham os jovens para Internet a gambozinos pesquisar em vez de em coro os porem a tabuada de cor cantar, impingem modas de Ciência – Tecnologia – Sociedade e outros distlates que tais, medicam contextos sociais em vez de leis claras – distintas – ideais, palram ambientes em vez de gradientes, mas qual visão global qual quê, com uma equação diferencial é que se vê, calem as ocas retóricas em eduquês e tratrem inequívocas gramáticas teóricas em português, extermine-se o ridículo do negociar sentidos com alunos e receite-se o indículo de tirocinar definidos que são unos, toca o sino de parentais sinais em contrafundo de pruina, desemboca o ensino mais e mais no fundo da ruína.”

No inventado parágrafo anterior, em itálico sumário ditos e reditos que povoam a comunicação social e têm dado oportunidade para muitos livros e conferências. Suavizei-o evitando impropérios que já ouvi e li; e plasmei-o num tom que acho que lhe fica bem.

Nuns casos, trata-se de refigérios ideológico - propagandísticos de jornalistas e outros fazedores de opinião que propositadamente se esqueceram de estudar o tema como devia ser. Noutros casos trata-se do mais do mesmo mas — com maior desgosto meu — dito e redito por prestigiados cientistas cujos contributos para a defesa e divulgação da Ciência muito prezo. Em todos esses casos “a cultura” é a mesma; e é alegadamente contra “uma outra cultura”.

Abstenho-me de aqui detalhadamente plasmar argumentos. Aliás, “não enfiô a carapuça”. Nem conheço quem o faça — apesar de considerar que ela até nem assentaria nada mal a alguns, poucos, “eduqueses gurus”. Talvez por essas e por outras tais dito e reditos por ai se passem sem que alguém se dê ao trabalho de ir a jogo em tal terreno. No entanto, considero dever apontar um comentário e duas elucidações, a bem de basto claras e distintas verdades.

Eis o comentário:

Defender a Ciência como Cultura é uma tese, outra é defender que a Ciência é “a” Cultura; defensas as profissões dos cientistas é bom feitio, mas é mau defeito ofender as outras e pior desconsiderá-las como se o não fossem. A profissão de professor é profissão, e não apenas em termos administrativos: também em termos sociológicos, epistemológicos, práticos e teóricos. Os profissionais do Ensino Básico e Secundário e do Pré-Escolar sabem e fazem o que outros profissionais não fazem nem sabem fazer. Um químico pode e deve dar opiniões críticas e sugestões sobre a Química e até outras Ciências da Natureza na Educação de Infância; mas não pode arrogar-se saber como conceber e praticar um currículo com crianças de 3 a 5 anos, inclusivamente no que respeita à Química e a outras Ciências da Natureza. Na mesma moeda deverão pagar o devido respeito os educadores de infância, abstendo-se de atirar aos químicos ralhetes e normas sobre como se exerce a sua profissão — também sem prejuízo de sobre ela e sobre a Química poderem e deverem emitir opinião crítica. Quer na Educação quer na C&T há conhecimentos e competências próprios, há uso e produção de saber, há questões e problemas específicos a tratar. Todos merecem respeito. E, como tudo isto de algum modo interessa a todos — ensinar crianças, produzir antibióticos, currículos, poluição, educação para necessidades especiais, polímeros, ... —, todos podem e devem procurar ser minimamente *letrados* nos diversos domínios da Cultura para terem direito a opiniões que mereçam ser consideradas por todos. A literacia científica diz respeito a todos, inclusive aos físicos, professores, biólogos, políticos, médicos,

dançarinos, tecnólogos das indústrias e serviços, ...

Eis as duas elucidações:

- ‘ Não foram “pós-modernistas eduqueses” que inventaram para os Sistemas de Ensinos, em Portugal e pelo mundo, a importância das competências e do aprender a aprender: foram as empresas, foi o mundo do trabalho. Foi daí, pela via da Sociologia do Trabalho, que o tema foi praticado e teorizado. Foi daí que emergiu a necessidade de o ensino lhes dar ênfase.
- ‘ Não foram “malfazejos gurus” que impingiram os trabalhos de grupo a professores e criancinhas: foram as empresas, foi o mundo do trabalho. Foi daí, pela via de estudos sobre dinâmicas de grupo, gestão de conflitos e liderança. Não há líderes sem grupos; não há liderança sem espírito de equipa; não há sucesso sem partilha; não há projectos nem programas nem planos estratégicos solitariamente concebidos ou realizados.

No início deste subcapítulo prometi duas ilustrações. Passemos à segunda.

A segunda ilustração por outros ventos nos conduz para um outro local do mundo das “duas culturas”, agora literalmente sob a forma de “dois discursos”. A *Um discurso sobre as ciências* do sociólogo Boaventura Sousa Santos (1996) respondeu o físico António Manuel Baptista (2002) com *O discurso pós-moderno contra a Ciência – Obscurantismo e irresponsabilidade*. Assim se desencadeou uma acirrada e longa polémica entre os dois autores, que acabou por envolver outros pensadores e teve grande visibilidade na comunicação social. Acompanhei a altercação atentamente. Tanto quanto pude saber, cada lado, face, ângulo, tempo no final aí ficou, no mesmo lado, face, ângulo, tempo da sua imaculável “cultura”. Eram dois adversos os lados; ficaram duas antagónicas as “culturas”.

Estas duas ilustrações configuram uma variante de dualidade cultural que grangeia duas arenas para a cultura, tendencialmente desta apartando o que não é Ciência. A variante do subcapítulo anterior cultiva duas agras para a cultura, tendencialmente desta apartando a C&T.

Vemos pois que “duas culturas” há pelo menos duas.

Com um pé ou quase dois de fora destas Notas mas de algum modo tocando-as, duetos culturais há muitos mais: ocidental vs. oriental; alienígena vs. indígena; medicina dita convencional vs. medicina dita natural; ... E tripletos e também n-etros: brancos vermelhos amarelos mestiços pretos ... Outras músicas curiais, multiculturais. Que fora destas Notas muito vibrem e livremente estas cores, sonoramente, noutras mais sinfonias musicais, com solistas só a pontuar e maestros só a ajudar. Destas artes, mil culturas nestas partes.

Destas Notas as viagens não dão direito a tais paisagens. Nem o autor seria bom condutor. E como músico também não é, tais cores não tocará em dó ou ré.

Sigamos, na proa um simples tracinho,

- ‘ nosso múltiplo caminho,
- ‘ simplesmente aberta a mente

4. Cultura, Literacia Científica, Ciência

A poesia é ciência individual.

Poema colectivo e útil: eis a teoria científica.

Gonçalo M. Tavares (2006)

Estas Notas não têm como objecto de estudo a "Cultura". Sobre o que significa este termo, basta-nos o que se encontra num dicionário, e.g., DLPC (2001):

Conjunto de costumes, práticas, comportamentos..., que são adquiridos e transmitidos socialmente, de geração em geração.

Património literário, artístico e científico de um grupo social, de um povo.

Conjunto de conhecimentos adquiridos por alguém, de experiências que permitem o enriquecimento do espírito, o desenvolvimento de capacidades intelectuais...

Estas Notas também não têm como objecto de estudo "a Literacia científica". No entanto, é útil apresentar uma símula sobre esta designação, que tem significados amplos e importantes cruzamentos com a educação. O conhecimento da ciéncia pela população é um objectivo de muitos países, expresso nos seus currículos de ciéncias e em inúmeras iniciativas. Eis alguns dos argumentos mais referidos nas últimas décadas para justificar a necessidade da literacia científica da população em geral (Reis, 2006; Pereira 2007):

- Económico – assegurar o fluxo de profissionais necessários ao desenvolvimento científico e tecnológico, a prosperidade e a competitividade;
- Utilitário – desenvolver conhecimentos, capacidades e atitudes indispensáveis à vida diária dos cidadãos, como utilização de artefactos e processos tecnológicos, resolução de problemas, curiosidade, abordagens racionais;
- Cultural – a Ciéncia constitui um aspecto marcante da nossa Cultura, pelo que um indivíduo culto deve possuir conhecimentos sobre o mundo natural, modos científicos de pensar, efeitos da Ciéncia na sociedade, história e filosofia da ciéncia, argumentação em ciéncia, controvérsia científica;
- Democrático – os cidadãos devem ter saberes para participar de forma crítica e reflexiva em debates democráticos e deliberações sociopolíticas; a ignorância em C&T subjuga a cidadania aos especialistas;
- Ético e Moral – a actividade e a educação em Ciéncia estão relacionadas com valores e normas de interesse geral.

A partir dos anos 1980 espalha-se pelo mundo, com o patrocínio da UNESCO, a "ciéncia para todos", associada a saberes sobre:

- A natureza da Ciéncia: abordagens, objectivos e limitações (racionalidade; sistematização e generalização; observar e teorizar);
- A natureza da Tecnologia e de como esta difere da da Ciéncia;
- O funcionamento da C&T (financiamento da investigação; práticas em C&T; relações entre investigação e desenvolvimento);
- Relações entre Ciéncia, Tecnologia e Sociedade (CTS);
- Linguagens da C&T (interpretação de dados gráficos e numéricos);

‘ Encontrar e usar fontes de informação sobre C&T.

Há quem considere que a literacia científica deve incluir uma componente de acção sociopolítica que capacite os alunos para acções apropriadas, responsáveis e eficazes sobre questões de teor social, económico, ambiental, ético e moral. Àquela componente associa-se também o lembrar aos alunos que a ciência é realizada por pessoas que, como quaisquer outras, têm posições, valores, crenças e interesses; e podem ser calorosas, sensíveis, bem-humoradas e apaixonadas; e ao mesmo tempo podem realizar o seu trabalho de acordo com códigos de prática da comunidade científica.

Há quem considere a literacia científica alargada a toda a população como inatingível, devido às dificuldades inerentes à aprendizagem da ciência. E há quem a considere desnecessária, argumentando que a iliteracia científica da população não tem impedido o progresso científico e tecnológico. Segundo estas perspectivas, a educação científica deve centrar-se na preparação dos cidadãos para a colaboração com especialistas, e não para a análise crítica de temas científicos. Deve centrar-se em: como a ciência funciona (usualmente referido em inglês com a designação *science awareness*); o que se pode esperar da ciência; tecnologia; como pode a opinião pública fazer-se ouvir melhor.

Em Portugal, nos últimos anos, a promoção da literacia científica assumiu o estatuto de principal finalidade da educação em ciência. Nas Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico, relativas à área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais, a literacia científica surge como a grande finalidade da educação em ciências, como fundamental para o exercício pleno da cidadania, implicando: a compreensão da ciência, não apenas enquanto corpo de saberes, mas também enquanto instituição social; e o desenvolvimento de competências como o conhecimento (substancial, processual ou metodológico, epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes. A Introdução do currículo de Biologia e Geologia para o 10º e o 11º ano do Curso Geral de Ciências Naturais (Ministério da Educação) realça a importância de uma literacia científica sólida na compreensão do mundo, na identificação dos problemas com que este se confronta e na participação dos cidadãos no debate crítico e fundamentado de possíveis soluções. Esta literacia científica envolve: a apropriação de conceitos fundamentais inerentes aos sistemas vivos; o reforço de capacidades e competências próprias das ciências (abstracção, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido da responsabilidade); a interiorização de um sistema de valores e a assunção de atitudes que valorizem os princípios de reciprocidade e responsabilidade do ser humano perante todos os seres vivos.

Habitualmente, quando falamos em literacia científica e C&T, não estamos a pensar em Ciências Sociais e Humanas. Tal não significa um menosprezo por estas. Aliás, é no seio destas que nasce o termo “literacia”, que em sentido estrito significa (DLPC, 2001): capacidade de ler e escrever; condição ou estado de pessoa instruída (*literacia*: do Latim, *littera*, letra). O termo evoluiu para um sentido mais lato: capacidade de compreender e usar a informação escrita de modo a desenvolver conhecimentos, potenciar o atingir de objectivos individuais e participar informadamente na sociedade. Literacia passou pois a significar mais do que alfabetização (capacidades básicas de escrita e de descodificação linguística de textos). Evolução posterior estendeu o termo para âmbitos e sentidos ainda mais latos, como literacia científica e literacia digital.

A literacia científica e outras temáticas relacionadas — Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); Ciência para Todos; Ciência Global; Cidadania; ... — são tipicamente tratadas, em diversos Cursos, em espaços e tempos curriculares em âmbitos como Didáctica das Ciências, Currículo, Estágios. Aí, é usual tratar a Literacia Científica como objecto de estudo: o que é; para que é; como promovê-la no Sistema de Ensino; como promovê-la

na Educação em geral.

Elucidei que estas Notas não têm como objecto de estudo nem "a Cultura" nem "a Literacia científica". Claro que também não têm como objecto de estudo "a Ciência".

O objecto de estudo destas Notas foi enunciado, pela positiva, logo no início.

Pela positiva o reescrito, e duplamente.

O objecto de estudo desta Notas é — dito de duas maneiras:

- O tema das *duas* culturas ou melhor, das *três* ou melhor, da *uma Cultura*.
- O é e o são anunciados logo na primeira página destas Notas.

Naturalmente, estas Notas pretendem contribuir para o desenvolvimento da literacia científica — e também de outras culturais literacias.

Procuraremos tal contributo:

- Argumentando no sentido de eliciar evidências...
 - Contribuindo para promover vivências...
- ... que informem e formem sobre:
- As abordagens cultas e abertas de temas científicos e tecnológicos *entrelaçam-se* com outros fios culturais;
 - As abordagens cultas e abertas de temáticas *históricas, filosóficas, éticas, políticas, artísticas, entrelaçam-se* com fios científicos e tecnológicos.

Argumentaremos sobre temas diversos, alguns já dispersamente referidos:

- Observação, representação, conhecimento, *intervenção*; questões, problemas; criatividade, criação;
- O que são a Ciência e a Tecnologia;
- História, estórias e contextos do seu desenvolvimento;
- Como se produz, valida e valoriza o conhecimento: Epistemologia;
- Retórica e Argumentação e seus entrâncamentos com debates e opções de âmbito científico, tecnológico, social, político;
- E, inseparavelmente de tudo isto, o que queremos, o que valorizamos, o que escolhemos, os valores: Ética.

Antes de desenvolvimentos específicos, aqui vai um dual argumento particular que considero nuclear e imbatível (e desde já desafio o leitor a tentar rebatê-lo):

- Nada há que não seja *espaço – tempo – matéria – energia*.
- Ora, o estudo disto é, por definição, Física.
- Nada há que não trate de *o que queremos*.
- Ora, o estudo disto é, por definição, Ética.

Estas Notas pretendem contribuir para elucidar visões ramificadas, holísticas e críticas do Mundo de que fazemos parte. E por esta via ensejam ser úteis, a nível pessoal e profissional, para quem se interesse por Fios e Tecidos Culturais onde se entrecruzam Ciência, Tecnologia, História e Filosofia das Ciências, Artes, Retórica, Ética e mais.

5. Resumo prospectivo

A C&T é uma vertente da Cultura: é esta a asserção nuclear destas Notas.

Como elucidar aprofundadamente tal asserção? Já vimos que não basta ir ao dicionário; nem anunciar que não há duas culturas mas uma; nem defender a literacia científica; nem calmas e cultas conversas de café; nem dialogantes conversando sobre dores; nem dizer que a C&T é muito importante; nem o bom senso. De facto, em tudo isso está inscrito que a C&T constitui uma vertente da Cultura, mas apesar disso não o está suficientemente no senso comum, no senso prático, no mundo, na vida, na comunicação social, na educação, nas actividades profissionais, nas deliberações institucionais, nas decisões políticas.

É necessário algo mais para convencer, persuadir, fazer sentir, motivar para a acção. Embora tal seja insuficiente, é necessário aprofundar, ilustrar, exemplificar, debater, argumentar. Este necessário focarei.

A C&T é indissociável de outras vertentes culturais. Todas elas se inter-influenciam; são construções humanas; são exactas e certas e "duras" (cada uma à sua maneira) e inexactas e incertas e "moles" (cada uma à sua maneira); contribuem para o conhecimento, são criativas; são indissociavelmente racionais e emocionais (nenhuma é irracional ou desprovida de emoções); envolvem sentimentos; evoluem historicamente (cada uma à sua maneira); todas são de certo modo (de modos e em graus diferentes) cumulativas; todas se entrelaçam com visões do mundo, visões filosóficas, valores éticos, valores estéticos, marcas ideológicas; todas têm comunidades profissionais; e saberes acumulados, instrumentos, métodos e técnicas que é necessário aprender; todas seleccionam partes do mundo — do mundo interior e do mundo mais geral em que aquele está inserido —, que pretendem interpretar, representar, exprimir, comunicar; todas elegem objectos, problemas, questões, perguntas, perplexidades, anseios; todas procuram respostas, soluções, avanços, contributos, artefactos materiais ou imateriais; em todas há controvérsias, negociações de sentido, argumentação, exposição à crítica dos pares e da sociedade em geral; e labor sistemático, repetitivo, insistente, tentativo, paciente, cansativo, extenuante; e labor inesperado, criativo, inovador, novo, entusiasmante, empolgante; em todas há labor mal sucedido e bem sucedido; todas envolvem desânimo, ânimo, paixão, desamor, tédio, jogo lúdico, prazer, entretenimento; todas são cultura, todas são cultas, mesmo que não eruditas; são construções humanas que nos fazem mais humanos, a nós psicólogos, matemáticos, escritores, agricultores, professores, gestores, pintores, sociólogos, físicos, operários, biólogos, arquitectos, desportistas, médicos, administrativos, políticos, ...

• 29

Não tratarei de tudo isto; mas é disto que tratarei.

Não pretendo ser erudito, douto, sábio, encyclopédico, omnisciente; mas como académico que sou, académico não poderei deixar de ser.

Caro leitor: dou-lhe a conhecer um factor da minha vida pessoal e cultural. A pessoa com quem mais aprendi sobre o que é Cultura e o que é ser Culto foi alguém cujo único diploma era o da Escola Primária. Não era autodidacta de academismos; nem sabedor de saberes sincréticos colados por modas; nem erudito. Era simplesmente, era completamente, alguém que em si integrava o que aprendia; e que só considerava saber e só dizia e fazia o que de si eram

partes, partes que de si genuinamente brotavam. Uma Excelência pela qualidade e honestidade do que sabia, dizia e fazia; irreverente e arredio a grupos e etiquetas de muitos; eminentemente humilde, tolerante e justo; socialmente respeitado como poucos. Observava com acutilância, penetrando nas essências e nas existências; reflectia com discernimento, sensatez e espírito crítico; sempre em voz baixa, exprimia-se de modo único, com palavras simples que só ele era capaz de encontrar e geniais frases escorreitas que só ele sabia fazer fluir; o que encontrava buscando, dele fluía não rebuscado; agilmente e com entusiasmo encaixava o material e o imaterial nos puzzles da vida; sobre tudo lançava luz com as suas brilhantes capacidades de análise, relacionamento e síntese. Viking de fenótipo, estatura média, mais velho que eu uns vinte anos, energia física e intelectual impressionavas, pacato, postura relaxada e calma. Fulminava argumentos só se a tal o obrigassem, e sei de vezes em que tal aconteceu. Movia apenas pedras e máquinas, excepto se, até com mais de sessenta anos já, não tivesse outro remédio senão fazer alguém ir pelo ar, e sei de uma vez em que isso aconteceu: foi em minha defesa, tendo ficado soterrados sob trezentos camiões de terra os seus óculos, que não me deixou pagar-lhe. Um dia viu que as minhas mãos tremiam ao manipular uma máquina fotográfica na qual não pegava há uns anos (desde antes de o conhecer) e simplesmente disse "eu sei porque é" — e tirou as fotografias. Durante cerca de 20 anos tivemos longas conversas. Falámos de bruxas que «por cima de toda a folha voavam até ao mar coalhado» e o apelidavam de «espírito forte», e nas quais de certo modo não acreditávamos; de quedas de tensão em cabos que alimentavam máquinas eléctricas, nas quais de certo modo acreditávamos; de medicina, religião e fugas de água; política e partidos e esposas e filhos; astronomia e confrontações de terrenos em montes; fontes de água, regos, rios e piscinas; muros, taludes e suicídio; geopolítica, problemas sociais e brincadeiras de infância; anedotas, colonialismo e Salazar; Fazenda, registos prediais e guerras no mundo; cidra e exploração espacial; fundações, aterros e biologia; caçadores, construtores, bombeiros e professores; fogos, agricultura, saúde e doença; salitre, isolamentos e construção europeia; ... e acabo por não haver fim. Quem mais aprendeu fui eu. Aprendi a melhor pensar, discernir, relacionar, valorizar, sentir, exprimir, cultivar. Fiquei mais culto. Nunca lhe paguei estoutros óculos. Tem mais de oitenta anos e está doente. Obrigado, Sr. José Lino, amigo que não lerá estas Notas.

Mesmo em discussões aparentemente objectivas, rigorosamente construídas e recorrendo profusamente ao pensamento de outros autores, um Filósofo só consegue apresentar um ponto de vista: o seu.

Fourez (1996)

Não sou filósofo. Mas assumo a objectiva subjectividade expressa na citação anterior. Tentarei disponibilizar mais do que o que sou. Mas estas Notas são de um “professor pendente da Física” que tem trabalhado em Física e em Didáctica, e nesta com pendor epistemológico. Assumo os meus saberes e a falta deles; as marcas ideológicas que a vida e eu gravaram entre si; e também que me guio por visões, princípios, valores e opções. Só assim um documento pode ser sincero.

Ficam os avisos — que são uma partilha e um apelo ao espírito crítico do leitor.

II. IDEOLOGIAS E VISÕES DO MUNDO: QUEM AVISA...

Para mais avisada advertência, com a ajuda de Fourez (1996) passo a escrever umas linhas sobre ideologia e propaganda. Soa-lhe como paradoxal e despropositado? Atente no título da obra: *La construction des sciences*.

Podemos considerar vários tipos de produção científica e tecnológica.

Um deles consiste na criação e publicitação de experiências, interpretações, modelos, teorias e artefactos tecnológicos de carácter *utilitário*: saúde, informática e telecomunicações, transportes, diminuição de esforço e tempo para realizar tarefas domésticas e industriais, lazer e mais.

Mas a C&T contribui também com uma produção *simbólica*. Através das suas múltiplas representações e transformações do mundo, elas contribuem de modo decisivo para o modo como se construiu e constrói a *história humana*. Construíram artefactos intelectuais e materiais que se tornaram património da humanidade. Além disso, a Ciência e tudo o que consegue a qualificação de "científico" (e até, muitas vezes, de "verdadeiro") alcançou um estatuto tal que o seu discurso simbólico é comumente *legitimador* de práticas. Pode servir como base (frequentemente apresentada como inquestionável) para opções sobre energia (energia nuclear, fóssil, eólica, hidrálica, solar, ...); água (localização de urbanizações em lugares onde não há água, que tem que para lá ir vindas de algures, como se faz ao petróleo; transvazamentos entre rios, regas de campos de golfe, culturas de regadio, ...); estruturas e regulamentações financeiras e económicas; práticas sociopolíticas relativas a países com maior ou menor PIB global e *per capita*; e muito mais.

Muitas vezes as investigações em C&T não têm por fim principal disponibilizar representações do que se pode fazer, mas sim legitimar e motivar acções que se quer levar a cabo. Quando tal não é assumido explicitamente e tornado público, quando os critérios da alegada legitimação não são devidamente esclarecidos, as investigações em C&T são de natureza *ideológica* — no sentido preciso do termo. Um discurso é ideológico quando se destina a fornecer uma representação do mundo que legitime certas práticas, que para elas mobilize e motive as pessoas, ao mesmo tempo que parcialmente mascara a sua origem e os seus critérios. Um tal discurso tende a criar coesão de grupos em termos de descrição do mundo e de práticas (por exemplo, práticas políticas em sentido estrito, como as de partidos políticos). Em certo sentido, todos os discursos têm algo de ideológico. E isso não é necessariamente um mal ou um defeito. Há graus e contextos e finalidades e valores a ter em conta.

A C&T é também, por si própria, uma produção *cultural* em sentido estrito. Com a C&T, os humanos produzem uma obra "poética": constroem artefactos intelectuais e materiais que são "poéticos" no sentido etimológico, no sentido da *poesis* (do Latim *pōesis*, do Grego ποίησις; criação. Verbo grego *polein*: fazer, criar). E existe prazer *estético* em qualquer actividade em que o ser humano reconhece o seu espírito no mundo que ajuda a estruturar.

E por estes caminhos passámos por outras paisagens de "C&T são Cultura".

Com Fourez retomemos a ideologia para nela distinguir graus; para melhor desvendarmos dois véus ideológicos, mesmo se não virmos o que eles cobrem.

Em C&T, há casos em que as marcas ideológicas são claras: a partir de que momento um embrião deve ser considerado um indivíduo humano? o que é a vida humana? o que é o amor (hormonas?)? esta central nuclear é segura? o que somos é essencialmente determinado pelo ADN? o que é o desenvolvimento de um país, do planeta? Noutros casos, tais marcas são bem menores e por vezes apenas residuais ou indirectas, como no cálculo da trajectória de um foguete. É útil distinguir dois graus de ideologia, dois tipos de véus ideológicos: um normal, inevitável, aceitável; e um extirpado, desmascarado.

Um termo ou discurso é ideológico em *grau 1* se nele conseguirmos encontrar facilmente os traços da sua construção. Por exemplo, se num certo uso do termo *desenvolvimento* — em C&T, Sociologia, Economia, Política — forem claras as suas raízes históricas e assumidos os objectivos, significados, limites e contextos, dificilmente cairímos em armadilhas. É também o caso de discursos científicos em que são claramente expostos os conceitos de bases, o modo como foram construídos, as opções que lhe conferem significado específico e os contextos de validade.

Um termo ou discurso é ideológico em *grau 2* se os traços de sua construção forem dificilmente perceptíveis ao mesmo tempo que ele pretende (em termos teóricos ou práticos; implicitamente ou explicitamente) ser objectivo, neutro e de validade global e eterna. Um tal discurso ideológico é manipulador. É por exemplo o caso em que se identifica "crescimento de Produto Interno Bruto, PIB", com "desenvolvimento".

Os discursos ideológicos de *grau 1*, que podem até ser exortações morais claras em que se sabe bem do que se fala, são geralmente considerados eticamente aceitáveis. O mesmo não se aplica aos de *grau 2*, que se apresentam como autojustificados quando necessitariam de justificação e assim enganam e restringem as liberdades. Estes últimos são pois ideológicos em sentido pejorativo.

Frequentemente, é de maneira inconsciente que as pessoas veiculam ideologias. É possível que alguém não se identifique com uma definição da vida humana em termos estritamente biológicos (ou psicológicos, físicos, transcendentais, ...) e que, na prática, efectue essa redução com discursos elaborados nesses termos particulares e que veiculem a ideia de que se está a elaborar um discurso globalizante. O mesmo pode acontecer com discursos e práticas relativos a género ou a minorias sociais. É necessário um esforço de análise para discernir se alguém, nós próprios inclusive, quer ou não apregoar e usar as ideologias veiculadas pelos seus discursos.

Designarei como discurso ideológico de *grau 3* aquele que é veiculado com a consciência clara daquilo que mascara e que intencionalmente usa tal máscara para melhor conseguir atingir objectivos desejados (políticos, económicos, de proselitismos de qualquer tipo). É aquilo a que se chama *propaganda*. Os discursos e práticas que nos consideram como exteriores à Natureza e tratam esta como algo que a Ciência, a Tecnologia, Nós, temos que dominar, são propaganda. Considerar o Ambiente como o que nos rodeia e que temos que cuidar para ficarmos mais bem rodeados, é propaganda. Defender em Medicina o ascendente do curativo sobre o preventivo, é propaganda.

Vou subir — de certo modo, descer... — na escala; aumentar o grau.

Mas antes, para que se não acuse Fourez de dizer o que não disse, esclareço: embora inspirando-me nele, inventei eu a designação *grau 3* e as que se seguem: *grau 4*, *grau 5* e *grau 0*.

Vou pois referir um discurso de *grau 4*: a *publicidade*, num sentido estrito específico e comum. Aqui, explicita-

mente, intencionalmente, esconde-se tudo o que for preciso; e por vezes até se roça a impostura. Em torno de artefactos para uso prático directo, mais do que conceitos e teorias, exercem-se acções de divulgação e de pressão psicológica para fins comerciais. Aqui, apesar da subida de grau (de 1 para 4), a ideologia explícita é ainda mais residual e indirecta do que no lançamento de um foguete. Mas a implícita é geralmente mais forte, apesar de mais indirecta: está a montante, em vertentes ideológicas socializadas.

Eufemisticamente, direi que é ideologia de *grau 5* querer impor a outrem — ou impor mesmo... — opções éticas e estéticas, valores, normas morais e ciências e tecnologias e axiologias, camuflando intencionalmente as suas particularidades, manipulando-as autoritariamente, ostentando-as e proclamando-as e exigindo-as como auto-evidentes e de validade universal e intemporal, tendo em vista objectivos que não são os proclamados mas outros, inconfessados e inconfessáveis. Poupano palavras e suavidades: tiranias, ditaduras e outras impropriedades.

E agora vou descer — de certo modo, subir... — na escala e referir discursos de *grau 0*. Trata-se de discursos explicitamente envolvendo visões do mundo; visões filosóficas, e éticas em particular; culturas, em sentido amplo. Trata-se de processos argumentativos expostos à crítica; honestos; que nada escondem, tudo assumindo e tudo expondo até ao mais profundo e íntimo de nós. Isto talvez não exista, mas é útil como referência. Talvez como utopia de referência.

Na escala de 0 a 5, sei que o leitor dará a estas Notas uma Nota > 0. Como em Física, o zero absoluto não é atingível. Muito gostaria de que ela fosse < 1. Com 1,6 já considerarei que as não chumbou rotundamente.

Seja tolerante, leitor: não me aplique a tolerância zero.

III. CULTURAIS GEOMETRIAS E TEMPOS EM INTERACÇÃO

Céptico como os cépticos, crente como os crentes.

A metade que avança é crente, a metade que confirma é céptica.

Mas o cientista perfeito é também jardineiro: acredita que a beleza é conhecimento.

(A pessoa bela tem um segredo. Descobriu algo.)

A beleza é um dos gritos de Eureka.

Gonçalo M. Tavares (2006)

É bem sabido que os processos e os progressos científicos e tecnológicos influenciam os filosóficos, políticos, sociais, artísticos, culturais — e vice-versa.

Uma leitura demasiado à letra do parágrafo anterior, as linhas ofuscando as entrelinhas, pode dar a entender o contrário do pretendido. Pode sugerir um mundo com imutáveis faces olhando-se de soslaio: por um lado, o mundo da C&T; por outro, a Filosofia, a Política, as Ciências Sociais, as Artes, a Cultura. Ora, referir que essas faces ou lados interactuam não chega.

Pretende-se aqui realçar que tais faces estão mal arrumadas por tais lados. Pretende-se que brilhem várias faces e lados e muitos ângulos de visão; e que tudo se ligue num artefacto a várias dimensões chamado Cultura; e que uma destas dimensões seja o tempo.

Pretende-se ir para além dos estereótipos da cigarra *versus* a formiga; de artistas criativos e livres *versus* cientistas produtores de salsichas de saber em programadas máquinas metodológicas; de mundos subtils e coloridos das emoções e expressões *versus* mundos racionais e cízentos de cientificidade laboratorial; do Homem *versus* a Natureza que domina para seu serviço; da Ciência pura, perfeita e harmoniosa *versus* as Técnicas frias, ruidosas e que sujam as mãos; das verdades certas e eternas *versus* os artefactos prestáveis e perecíveis; da geometria sem tempo *versus* o tempo em que envelhecemos.

Recordemos Leonardo da Vinci (1452 – 1519), humanista, criador de ementas culinárias, inventor, fazedor de engenhos, desenhador, pintor, ...

Recordemos Isaac Newton (1643 – 1727), físico e alquimista, que considerava a sua Dinâmica como expressão de uma harmonia transcendental — e sobre quem escrevem Prigogine & Stengers (1986):

Paralelamente aos estudos matemáticos, durante trinta anos Newton estudara os antigos escritos alquímicos e explorara em estudos de laboratório, minuciosos e persistentes, a possibilidade de realizar a grande obra: a síntese do ouro. Newton procurava no céu forças análogas às forças químicas, diferentes para cada composto químico, e descobre uma lei universal, cuja validade afirmou doravante para todos os fenómenos, químicos, mecânicos, celestes. Lorde Keynes resumiu assim: «Newton não foi o primeiro da Idade da Razão. Ele foi o último dos mágicos, o último dos Babilónios e dos Sumérios, o último grande espírito que olhou o mundo visível e o intelectual com os mesmos olhos que começaram a construir a nossa herança intelectual há pouco menos de dez mil anos».

Continuando com Prigogine & Stengers: classicamente, as ciências da natureza postulam como modelo a monótona estupidez do mundo que interrogam; para o nosso desenvolvimento cultural, outras actividades intelectuais, artes, filosofias, ciências do homem e das sociedades, devem afirmar a sua originalidade própria e para isso lutar para escapar a esse modelo, fascinante mas obscuro.

Recordemos o professor de Física Rómulo de Carvalho / António Gedeão e o engenheiro Jorge de Sena, ambos poetas; Italo Calvino (1993) e as suas *Cosmicómicas*.

Voltemos ao século XIX para recordar o matemático e fotógrafo Charles Lutwidge Dodgson que foi também o autor de *Alice no País das Maravilhas*. Eis uma lição de matemática de um talhante a um castor citada de *A caça ao Snark*, obra relativamente pouco conhecida de Lewis Carroll (2003):

Tomemos três então para tema do estudo
— É um número muito apropriado —
Juntemos sete e dez; multipliquemos tudo
Por um milhar a que oito foi tirado.

O resultado obtido, vamos dividi-lo
Por noventa e dois, mais nove vezes cem.
Tiremos dezassete; e, com isto e aquilo,
O cálculo está certo e a solução bem.

35

Se o leitor quiser verificar a sua verificação: $[(3+7+10) \times (1000-8) / (92+9 \times 100)] - 17 = 3$

Recordemos Douglas Hofstadter, com o seu livro Gödel, Escher, Bach (2001), onde se entrelaçam o músico Johann Sebastian Bach, o artista gráfico Maurits Cornelis Escher e o matemático Kurt Gödel. Bach escreveu peças de música com repetições de motivos que se repetem em tonalidades diferentes, e mesmo peças que podem ser tocadas da frente para trás e de trás para a frente e dos dois modos numa mesma peça. Escher desenhou imagens paradoxais de fontes alimentando-se a si mesmas, escadas que subindo mais e mais chegam até abaixo, mãos desenhadas que desenham esse mesmo desenho de si mesmas. Gödel, com o seu célebre teorema da incompletude demonstrou que qualquer sistema matemático ou outro sistema formal é necessariamente incompleto, tem sempre na sua constituição proposições cuja verdade ou falsidade não consegue demonstrar, proposições que só podem deixar de ser indecidíveis saíndo do sistema, usando formalismos que não fazem parte dele. Hofstadter, com o tema central auto-referência, atravessa no seu livro áreas como Música, Matemática e Desenho e também Informática, Inteligência Artificial, Psicologia, Biologia Molecular, Linguística, Literatura e Física.

Não apenas para suscitar no leitor benevolênci para comigo, mas também porque tal poderá eventualmente ser-lhe útil, abro-me em confidências. O livro é belíssimo mas, pelo menos para mim..., é difícil. Há cerca de 20 anos, passei boas horas com ele enquanto folheava uns livros sobre Escher e uns apontamentos sobre teoria dos números, ao mesmo tempo que ouvia os Concertos de Brandenburgo e a Oferenda Musical de Bach,

tentando atingir como Hofstadter cruzava tudo. Confesso que foi apenas parcial o sucesso, tolhido porque não sei ler partituras, esbarrado em minhas inculturas. Algo minoraram estas, e ainda hoje ouço Bach e folheio Escher com muito prazer

Com amargor refiro um cruzamento de intersectar gargantas mas que talvez as limpem para falarem mais alto. Ao longo de 1936-39 decorreu em Espanha uma guerra civil que terminou com o derrube do Governo Republicano e a tomada do poder pelos falangistas-fascistas de Franco, que tiveram o apoio do Portugal de Salazar, da Itália de Mussolini e da Alemanha de Hitler. Os nazis alemães foram particularmente activos no apoio: necessitavam de treinar e tinham pressa, muita pressa, tinham mais que fazer. Logo em 1937 bombardearam Guernica, pequena localidade do País Basco, com o que terá sido o primeiro bombardeamento aéreo massivo da História. Picasso de outro modo tinha também pressa e no mesmo ano de modo abstracto representou concretamente a devastação da localidade, desta dando o nome ao seu quadro.

Sugiro que se aprecie a visão especial do quadro de Lena Gieseke (2008).

À bomba “resolvido” (dois anos depois) “o problema espanhol”, começou em 1939 a 2^a guerra mundial “propriamente dita”.

Conta-se que, durante a ocupação de Paris pelos nazis alemães, agentes da sua Gestapo inspeccionaram o atelier de Picasso e, apontando para o quadro Guernica, perguntaram: *Foi o senhor quem fez isto?* Para eles apontando respondeu: *Não. Foram vocês.*

Façamos uma pequena incursão pela *Histoire vivante des couleurs* do físico Philip Ball (Ball, 2005). Passando por 5000 anos de pintura contada pelos pigmentos, as suas 400 páginas passam pela gema de ovo, emulsionante natural (suspensão de gotas de gordura e água) usado como fixante das tintas à madeira; o vinagre, conservante e fluidificante de gorduras; as claras de ovo batidas em castelo e deixadas liquefazer depois, como fixante de certos tipos de iluminuras; o prestigiado e caro pigmento azul-marinho, obtido pelos alquimistas a partir da pedra semi-preciosa lápis-lazúli; o menos chique e mais baratinho azul da azurite, forma de carbonato de cobre comum na Europa; o amarelo do crómio, cujos compostos são em geral muito coloridos; o vermelhão, sulfureto de mercúrio cuja síntese pelos alquimistas constituiu uma inovação tecnológica determinante na pintura medieval (e que continuou como um dos melhores pigmentos vermelhos até ao século XX); um outro vermelho, primeiro extraído de raízes da árvore-brasil importada do Ceilão e depois de espécies de brasas da América do Sul; os minerais de cobalto, usados desde os antigos Egípcios para colorir o vidro e pelos Persas para azular vernizes; as farmácias, principais fornecedores de pigmentos no século XVI.

Tempera: fixante – do Latim temperare, misturar // Azul-marinho: em francês, “bleu outremer”; o lápis-lazúli vinha por mar, sobretudo do Afeganistão // Azure: do latim medieval lazarium, por sua vez do persa lajvard, azul // Lápis-lazúli: do Latim lapis, pedra + do Persa lāzwa-rd, azul // Crómio: do grego χρώμα, pronunciado “chrôma”, cor, de onde provém o nome do elemento crómio // Árvore-brasil: deste nome e dos de outros brasas advém o nome do nosso país irmão // Cobalto: do alemão Kobalt, nome dado a gnomos e duendes que se dizia assombrarem minas // (DLPC, 2001; DELP 2001; Ball, 2005).

O Renascimento procurou, pela primeira vez na arte ocidental, “a verdade da natureza”. Giotto, fundador da escola florentina, subverteu a ortodoxia medieval: as pessoas e os objectos passaram a projectar sombras. Foi um sintoma do abalo filosófico renascentista. Foi uma abertura à vida. Os objectos ganham relevo e o espectador, mais do que “ler” a imagem, sente-se como testemunha de uma acção. Com o relevo e a perspectiva, o humanismo renascentista sublinha, não verdades estáticas e eternas, mas a experiência da realidade humana, inscrita no tempo. De certo modo, a pintura deixa de ser apenas espacial: o tempo entrou nela. Estes desenvolvimentos técnicos e filosóficos ocorreram a par de um outro: o reconhecimento de que o artista deve estudar a natureza cuidadosamente, de modo sistemático, cientificamente.

Descartes (1596-1650) formulou as bases da explicação do arco-íris: refracção e reflexão da luz solar nas gotículas de água em suspensão no ar. Newton (1643-1727), uns vinte anos depois, designou “cores simples” as que, depois de passarem num prisma, não se separam mais ao passar a seguir por um outro; e, à luz do espírito da época, identificou judiciosamente sete subdivisões no espectro prismático, para o que alcançou a proeza, não ao alcance de qualquer um, de distinguir o anil do violeta... Com aquele número 7 — com as suas longas tradições místicas —, Newton pretendia conferir aos seus estudos sobre a luz uma conformidade com as teorias da harmonia musical: aqueles raios provocariam vibrações que se combinariam excitando as sensações das várias cores, do mesmo modo que a matéria, com as suas vibrações no ar, excitavam as sensações dos vários sons. Embora possa ser útil pela metáfora que permite, tal analogia é fisicamente incorrecta.

As formulações de Newton nem explicavam como a partir das cores “simples”, primárias, se formavam as outras (ver também Silva & Topa, 2001). Estes aspectos ocuparam durante muito tempo os estudiosos da cor, nas artes e nas ciências. Para muitos, as experiências de Newton com a luz tinham tornado o assunto menos claro que antes. Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832) apontou várias inconsistências e referiu mesmo que qualquer tolo sabia que misturar tintas de cores primárias nunca dá branco, podendo mesmo dar quase preto. O filósofo Arthur Schopenhauer (1788-1860) escreveu um *Ensaio sobre as Cores*, influenciado por Goethe, por quem tinha grande admiração. James Clerk Maxwell (1831-1879) foi o genial físico do século XIX que formulou as famosas “equações de Maxwell” do Electromagnetismo e o não menos famoso “demónio de Maxwell” da Termodinâmica. Foi ele que, depois de contributos de físicos como Young e von Helmholtz, elucidou que uma coisa é misturar luzes e outra misturar pigmentos: no primeiro caso temos adição de luz e no segundo subtração.

Maxwell (1831-1879) também estudou, e explicou, a adição de cores por movimento, utilizando o famoso “disco de Maxwell”, mais conhecido como ... “disco de Newton”.

Vendo a luz, ouçamos de novo o som. Ao passarmos pelo Renascimento falámos de *temperas* que fixavam cores e cujo significado está associado a mistura. Refira-se agora que há também uma *tempera* relativa ao som: temperar (música) – afinar um instrumento musical – do Latim “temperare” DELP (2001).

O velho problema de “bem temperar” um instrumento musical esteve na ordem do dia no período barroco, tendo sido tratado com especial cuidado por Bach (1685-1750), que escreveu mesmo um conjunto de peças

com a designação *O Cravo Bem Temperado* (que podem ouvir-se na WEB, em vários Sítios que se encontram facilmente).

O problema da afinação relaciona-se com o ouvido humano e o modo como percepcionamos o som. Os nossos julgamentos de *passos iguais* na frequência correspondem a *múltiplos iguais*: percepcionamos uma adição quando há uma multiplicação. É para nós agradável ouvir simultaneamente duas frequências que estejam relacionadas por um factor multiplicativo 2, dizendo-se que os sons diferem de uma oitava. Por razões históricas, cada oitava é dividida em 12 "meios passos".¹

Interrompemos este colorido templo musical da Física e voltemos a temperos desta em concertos de outras cores.

Entre as invenções do século XIX — a aspirina, o plástico, o reconhecimento da Química como Ciência, as Leis da Termodinâmica, as Equações de Maxwell, o Evolucionismo de Darwin — encontramos a de pintores cuja prioridade não era comercial ou académica, nem guiada pelo servilismo pelos Mestres predecessores. Pintores guiados pela busca, pela experimentação; para quem a cor não era algo de intrínseco a um objecto, mas um jogo de interacções; que quiseram captar os jogos de luz e o modo como os percepcionamos, como eles nos impressionam — os impressionistas. Helmholtz, que era físico e também fisiologista, avisou nos anos 1860 que seria em vão tentar recrear a nossa percepção das cores do mundo real enquanto não houvesse os pigmentos apropriados; e que, além disso, nunca conseguiram fazê-lo no interior dos seus ateliês: eles tinham que ir para o ar livre. A intuição e a experimentação foram importantes para agarrar as "vibrações da cor"; mas foi decisivo o apoio de princípios científicos. O químico Michel-Eugène Chevreul, director de uma importante tinturaria, elucidou sobre o conceito de cores complementares aspectos como: a sua fusão numa espécie de cinzento quando vistas a uma distância suficientemente grande (fusão de tipo aditivo relacionada com a da mistura efectuada por Maxwell num disco giratório); o reforço das duas cores em justaposição quando vistas a uma distância menor que aquela. Estes jogos de cores, estes contrastes chevreulianos, estão bem patentes em obras de Claude Monet em que está representada a água. Para a captura dos jogos de cor desempenharam papel decisivo vários desenvolvimentos tecnológicos. Entre eles, muitos novos pigmentos, por exemplo os criados na empresa do químico William Winsor e do artista Henry Newton; e o prático tubo metálico flexível, de estanho, que substituiu as embalagens de bexiga de porco. O tubo foi determinante para que os artistas impressionistas pudessem ir para o ar livre. Escreveu Renoir: sem as tintas em tubo, não teria havido nem Cézanne, nem Monet, nem Sisley ou Pissarro, nada daquilo a que os jornalistas chamam "impressionismo". Acrescenta Philip Ball: nem Renoir, presume-se!

Reporto-me agora a Umberto Eco (2005). Há nos impressionistas algo mais que um vago sonho de Beleza; há o estudo atento, quase científico, da luz e da cor, com a intenção de penetrar mais a fundo o mundo da visão. À medida que avança, o artista entende a arte já não como registo e provocação de êxtase estético mas como «instrumento do conhecimento».

Para outras perspectivas sobre relações entre ciência, tecnologia e superestruturas culturais, recordemos que entre os séculos XVI e XVII a teoria heliocêntrica revolucionou uma certa visão do mundo ocidental, ao deixar de considerar que o Cosmos girava em torno da Terra; outra revolução ocorreu no XIX, quando o Homem passou a ser visto com resultado de uma evolução. Estas evoluções de base científica encontraram fortes resistências por parte de visões do mundo então dominantes. Apesar de algumas resistências que ainda hoje suscitam, aqueles progressos científicos podem ser inscritos no rol das invenções mais criativas e libertadoras

dos empreendimentos humanos.

Também a inscrição da seta do tempo na Termodinâmica, a assunção do carácter relativo do tempo e do espaço, a complementaridade onda-partícula da Física Quântica, a genética contemporânea, as flutuações do vácuo que deixou de ser "vazio", o indeterminismo do que antes era determinista, o determinismo do caos — tudo isto pode sem dúvida ser cotejado, no que respeita a invenção, abstracção e criatividade, com os mais arrojados feitos do mundo das Artes. E os cientistas e tecnólogos que aquilo inventaram, fizeram-no certamente com a mesma humanidade, as mesmas emoções e os mesmos sentimento de descoberta, alegria, libertação, expressividade e auto-realização, a mesma disciplina e indisciplina e dedicação e aprendizagem e acasos e inspirações com que criaram artistas e filósofos.

Por intermédio de Milan Kundera (1990) e com a ajuda de *Wikipédia*-Goethe, recordemos Goethe que, em 1800, se encontra exactamente no meio da história europeia, no soberbo ponto médio, o centro: na sua juventude, estuda alquimia e astrologia; torna-se mais tarde pioneiro da ciência moderna. Como uma das mais importantes figuras da literatura alemã e do Romantismo europeu, escreveu *Prometheus* e *Fausto*. E também escreveu a *Teoria das Cores*. Viveu nesse momento da história, breve e único, em que o nível técnico permitia já um certo conforto, mas em que o homem culto podia ainda compreender todos os utensílios que o rodeavam. Estudava botânica, sabia como e com quê fora construída a sua casa, como a sua lamparina de azeite dava luz, como funcionava o seu telescópio. O mundo dos objectos técnicos era para ele inteligível e transparente. A obra de Beethoven começa onde acaba o grande minuto de Goethe. O mundo perde pouco e pouco a sua transparência, torna-se opaco, faz-se ininteligível. Goethe adorava Bach, que pensava ainda a música como sonoridade transparente de vozes distintas; mas nas sinfonias de Beethoven as vozes particulares dos instrumentos fundiam-se numa opacidade sonora que o incomodava. Diz-se que as suas últimas palavras antes de morrer foram: "Deixem entrar a luz".

Recordemos, por intermédio de Umberto Eco (2005), que Benedetto Croce (1866-1952), historiador e filósofo, no âmbito da Estética ensinava assim: a verdadeira invenção artística desenvolve-se naquele momento de intuição-expressão que se consuma na interioridade do espírito criador; a exteriorização e a materialização técnicas, a tradução do fantasma poético em sons, cores, palavras ou pedra, constitui um facto acessório que nada acrescenta à plenitude nem à definição da obra. Mas recordemos também com Eco que a arte contemporânea (pós meados do século XX) descobriu o valor e a fecundidade da matéria, considerou como apenas um pálido fantasma algo que se limite a supostas profundezas do espírito sem relação com a realidade física; defendeu que a beleza, a verdade, a invenção, a criação, têm também a ver com o universo das coisas que se tocam, que caem e fazem barulho, se desgastam, transformam, desenvolvem. Para a maior parte da arte contemporânea, a matéria passa a ser, não apenas o corpo da obra, mas também o seu fim, o objecto do discurso estético (manchas, gretas, grumos, camadas, escorrências, ...; asfaltos, empedrados, bolores, ferrugens, aparas, cisalhas, ...). Tais obras encorajam-nos a explorar com olhar mais sensível as manchas verdadeiramente casuais, a disposição natural do cascalho, o desdobrar de tecidos corroídos pela traça, encorajam-nos a descobrir a beleza secreta da matéria.

Zevi (2002) refere várias interpretações da Arquitectura: política, filosófico-religiosa, científica, económico-social, materialista, técnica, fisiopsicológica, formalista e espacial. Vejamos algo do que escreve o autor sobre uma delas, a científica. Não basta um arquitecto para construir uma cúpula como a de S. Lorenzo, em Turim: Guarini não teria conseguido criá-la sem a matemática de Leibniz e a geometria descritiva. Sem a quarta

dimensão do cubismo, Le Corbusier não teria pensado em suspender Villa Savoie sobre estacas. A invenção cubista é coeva da invenção einsteiniana da relatividade do espaço-tempo. Sem esta não teriam surgido o cubismo, o neoplasticismo, o construtivismo, o futurismo e seus derivados.

No parágrafo anterior o termo “construtivismo” refere-se a um movimento artístico, com forte inspiração e motivação de natureza política, iniciado na União Soviética pelos anos 1920. Nestas Notas aquele termo refere-se geralmente a âmbitos da Psicologia, Epistemologia e Educação.

Freeman J. Dyson (2000), físico e matemático, no seu livro *O Sol, o Genoma e a Internet*, escreve que a Ciência nasceu da fusão de duas antigas tradições: a do pensamento filosófico, com origem na Grécia antiga, e a dos ofícios especializados, que começou ainda antes e floresceu na Europa medieval. O autor vai para além de expressar uma influência mútua entre a Filosofia e os Ofícios ou entre estes e a Ciência. Apresenta a Ciência como resultante de uma fusão entre um ramo intrinsecamente espiritual e outro intrinsecamente manual.

Da fusão entre dois ramos culturais nasce um terceiro, a Ciência, escreve Dyson. Sublinha: é cultural este terceiro ramo.

Ciência é Cultura e como tal nasceu.

Reporto-me agora a François Jacob (1977), biólogo e — com Jacques Monod e André Lwoff —, prémio Nobel de Medicina em 1965.

O cientista constrói gradualmente a sua realidade. Como a arte, a ciência não copia a natureza. Recria-a. O pintor, o poeta, o homem de ciência, edificam a sua visão do universo, moldam o seu modelo da realidade. Vivemos num mundo criado pelo nosso cérebro, num contínuo vaivém entre o real e o imaginário. Talvez o artista se apegue mais a este e o cientista mais àquele.

Para outras perspectivas e tempos, e já que “tempo é dinheiro”, vejamos como estão as finanças. Ricardo Jorge Pinto (2009) escreve, no Jornal Expresso (*on-line*). O sistema financeiro está dependente do equilíbrio ambiental. A climatologia bem pode até tornar-se uma disciplina científica dos cursos de Economia. Pedro Pintassilgo, professor da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve, sublinha que os analistas financeiros têm assumido um papel destacado no estudo das alterações climáticas. Por exemplo, Nicholas Stern, num trabalho realizado em 2006 para o Tesouro Britânico, concluiu que, se nada for feito para diminuir as emissões dos gases com efeito estufa, os custos anuais das alterações climáticas serão equivalentes a pelo menos 5% do PIB mundial. Tais alterações erguem o espectro de uma crise muito maior do que a actual.

Afinal, “dinheiro também é tempo”, este aqui em climático sentido. Mas também é Física. Refiro um dado, um fenômeno, que considero interessante. Grande parte dos físicos teóricos formados no Reino Unido trabalha no domínio... do capital financeiro e das Bolsas. E isto por serem considerados dos melhores profissionais a elaborar e utilizar modelos de fenômenos complexos, não lineares, caóticos (o caos é um dos actuais tópicos

de ponta estudados em Física). Em abono dos Físicos, diga-se que não são eles que legislam sobre finanças...

Neste capítulo ilustrativo de tempos, espaços e interacções, ilustremos com Michel Serres (1996) que os cientistas e os tecnólogos não têm o exclusivo da racionalidade:

O Século das Luzes contribuiu fortemente para remeter para o domínio do irracional toda a razão não formada pela ciéncia. Ora, eu defendo que existe tanta racionalidade em Montaigne como em Verlaine como na física ou bioquímica e, reciprocamente, por vezes tanta irracionalidade dispersa nas ciéncias como em certos sonhos. A razão está estatisticamente distribuída por toda a parte: ninguém pode reivindicar a sua posse exclusiva.

Com Milan Kundera (2005) ilustremos também que os cientistas e os tecnólogos não têm o exclusivo da produção de conhecimento. Escreve o autor: ao inventar o seu romance, o romancista descobre um aspecto até essa altura desconhecido, escondido, da natureza humana; esta invenção é pois um «acto de conhecimento». Cito:

Uma cortina mágica, tecida de lendas, encontrava-se suspensa à frente do mundo. Cervantes mandou dom Quixote de viagem e rasgou a cortina.

IV. EVOLUÇÕES EM CIÊNCIAS: O CASO DA FÍSICA

Aconselho o leitor a consultar o Folheto informativo incluído na página 131.

Trato aqui de aspectos sobre a Física e sua evolução.

Tais aspectos são importantes só por si. No entanto, caro leitor, ao ler estas linhas por favor tenha sempre presente que, tão importantes como elas, são as suas entrelinhas. As linhas que aqui ponho são importantes sobretudo para ilustrar interligadas evoluções que as transcendem.

Pedindo perdão pela eventual redundância, faço ainda o seguinte duplo apelo ao leitor: aprecie estas linhas e entrelinhas criticamente; e compreenda que eu, como professor pendente da Física, só com os pés assentes nas linhas dela posso pender para o que entre elas entrevejo e pretendo partilhar.

Prometo ajudar de vez em quando, com umas linhas a explicitar algumas entrelinhas que um leitor menos versado nestas matérias possa não entrever. Mas atenção: só "de vez em quando" e só explicitando "algumas entrelinhas". Deixo as restantes ao cuidado do leitor.

Enfatizarei três tipos de evoluções: epistemológicas (processos de produção e validação do conhecimento; verdade em ciência; conceitos e teorias e seus contextos de validade); históricas; e evoluções em superestruturas culturais.

Pode parecer grandiloquente falar em superestruturas culturais. Mas estas linhas e entrelinhas constituem pilares de modos de ver e pensar o nosso mundo e os seus tempos, com raios de luz em vaivém por caminhos que atravessam muitos campos. Campos de culturas, de forças, de valores.

Guia-me-ei por marcos diversos, entre os quais:

- A herança da Física newtoniana;
- Desenvolvimentos da Física que ocorreram na transição entre os séculos XIX e XX, marcada por convulsões que sintetizarei referindo três "crises";
- Contributos de Ilya Prigogine.

A Física pós-renascentista foi reconhecida pela sociedade de então como a construção intelectual humana mais rigorosa, certa, potente e universal da história do pensamento humano. O seu impacto foi enorme, em todas as áreas do pensamento e da actividade humanas, como é ainda bem patente nos nossos dias. Especialmente importante foi a sua influência na Ciência e na Tecnologia em geral, assim como na Filosofia.

O século XVII foi muito marcado pela epistemologia empirista, nomeadamente na sua interpretação por Locke, e também por uma epistemologia racionalista, nomeadamente nas suas interpretações por Descartes e

Newton. O século XVIII foi especialmente marcado por pensamentos filosóficos como: o empirismo céptico de Hume; o racionalismo iluminista francês de Montesquieu, Voltaire, Rousseau, Diderot e outros; e o pensamento de pendor racionalista de Kant, que entre outros aspectos propõe uma certa síntese que transcende o empirismo e o racionalismo.

De um modo esquemático mas sugestivo, escreve Gaarder (1995): na primeira metade do século XVIII, o centro filosófico da Europa estava em Inglaterra; a meio, em França; e no fim, na Alemanha.

Para salientar que se está a falar de correntes de pensamento transversais à sociedade e cujos limites temporais não cabem em esquemas estanques, atente-se em alguns aspectos relacionados com o pensamento de Kant: ele foi influenciado de maneira decisiva pela física newtoniana do século XVII (a 1ª edição dos *Principia* foi publicada em 1687); por outro lado, ele influenciou de modo decisivo o pensamento de Hegel, que por sua vez constitui base de inspiração para a estruturação do pensamento de Marx, no século XIX; além disso, a influência do pensamento de Kant a nível do ensino esteve bem patente já no século XX, em particular por intermédio da sua interligação com o pensamento de Piaget, que desenvolveu trabalhos da maior importância nos domínios da Psicologia e da Educação.

Teste de avaliação formativa:

- Nos quatro parágrafos anteriores vé o objecto “” anunciado no Prólogo?
- E vê-o na meia dúzia de parágrafos seguintes?

Se não vir, é de reler o Folheto da página 131 e de reconsiderar outra abordagem.

43

Aproveito o anterior salto no tempo para frisar um interessante aspecto, muitas vezes esquecido ou mal entendido, relativo ao trabalho de Piaget — biólogo, zoólogo, filósofo, matemático, cibernetico e sociólogo e, sobretudo, psicólogo. A referência mais conhecida ao seu trabalho é *Epistemologia Genética*, designação que todos os psicólogos e professores conhecem. Por que se associa de modo tão marcante “epistemologia” e “genética” a alguém tão ligado à Psicologia e à Educação? Porque Piaget foi um dos pioneiros no estudo do paralelismo entre a evolução histórica da Ciência (produção e validação do conhecimento científico) e a evolução das concepções das crianças (aprendizagem) sobre os conceitos e fenómenos naturais. O paralelismo refere-se pois à Epistemologia e à Psicologia da Aprendizagem e do Desenvolvimento. O termo “genética” nada tem a ver com as Leis de Mendel Genética (século XIX) nem, claro, com a Genética e a Engenharia Genética actuais. Tem a ver com génesis, origem, criação, invenção — neste caso “géneses” de conhecimento, e isto em dois mundos e processos distintos:

- ‘ *Ontogénese*. Criação de conhecimento na sua estrutura cognitiva de *indivíduos* por via da aprendizagem. DELP (2001): ontogénese – «série de transformações sofridas por um ser desde a sua geração até ao completo desenvolvimento»; ontologia: «parte da metafísica que estuda o ser em si, as suas propriedades e os modos por que se manifesta»; onto – «elemento de formação de palavras que exprime a ideia de *ser, ente*».
- ‘ *Filogénese*. Criação e transmissão de conhecimento ao longo de *sucessivas gerações*. DELP (2001):

«história da evolução de uma espécie ou de qualquer grupo hierarquicamente reconhecido»; «Do gr. *phylé*, «tribo» + géños, «origem» +-ia».

Como escreve Toulmin (1977): Piaget usa a locução *epistemologia genética* para se referir à "filogenia intelectual" das culturas humanas, num plano colectivo, e não à "ontogenia intelectual" — ou psicologia do desenvolvimento — de seres humanos individuais; e no seu trabalho procurou as formas e as operações "necessárias" comuns ao desenvolvimento racional, quer nos indivíduos, quer nas comunidades.

Enfatizo outra ligação entre Psicologia e Filosofia. Nesta obra Toulmin relaciona Piaget com Kant. Também o fazem outros autores, e.g., Bruner (1997): «Piaget é inconcebível sem Kant».

Estes cruzamentos de saberes tiveram, e têm ainda, assinalável impacto na Educação. E isto, apesar do frequentemente esquecido facto de Piaget ter procurado caracterizar um sujeito epistemológico abstracto, e não orientações específicas para o ensino e a aprendizagem de indivíduos em ambiente escolar.

O cruzamento de saberes trabalhado por Piaget — Física, Filosofia, Psicologia — constitui também uma ilustração de outros cruzamentos. Atente-se no que escreve outro psicólogo, Jerome Bruner (1997): «Continuamos ainda a ir buscar muito alimento ao nosso passado mais longínquo, pré-positivista: Chomsky reconhece a sua dívida para com Descartes, Piaget é inconcebível sem Kant, Vigotsky sem Hegel e Marx, e o bastião outrora altaneiro da "teoria da aprendizagem" foi construído sobre os alicerces lançados por John Locke.»

44 Regressemos com um só pé ao século XVII, deixando o outro pelos lados do XX.

Escreve Fourez (1996): a partir do século XVII, as ciências desenvolveram-se em torno de uma espécie de programa forte da Física, que visava a formulação de uma teoria única englobando a totalidade do mundo e da sua história; só séculos mais tarde passará a ser cada vez mais aceite o carácter parcial das construções a que se chamava verdades; só no século XX, sobretudo com os trabalhos de Prigogine, foi reintroduzida a noção de história de um sistema físico e se passou de novo a considerar que a natureza podia produzir novidades que não estavam inteiramente descritas por leis universais. Entre outros aspectos, foram postos em causa o racionalismo cartesiano e o determinismo laplaciano. Karl Popper, citado por Prigogine (1996), considera o determinismo laplaciano como o obstáculo mais sólido e mais sério no caminho de uma explicação e de uma apologia da liberdade, da criatividade e da responsabilidade humanas. Popper considera também que, além disso, o determinismo laplaciano impossibilita o encontro do homem com a realidade, encontro que passa necessariamente pela realidade do tempo e da mudança. São precisamente a realidade do tempo e da mudança, o papel construtivo do tempo e a compreensão das evoluções dos sistemas reais que marcam os trabalhos de Prigogine. E estes marcam a Física, e não só.

Assim se interpenetram: Física; fase histórica de procura de uma teoria única do mundo e sua história; fase histórica em que se reconhece o carácter contextual e temporário da verdade científica; o determinismo da física laplaciana como um avanço que era também um obstáculo a desenvolvimentos científicos e éticos.

A transição entre os séculos XIX e XX foi marcada por uma tremenda crise relacionada com a *contradição* entre a Dinâmica e o Electromagnetismo.

As leis de Newton e as equações de Maxwell constituíam dois majestosos edifícios construídos pela actividade e pelo intelecto humanos. As leis de Newton tinham dois séculos de irrepreensível currículo, a acrescer ao de Kepler, Galileu e mais, e os séculos já vão pelos quatro.

As leis de Maxwell tinham um “currículo” de apenas duas dezenas de anos. Mas, com apenas quatro equações que cabiam numa linha, sintetizavam tudo o que tinha sido construído pelo Electromagnetismo em mais de dois séculos de construção (desde antes de Coulomb). E — mais importante ainda — um dos termos de uma das equações acrescentava algo extraordinário ao já conhecido: permitia prever a existência de *ondas electromagnéticas*. Esta previsão foi experimentalmente confirmada por Hertz em 1887. Assim nasceram a “transmissão de electricidade à distância”, a “Telefonia Sem Fios” (TSF), as Telecomunicações.

^ ^

A Física acabava de semear uma nova superestrutura cultural.

^ ^

A Dinâmica e o Electromagnetismo eram dois majestosos edifícios. Ambos tinham uma elegância formal e uma potência teórica formidáveis. Ambos se apoiavam em inúmeros testes experimentais e espantosas previsões verificadas na prática. E no entanto...

45

...Eles eram contraditórios entre si! Das equações de Maxwell decorria que a velocidade da luz era independente do referencial, o que era incompatível com as leis de Newton; e para ficarem de acordo estas as equações de Maxwell teriam que ser alteradas de tal modo que deixavam de prever fenómenos conhecidos e passavam a prever outros não conhecidos.

Enfatizemos: se utilizarmos as valorizações “verdadeiro”, V e “falso”, F:

- ‘ Os sistemas estavam em contradição. ∴ Se um era V, o outro tinha que ser F.
- ‘ Os sistemas não podiam ser ambos verdadeiros...
- ‘ ...Mas eram.

Ora, “pela lógica”, isto não podia ser: nem pela lógica comum, do bom senso; nem, de certo modo, pela Lógica enquanto ramo da Filosofia; nem, e muito menos, pela Lógica enquanto ramo da Matemática.

Enfatizemos agora em contraste: os critérios de verdade em Ciência (e não só) não cabem na dicotomia V e F; a Racionalidade não cabe na Lógica.

^ ^

Assim a Física semeou novas visões da Ciência, da Racionalidade e do Mundo.

^ ^

A terrível contradição referida foi ultrapassada em 1905 com a Teoria da Relatividade Restrita (TRR) de Einstein, que alterou radicalmente a maneira de entender o *tempo*, o *espaço* e as suas relações. Desta Teoria nasceu

também um modo diferente de relacionar *massa* e *energia*, que passaram a constituir duas grandezas ligadas por uma *constante universal* — c , velocidade da luz no vácuo —, dois modos equivalentes de medir a mesma coisa, a massa-energia: $E = m c^2$. Uma bomba epistemológica. Que, negramente, viria a dar em bombas... atómicas.

Assim a Física viria a ser usada por políticos para semear destruições.

O electromagnetismo revelou-se intrinsecamente relativista; mas as noções de tempo e espaço absolutos de Galileu e Newton tiveram que ser modificadas.

Ressalte-se no entanto que a dinâmica newtoniana continua a ser, hoje em dia, um poderoso artefacto intelectual que todos os físicos usam no âmbito de determinados objectivos e contextos de validade; e a dinâmica que hoje em dia se ensina, do Ensino Básico aos primeiros anos do Ensino Superior, é essencialmente a newtoniana. A Dinâmica de Newton continua válida, científicamente válida — aqui já não escrevi “verdadeira” —, em vastíssimos campos da actividade humana.

As noções de tempo e espaço de Galileu e Newton foram modificadas a ponto de passarem a ser duas componentes, dois aspectos, de uma mesma coisa: uma que, à falta de melhor, se designa por espaço-tempo. Mais: essas duas componentes podem transformar-se uma na outra. Ao mudar de referencial, pode encolher o espaço e dilatar-se o tempo, ou vice-versa. Em linguagem corrente e usando os pensamentos a que estamos habituados: o mundo passou a ter quatro dimensões. Neste mundo, um gémeo que vá passear, a uma velocidade próxima da da luz, durante um tempo que para si foi um ano, ao reencontrar o seu gémeo no regresso constatará que para este passaram vinte ou trinta ou cem ou mil, dependendo da velocidade do passeio. Este é o célebre “paradoxo dos gémeos”, que durante muito tempo fez com que muitos grandes cientistas não aceitassem a TRR. Deu até origem a chacotas: um cão que abane muito o rabo e com grande velocidade, terá o rabo novinho quando as outras partes do seu corpo já estão velhinhos. E no entanto... é verdade. Mede-se, verifica-se, ninguém hoje duvida disso. Mesmo que custe a entender e mesmo que não se entenda! Mede-se, apesar de não nos ser (ainda?) possível viajar a velocidades próximas da da luz. Para a viagem de ida e volta dos primeiros homens a pousar na Lua (1969) a diferença foi cerca de 3 segundos. Em 1971 mediram-se diferenças da ordem dos 10^{-8} segundos... em vulgares aviões comerciais.

Tratou-se pois de um fortíssimo abalo nas certezas certas, absolutas e universais que marcaram o pensamento humano desde o século XVII.

Assim a Física abalou superestruturas culturais da humanidade.

Demos um saltinho para aqui mesmo, Portugal, por onde em 1925 Einstein deu dois pulinhos, a caminho e no regresso da América do Sul. Por essa altura estalava no nosso país uma intensa polémica entre anti-relativistas como Gago Coutinho e relativistas como Ruy Luís Gomes. Este foi professor universitário e um cientista de renome internacional.

Ruy Luís Gomes viu a sua carreira interrompida, e teve mesmo que abandonar o país, pela sua oposição ao Estado Novo de Salazar. Recordo com saudade e gratidão que, no pós-25 de Abril de 1974, sendo eu um simples aluno finalista, também de fora recentemente regressado, o Prof. Ruy Luís Gomes teve a amabilidade de me receber no seu gabinete de Reitor da Universidade do Porto.

Gago Coutinho era um prestigiado almirante, aviador, matemático, geógrafo, herói nacional. Em 1937, escreveu o livro *Mecânica Clássica e Mecânica Relativista – Dedicado aos alunos de Física liceal* (Coutinho, 1937). Nele podemos ler:

Não me embrenharei na transcendente concepção do espaço esférico. Tão pouco discutirei o "mundo a quatro dimensões, nem a deformação da massa. A convenção relativista é incompatível com a realidade aceite. [referindo-se ao paradoxo dos gémeos] É incrível como esta fantasia pôde ser tomada a sério e não tombou, logo de início, a Teoria da Relatividade!

Gago Coutinho termina assim o seu livro:

Que as distâncias continuem a ser só as rígidas, que as horas sejam as dos relógios comuns. Continuaremos assim a ser guiados pelo critério absoluto da Mecânica Clássica, que é afinal o mais simples e intuitivo, não exigindo deformações nem do tempo, nem do espaço, nem da Razão.

A TRR causou engulhos — em boa parte de natureza... ideológica. Gago Coutinho deforma tudo: a TRR, a argumentação e até as pseudo-demonstrações matemáticas com que diz demonstrar o que afirma. Provavelmente os «alunos de Física liceal» acreditaram no que ele escreveu. No mesmo acreditaram prestigiados cientistas pelo mundo fora. Entretanto, a TRR era notícia na comunicação social, e ainda hoje é frequente nela vermos fotografias de Einstein e afirmações do tipo "tudo é relativo" — a maior parte das quais resultantes de entendimentos errados da Teoria. O impacto — de aceitação e de rejeição — foi enorme, na comunidade científica e na população em geral. Em 1921, Einstein venceu o Prémio Nobel. Mas, pelo sim pelo não, a TRR foi referida só nubladamente. Eis um extracto do discurso de entrega do Prémio Nobel a Einstein, proferido em 1922 por Svante August Arrhenius, Prémio Nobel da Química em 1903:

Não deve haver hoje em vida um Físico com o seu nome tão conhecido como Albert Einstein. Muito do que se discute centra-se na sua teoria da relatividade. Isto diz respeito à epistemologia e por isso tem sido objecto de vivo debate em círculos filosóficos. Não é segredo que o famoso filósofo Bergson desafiou em Paris esta teoria, enquanto outros a aclamaram acaloradamente. A teoria em questão tem também implicações astro-físicas que actualmente estão a ser rigorosamente examinadas.

Ao longo da última década deste século, o chamado movimento browniano estimulou o mais aceso interesse. Para explicar este movimento Einstein fundou em 1905 uma teoria cinética da qual derivou as principais propriedades das suspensões, i.e., líquidos com partículas suspensas. Esta teoria, baseada na mecânica clássica, ajuda a explicar o comportamento do que agora designamos como soluções coloidais.

Um terceiro grupo de estudos, pelos quais em particular Einstein recebeu o Prémio Nobel, pertence ao domínio da teoria quântica fundada por Planck em 1900. Esta notável teoria, pela qual Planck recebeu o Prémio Nobel em 1918, padecia de uma variedade de desvantagens e, em meados da primeira década deste século, atingiu uma espécie de impasse. Chegou então Einstein com o seu trabalho sobre calor específico e o efeito fotoeléctrico.

Atente-se em que:

- A TRR é remetida para o campo da... Epistemologia. Só por acréscimo são referidas *implicações físicas*... ainda objecto de *rigoroso estudo*.
- O segundo tópico mencionado é considerado do campo da... mecânica clássica — isto é: nem relativista, nem quântica.
- O tópico que merece a qualificação «em particular» é a «teoria quântica».

A designação TRR relaciona-se com a existência de uma extensão teórica, também devida a Einstein, designada por TRG: Teoria da Relatividade Geral, ou Generalizada. Esta estabelece a "não distinção local" entre aceleração e campo gravítico; interpreta a gravidade geometricamente: as massas — um planeta e uma sua lua, por exemplo —, deformam o espaço quadridimensional; e essa deformação provoca a atracção mútua das massas. Não nos deteremos nestes aspectos físicos.

Pretendo sublinhar um aspecto simultaneamente físico, epistemológico e cultural.

A equação fundamental da TRG de Einstein, tal como ele inicialmente a formulou, tinha uma estranha consequência: o Universo estaria em expansão, o espaço-tempo estaria a aumentar! Ora, isso era inaceitável: era "óbvio" que o espaço-tempo não podia estar a aumentar (a aumentar dentro de quê?!). Por isso Einstein acrescentou, de modo ad hoc, uma constante multiplicativa à sua equação — a célebre "constante cosmológica" —, de modo a que ela devidamente previsse um universo nem a aumentar nem a diminuir. Mais tarde, verificou-se que o Universo estava mesmo, e está... em expansão! Einstein retirou então a "constante cosmológica" e considerou que a sua introdução tinha sido o maior erro da sua vida.

A superestrutura cultural dominante teve como efeito a alteração de uma Teoria física de modo a que esta ficasse de acordo com aquela!

Lembrará isto ao leitor que o modelo heliocêntrico de Copérnico e Galileu foi recusado pela superestrutura cultural então dominante pois, "obviamente", a Terra é que tinha que estar no centro do Universo, tudo girando à sua volta?

Adianto que a Teoria Quântica viria a causar engulhos físicos, ideológicos, superestruturais, ... ainda maiores que a TRR, muitos ainda hoje persistentes; e que a bomba atómica nasceu de uma mistura explosiva das duas Teorias.

A TRR constituiu pois um fortíssimo abalo nas certezas que eram certas desde o século XVII. E no entanto...

Prigogine (1994) considera que Einstein é o mais ilustre representante da ciência *clássica*, caracterizada pela distância do mundo sensível, com os seus tormentos e decepções, e pela procura da harmonia do eterno. O autor recorda o dualismo de Descartes, que estabeleceu a dicotomia pensamento ↔ extensão, espírito ↔ corpo, intelecto ↔ matéria e associou a matéria à extensão, à geometria. Ora, salienta Prigogine, Einstein foi movido precisamente pela ideia central de aceder a uma descrição geométrica da Física, ideia relacionada com esta outra: a de que seriam os actos intelectuais, associados ao pensamento, e não os objectos e eventos físicos, associados à extensão, que estariam marcados pelo *antes* e pelo *depois*, isto é, que estariam ligados à *flecha do tempo*.

Prigogine (1996) apresenta um paralelismo entre as condições político-sociais existentes no tempo de Descartes e no tempo de Einstein.

Física, Geometria, seta do tempo, Filosofia, História, Política, Religião, epidemias, guerras, nazismo, fascismo, ...

Em relação a Descartes, Prigogine reporta-se ao «interessante *Cosmopolis*» de Toulmin (1990). O que levou Descartes à sua procura da certeza foi a situação trágica do século XVII, marcado por desgraças, instabilidades e conflitos: epidemias, conflitos religiosos, guerra dos 30 anos,... Descartes foi então à procura das certezas que todos os humanos, independentemente das suas religiões, pudessem partilhar. E assim tomou o seu *cogito* como ponto de partida da sua filosofia, e a matemática como fundamento das ciências. Este programa foi prosseguido por Leibniz e encontrou o seu expoente supremo na noção de «leis da natureza», associada à obra de Newton.

Prigogine considera existir uma notável analogia entre o contexto histórico da procura cartesiana e o da atitude de Einstein em relação à Ciência.

Einstein viveu numa época trágica da história humana, a do fascismo, do nazismo e das duas guerras mundiais. Também para ele a ciência constituía uma esperança para se escapar aos tormentos da existência quotidiana. A sua visão da Física como último triunfo da razão humana sobre um mundo enganador e violento reforçou no século XX a oposição entre o conhecimento objectivo e o domínio da incerteza e do subjectivo.

Assim, a Relatividade de Einstein, embora constituindo um avanço formidável e um fortíssimo abalo do absolutismo da dinâmica newtoniana, inscreve-se numa matriz filosófica parente do racionalismo cartesiano. Foi de certo modo revolucionária, mas não tanto como outros desenvolvimentos: os relacionados com a Mecânica Quântica e com a seta do tempo. Foi revolucionária, mas apenas *relativamente*.

Um aspecto fundamental relativo ao modo como a Relatividade se cruzou com outros desenvolvimentos da Física, é este: a Teoria da Relatividade Generalizada — que inclui acelerações e o campo gravítico, enquanto a Restrita se aplica apenas a movimentos rectilíneos e uniformes — continua ainda hoje inconciliável com a Teoria padrão / "standard" da unificação das interacções na natureza. Ver, e.g., Klein & Spiro (1996).

Teorias ainda (só ainda?) inconciliáveis... mas ambas em vigor!

Atente-se nestas palavras de von Baeyer (1999): na teoria das supercordas, as cordas medeiam todas as forças da natureza, incluindo a gravidade, tal como na electrodinâmica quântica a força electromagnética é mediada por partículas virtuais; então, em certo sentido, o campo gravitacional é feito de cordas; mas, de acordo com a relatividade generalizada, o campo gravitacional é espaço-tempo; ora, como é que as cordas podem constituir o espaço-tempo e existir nele? Acrescenta von Baeyer: «Nenhum dos peritos em supercordas a quem me dirigi conseguiu esclarecer-me nesta confusão». Hawking (1994) salienta os grandes esforços que têm sido

consagrados à unificação das interacções forte, fraca e electromagnética (estas últimas duas, já unificadas na electrofraca) e à abertura de perspectivas para uma teoria quântica da gravidade e para a sua unificação com as outras três interacções. Segundo o autor, uma esperança neste sentido parece ser uma extensão da teoria da relatividade generalizada, que é *clássica*, para uma teoria da "supergravidade". Esta contempla a existência do gravitão, partícula mediadora da interacção gravítica, e pode vir a permitir a eliminação da dicotomia entre matéria e interacções. No entanto, como também salienta Hawking, trata-se de uma teoria ainda em elaboração e, mesmo que venha a encontrar-se uma teoria unificada, ela só permitirá fazer previsões estatísticas e obrigará a abandonar o ponto de vista de que existe um único universo, aquele que observamos.

Mais: Prigogine (1994) salienta que o problema da unificação das interacções configura apenas um dos programas da Física de hoje: está longe de constituir o único problema; e hoje abrem-se novas perspectivas para a Física, radicadas em paradigmas evolucionistas do século XIX, nomeadamente a Biologia de Darwin e a Termodinâmica.

Tais novas perspectivas recolocam na ordem do dia a questão do «paradoxo do tempo»: por um lado, temos a herança newtoniana, prolongada na Relatividade e na Mecânica Quântica, reportada a fenómenos reversíveis e baseada em leis onde a flecha do tempo não intervém; e por outro lado, temos o conceito de irreversibilidade, essencial tanto na Biologia como na Termodinâmica, claramente marcadas pela flecha do tempo.

É com uma sensação de alívio que acolho as palavras acima de von Baeyer, que se afirma não esclarecido; e de Prigogine, que explicita um paradoxo.

Em ambos os casos, trata-se de físicos competentes a pronunciar-se sobre aspectos fundamentais da Física actual. Em ambos os casos, estão em causa aspectos que eu próprio sentia não ter entendido, mas que não teria a veleidade de explicitar num livro por minha iniciativa, por não ter competência para tal. Em ambos os casos, aprendi.

É tão importante saber coisas, como saber o que não se sabe. E coisas não sabidas, todos temos. Por vezes sentimo-nos mal com isso, nomeadamente quando julgamos que tínhamos a obrigação de saber, quando julgamos que todos perceberam menos nós. Quando profissionais de alta competência esclarecem que algumas das coisas que não sabemos são coisas que ainda ninguém sabe, faz-se luz no nosso espírito. A explicitação de dilemas de saberes em construção não deve desanamar, deve antes animar. Por expor as suas dificuldades, a Física não perde, ganha. O mesmo se passa no que respeita à existência no interior da Física de visões distintas por parte de físicos. Tudo isto só sublinha a racionalidade e a democraticidade da Física enquanto empreendimento humano, ao mesmo tempo que nada retira ao seu valor científico, tecnológico e cultural.

Os parágrafos anteriores referem essencialmente uma das crises que marcou a passagem do século XIX para o XX: a da contradição entre a Física newtoniana e o electromagnetismo, que foi resolvida com a Relatividade einsteiniana.

Mas naqueles parágrafos emergem já sinais de duas outras crises que marcaram aquela passagem de século. Como salienta Icikovics (1997), ambas estão relacionadas com pontes entre o macroscópico e o microscópico;

ambas se inserem nos esforços de dar conta do visível modelizando o invisível:

- ✓ A hipótese atómica: a modelização da constituição microscópica da matéria; os caminhos que conduziram à Mecânica Quântica.
- ✓ A interpretação da entropia e de outras grandezas macroscópicas em termos de interacções microscópicas: Mecânica Estatística; outros desenvolvimentos na Termodinâmica.

Salienta também Icikovics: a Mecânica Estatística foi tão depreciada pelos físicos como foi a hipótese atómica pelos químicos.

Apresento a seguir um panorama geral relativo a estas duas vertentes, começando pela Mecânica Quântica e prosseguindo com a Termodinâmica.

Como salienta von Baeyer (1999), no século XIX coexistiam dois conceitos de átomo independentes e muito diferentes. Por um lado, havia os átomos dos físicos: pequenos e duros grãos, como os imaginados 2300 anos antes por Demócrito, grãos de que era feito o mundo. Por outro lado, havia o átomo dos químicos: unidades últimas operacionalmente úteis, mas que não tinham existência material. E havia, naturalmente, visões e práticas que não cabiam bem em nenhuma das categorias anteriores. Dalton, por exemplo, era essencialmente um químico, mas já no princípio do século XIX considerava que os átomos químicos e os átomos físicos eram a mesma coisa. Mas esta visão de Dalton estava avançada cerca de 100 anos em relação ao seu tempo. Até ao início do século XX, a ideia de que os conceitos de átomo físico e de átomo químico eram ambos cientificamente úteis coexistia com a ideia de que eles nada tinham a ver um com o outro. Não existia pois consenso sobre a questão de a matéria ser ou não constituída por átomos. Mas, como salienta Icikovics (1997), isso não impediu que os cientistas trabalhassem, como é bem ilustrado pelos progressos conseguidos na Química Orgânica por anti-atomistas militantes como Dumas e Bertholet. Como também refere Icikovics, foi do lado dos físicos, e não do lado dos químicos, que advieram os progressos que puseram termo ao confronto. Entre muitas outras contribuições de base, refiram-se as de Planck (radiação do corpo negro e introdução da noção de *quantum*), as de Einstein (movimento browniano; efeito fotoeléctrico e sua relação com a constante de Planck) e as de J.-J. Thomson (interpretação dos raios catódicos como sendo constituídos por corpúsculos carregados negativamente, a que se chamaria depois electrões). Estas e outras contribuições teóricas e práticas serviram de base aos trabalhos de Jean Perrin. Este professor de Química-Física, prémio Nobel da Física em 1926, conseguiu obter, por caminhos diferentes que estabeleceram a ligação entre os físicos e os químicos, treze valores da mesma ordem de grandeza para o número de Avogadro. Com base em tais trabalhos, Jean Perrin afirmou em 1913 a validade da hipótese atómico-molecular e pode dizer-se que pôs termo a querelas de um século (Stengers 1997, Tomo 4). Paralelamente, emergem os modelos atómicos de Rutherford e de Bohr, respectivamente em 1911 e 1913.

Sublinho: a não existência de consenso e as querelas de um século não impediram os cientistas de trabalhar.

Nos finais dos anos vinte, a Mecânica Quântica estava dotada de dois potentes formalismos: o formalismo diferencial da mecânica ondulatória, baseada numa proposta de de Broglie (o nome é 'de Broglie') e corporizada na equação de Schrödinger; e o formalismo matricial de Heisenberg, desenvolvido por físicos como Born e

Jordan. Estes formalismos, embora diferentes e desenvolvidos independentemente, revelaram-se totalmente compatíveis, tendo Schrödinger demonstrado que eles eram equivalentes. A Mecânica Quântica estava a partir de então dotada das suas ferramentas de base, que permitiram nomeadamente interpretar e aprofundar aspectos como o modelo atómico de Bohr, as relações de incerteza de Heisenberg e as relações de exclusão de Pauli. Em conjugação com a Teoria da Relatividade, tais ferramentas permitiram ainda, por exemplo, os desenvolvimentos de Dirac sobre o "spin" do electrão e a existência do positrão.

A Mecânica Quântica revelou-se como um dos mais poderosos artefactos científicos jamais construídos pela humanidade. As suas enormes potencialidades cedo se revelaram. Com ela, a Física deu um importante passo em frente. Ela passou também a constituir a teoria fundamental para a interpretação dos fenómenos químicos. E a sua pujança mantém-se hoje em dia. As consequências da Mecânica Quântica noutras ciências e tecnologias foram também imensas. Refira-se o transístor (1948) e outros dispositivos electrónicos, base dos circuitos integrados e dos microprocessadores desenvolvidos nos anos 70, e portanto na base dos computadores pessoais e dos supercomputadores, e assim na base da exploração espacial, da gestão e da administração, das novas técnicas de diagnóstico e tratamento em Medicina, do desenvolvimento da Internet e de outras redes de comunicação, da sociedade da informação, da globalização, ... Refira-se também que os conhecimentos físicos sobre o mundo microscópico estão na base da Química, da Biologia Molecular, da Engenharia Genética, ...

Física, Saúde, Genética, Computadores, Internet, Globalização, ... Cultura.

Escreve Mashhadi (1996): pelas suas potencialidades preditivas, a teoria quântica é a teoria física com maior sucesso de entre todas as que foram conceptualizadas. E no entanto...

Como veremos adiante, ainda hoje há físicos proeminentes que consideram que nem sequer sabemos bem de que é que trata mesmo a Mecânica Quântica.

Mas esses físicos usam a Mecânica Quântica!

Lakatos (1970): não há falsificação de uma Teoria antes de haver uma melhor.

E simultaneamente... a Mecânica Quântica constituiu um avanço ainda mais ousado do que a Teoria da Relatividade. Esta constituiu um passo gigantesco na evolução da Física, e abalou mesmo alguns dos alicerces do programa dominante desde Descartes a Newton. Mas a Mecânica Quântica constituiu uma inovação ainda mais dramática. Vejamos brevemente como Stengers (1997, Tomo 4) relata aspectos chave destas histórias.

A Teoria da Relatividade não pôs em questão a possibilidade de uma descrição independente da observação: o espaço-tempo quadridimensional constituiu uma matriz objectiva para todas as descrições espaço-temporais. Einstein não atribui aos observadores qualquer papel crucial: para mediarem, eles separam o espaço

do tempo, mergulham no mundo fenomenal das grandezas observáveis; mas nós não ficamos prisioneiros de tal mundo fenomenal, que podemos julgar em nome da verdade matemática quadridimensional. Para Einstein, a *Relatividade* constituiu um passo em direcção à inteligibilidade... *absoluta!*

Quanto à Mecânica Quântica e à sua função de onda, ela permite prever probabilidades relativas a resultados de medidas. Mas, ao mesmo tempo, parece interditar o sonho de uma descrição objectiva dos seres quânticos, pois a função de onda que intervém na equação de Schrödinger representa uma onda de probabilidade, não uma probabilidade, e parece não descrever uma realidade física, parecendo mesmo que nada descreve.

Quando se efectua uma medida num sistema quântico, a *redução* da função de onda a probabilidades observáveis não pode ser tomada como uma via de acesso a uma realidade mais alta e independente da medida. De facto, com a medição, a função de onda não é reduzida apenas do ponto de vista do observador: ela é efectivamente reduzida, pois o sistema passa a ser representado de outro modo, e passam a ser outras as probabilidades relativas a medidas ulteriores. Por que acontece isto? Uma interpretação possível, associada às relações de incerteza de Heisenberg, consiste em enfatizar que, ao efectuarmos uma medição, interactuamos com o sistema e o alteramos. É inquestionável que tal interacção existe. Mas será consistente e coerente descansar sobre uma interpretação que só interpreta a evolução dos sistemas com os quais interactuamos? Como evoluem os sistemas com os quais não interactuamos?²

A interpretação de Bohr não é coincidente com esta. De certo modo, vai mais longe: refere-se à própria realidade, não apenas ao conhecimento que possamos ter sobre ela. Estamos no cerne de um debate epistemológico crucial. Segundo Bohr, a realidade — quer seja interpretada pela Mecânica Quântica quer o seja pela Mecânica Clássica! — é indeterminada. Em particular, é indeterminada independentemente do dispositivo de medida susceptível de conferir uma interpretação a uma observação.

Einstein tem ainda outra interpretação. Não se conforma com aquela indeterminação última, com aquela assunção de impotência da inteligibilidade. Chegou a afirmar (Mashhadi 1996) que a Mecânica Quântica lhe lembrava «um sistema de ilusões de um paranoíco extremamente inteligente, entremeada de elementos de pensamento incoerentes».

Num artigo de 1935, Einstein, Podolsky e Rosen lançam aquele que parecia ser o ataque último e decisivo à Mecânica Quântica, a demonstração de que ela era uma teoria incompleta. Bohr considera no entanto que as objecções de EPR não lhe colocavam problema algum. Consegue manter que o seu formalismo e a sua interpretação são válidos e coerentes. Desenvolvimentos experimentais posteriores corroboraram mais a interpretação de Bohr do que a de Einstein.

E no entanto, o debate teórico e epistemológico prossegue, sempre em ligação com a experimentação e a prática profissional. Persiste também alguma insatisfação.

Stengers refere as experiências de von Baeyer, que permitiram que um átomo isolado fosse “visto”, isto é, “inegavelmente marcado num ecrã”, num laboratório altamente sofisticado. Refere também uma obra daquele autor, de 1993, em que ele se refere ao átomo como estando “domesticado”, no sentido em que havia meios para o tornar perceptível. Ora, um átomo perceptível exige o direito de se impor enquanto actor; um átomo activo exige que o descrevamos enquanto tal. Comenta Stengers: o átomo de von Baeyer que cintila num ecrã não refuta a maneira como a Mecânica Quântica o representa, mas é, literalmente, provocador; não dita o modo como deve ser descrito, mas transforma o laboratório num pedaço de mundo onde ele existe como

uma flor; o átomo aspira a que lhe reconheçamos uma existência independente dos nossos conhecimentos.

Qual das interpretações acima é a melhor? Ainda hoje não se sabe.

Como salienta Stengers — ilustrando com estudos em curso no âmbito de materiais supercondutores para uso em computadores —, esta questão não é apenas epistemológica, nem apenas relativa às teorias e às experimentações da Física como Ciéncia, é também uma questão com incidências tecnológicas de primeira importância.

Física, História, Visões do Mundo, Sociologia da Ciéncia, realidade, interpretações da realidade versus realidade em si mesma, indeterminação, Epistemologia, Ciéncia, Tecnologia, ...

Em anos recentes, muitos esforços têm sido feitos para tentar compreender a enigmática interface entre o mundo quântico do átomo e a nossa própria experiência quotidiana, ou macroscópica.

Realça von Baeyer (1999) que o tema continua a ser controverso na investigação actual. Na revista *Physics Today* de Fevereiro de 1999 pode encontrar-se um interessante debate entre vários físicos contemporâneos: Dotson escreve que intitular o vencedor do debate entre Niels Bohr e Albert Einstein continua a constituir um problema; Goldstein escreve que o problema é a teoria quântica ser a profissionalmente — «unprofessionally», no original — subjectiva e vaga, se não mesmo globalmente incoerente; e que a raiz do problema é não ser de todo claro aquilo de que trata mesmo a teoria quântica.

As crises e as convulsões que marcaram a Física na transição do século XIX para o século XX foram bem dramáticas. A Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica proporcionaram desenvolvimentos virtualmente impensáveis há não muito tempo. Mas hoje em dia não estamos perto do fim da Física, como conjectura Hawking (1994); e parece até que estamos no limiar do nascimento de uma “Física moderna nova” — ou de uma “Física pós-moderna”, digamos assim. Como já referi, podemos situar nos anos 70 fortes marcas da emergência de uma Física que em muitos aspectos é nova.

Física lança sementes da pós-modernidade.

Abrem-se hoje perspectivas, essencialmente a partir dos anos 70, que se radicam numa outra tremenda crise que atravessou a Física nos finais do século XIX: aquela que foi protagonizada por físicos como Maxwell e Boltzman, e que teve a ver com a relação entre a Dinâmica e a Termodinâmica.

A crise acabada de referir teve a ver com a interpretação microscópica do mundo macroscópico. Em particular, teve a ver com a interpretação microscópica da entropia e, portanto, com a seta do tempo termodinâmica.

“Teve a ver...” e tem ainda: a crise relacionada com o paradoxo do tempo parece continuar em aberto na transição do século XX para o século XXI. Como salienta Prigogine (1994), está hoje na ordem do dia um imenso problema: como conciliar a dupla herança do século XIX?; como conciliar as certezas deterministas

e a equivalência entre passado e futuro da Dinâmica, com a criatividade da natureza e a quebra da simetria temporal corporizadas na Termodinâmica?

Escreve Stengers (1997, Tomo 5): «A partir de 1970, Prigogine torna-se o herdeiro de Boltzman, no sentido em que decide a partir de então retomar o combate que Boltzman tinha renunciado a levar em frente. Em nome do segundo princípio da termodinâmica, a concepção que temos da dinâmica *deve ser modificada*».

Os caminhos propostos por Prigogine passam pelo estudo de sistemas fora do equilíbrio, e em particular pelas estruturas dissipativas e pelos sistemas caóticos. E tais caminhos conduzem a levantar questões e a efectuar propostas que abalam *toda* a Física.

Hawking (1988) afirma que «uma seta termodinâmica forte é necessária à vida inteligente»; e na mesma página afirma que «as leis da Física não distinguem entre tempo para trás e tempo para diante». Prigogine (1994) pergunta: «Como conciliar estas duas afirmações?». Defende Prigogine que, se uma seta termodinâmica forte é necessária para a vida inteligente, então ela tem que estar inscrita nas nossas interpretações mais fundamentais do universo; ela tem que ser considerada como sendo tão real como qualquer outro fenómeno físico.

Caro leitor: não escrevo mais entrelinhas neste capítulo. Deixo-as ao seu cuidado.

Escreve ainda Prigogine: as leis da dinâmica tradicional — quer seja a clássica, a quântica, ou a relativista — não distinguem o sentido do tempo; é pois necessário tratar de as reformular.

55

Realço: deste modo, passa a ser denominada por Prigogine como “dinâmica tradicional” *toda* a Dinâmica, desde as Leis de Newton à Mecânica Quântica, passando pelas Teorias da Relatividade Restrita e Generalizada. Realço ainda: a Física Moderna passa a “tradicional”; e o paradigma de inteligibilidade da modernidade fica abalado na sua própria base, isto é, na física newtoniana, onde passa a ser necessário inscrever também a flecha do tempo.

Trata-se de reconhecer a necessidade de reformular a física newtoniana, mas não simplesmente na medida em que ela foi generalizada e posta em causa pela Mecânica Quântica e pelas Teorias da Relatividade. O que está em causa não é *apenas* — o que já seria muito! — reconhecer que a Dinâmica newtoniana não é aplicável às “grandes” velocidades (ordens de magnitude próximas da da luz, domínio da Teoria da Relatividade Restrita), nem às dimensões espaciais “pequenas” (ordens de magnitude próximas das dimensões atómicas, domínio da Mecânica Quântica). O que está em causa não é *apenas* reconhecer a relatividade das noções de simultaneidade, a interligação entre o tempo e o espaço, as relações de incerteza de Heisenberg ou a substituição da noção de trajectória pela de amplitude de probabilidade de uma função de onda. O que está em causa é bem *mais* do que isso: é reconhecer a necessidade de reformular a física newtoniana nos domínios em que, já em meados do século XX, ela parecia permanecer válida.

Escreve Prigogine: toda a gente esperaria que houvesse desenvolvimentos na Mecânica Quântica e na Relatividade; mas o facto de a Dinâmica clássica, a mais antiga das ciências, ter de se metamorfosear após três séculos de existência, é um acontecimento talvez único na história das ciências. Prigogine (1994) cita as seguintes palavras que J. Lightill, então presidente da União Internacional de Mecânica Pura e Aplicada, proferiu em 1966:

Queremos colectivamente apresentar as nossas desculpas por termos induzido em erro um público cultivoado ao espalharmos, a propósito do determinismo dos sistemas que satisfazem as leis newtonianas do movimento, ideias que desde de 1960 se revelaram incorrectas.

Comenta Prigogine: é absolutamente excepcional ouvir peritos reconhecer que durante três séculos se enganaram a propósito de um ponto essencial do seu domínio de investigação; durante muito tempo, o determinismo era o próprio símbolo da inteligibilidade científica; hoje, ele reduz-se a uma propriedade que é válida somente em casos *limite*.

Isto não é uma entrelinha. É uma ajudinha a leitores menos versados em Física. Ou melhor: é um conjunto de dicas ultracondensadas para que um tal leitor melhor possa procurar entrelinhas e "ajudinhas como deve ser".

— Dê-se com um dedo um piparote num berlinde em cima de uma mesa e torne a pôr o dedo no sítio onde deu o piparote. Sentir-se-á uma dorzita no dedo, mas paciência: é a bem da ciência. Suponhamos que o berlinde vai da esquerda para a direita. Rola com velocidade constante e em linha recta em cima da mesa e depois descreve uma trajectória parabólica e chega ao chão. Tudo isto, desprezando o atrito entre a mesa e o berlinde, assim como as interacções deste com o ar. O berlinde cairá pois ao chão com uma velocidade para a direita (porque para aí o leitor o empurrou) e para baixo (porque o campo gravítico é para baixo, origina uma força que puxa o berlinde para o chão). Tudo isto é descrito por equações de Física básica. Suponhamos agora que, exactamente do ponto onde o berlinde chegou ao chão, ele é lançado com uma velocidade simétrica: com a mesma magnitude, mas para a esquerda e para cima. O berlinde descreve uma trajectória parabólica, chega ao tampo da mesa, rola para a esquerda e bate no dedo que lhe deu o piparote, exercendo-se entre o dedo e berlinde forças iguais às que ocorreram durante o piparote inicial. Tudo isto é descrito por equações de Física básica: as mesmas equações que antes. Para obter o movimento de regresso, basta nessas equações trocar “*t*” por “-*t*”, isto é, inverter o sinal do tempo. O lançamento do berlinde e o seu movimento foram reversíveis. Troca-se o sinal do tempo nas equações, e tudo volta para trás, o filme corre ao contrário, e no fim fica tudo na mesma.

— Até aqui, tudo bem: percebo.

— TODAS, mesmo todas, as leis fundamentais da Física são assim: reversíveis no tempo. TODAS: as da Dinâmica Clássica, as das Teorias da Relatividade, as da Física Quântica. Mas há um problema: as leis científicas fundamentais (as leis da Física, que tratam do tempo, do espaço, da massa, da matéria, da energia) são reversíveis; mas os fenómenos da natureza, os que ocorrem efectivamente, são irreversíveis. Mesmo o que efectivamente aconteceu na experiência do berlinde é irreversível. Nós fizemos o filme andar para trás e conseguimos que tudo voltasse ao que era antes, mas isso foi imaginação nossa. Se fizermos a experiência com muito rigor, veremos que de facto o filme não andou para trás. Isso só aconteceu como aproximação. Provavelmente — e embora nem sempre seja assim —, a aproximação foi tão boa, que serve para todos os fins práticos.

— Mas então o filme não andou para trás?

— Não. Isto é: não vai acontecer que simplesmente se verá o mesmo que aconteceu antes, mas agora em ordem inversa.

— Mas o berlinde voltou ou não a subir, a pousar na mesa, a bater no dedo?

- De certo modo.
- De certo modo como? Ou sim ou não...
- Nem sim nem não.
- Não subiu pelo ar numa parábola?
- Não. Nem sequer desceu em parábola. Isso foi apenas uma aproximação. Neste caso, talvez uma boa aproximação. Mas apenas uma aproximação.
- Mas as equações fundamentais da Física são ou não reversíveis?
- São.
- E se trocarmos "t" por "-t" nas equações que usámos, assim trocando "v" por "-v", trocando o sinal da velocidade, o berlinde volta ou não às condições iniciais?
- Sim. Nas equações que usámos.
- Então volta ou não?
- Não.
- Aqui "há gato"...
- Pois há.
- Onde?
- Numas coisas banais, tão banais que muitas vezes nem damos por elas, tão habituais que provavelmente o leitor não as valorizou, tão correntes em manuais escolares e em aulas que nem se dá por elas. Está numa "inocente" afirmação introduzida no início: "Tudo isto, desprezando o atrito entre a mesa o berlinde e as interacções deste com o ar".
- Mas é uma boa aproximação...
- Pode ser ou não. As equações que usámos são reversíveis no tempo e descrevem fenómenos reversíveis no tempo. São equações dinâmicas idealizadas para situações idealizadas. Desprezámos atritos, resistências ao movimento do berlinde da mesa e do ar. Desprezámos que o rolamento do berlinde na mesa faz barulho (faz vibrar átomos do berlinde e da mesa), que o berlinde e a mesa aquecem ligeiramente (precisamente porque aumentaram as vibrações dos seus átomos). Desprezámos que o mesmo aconteceu durante a viagem do berlinde pelo ar. Não tomámos em conta que as moléculas do ar à frente do berlinde saíram do sítio (se não, ele não passava), e que depois de ele passar houve moléculas que foram ocupar o sítio que ele deixou livre atrás de si. E não tomámos em conta muitas outras coisas possíveis: um grãozinho de poeira poderá ter ficado preso ao berlinde, um bocadinho da pele do dedo que tinha ficado agarrada ao berlinde aquando do piparote terá dele caído durante a viagem, as movimentações do ar poderão ter levado um mosquito a mudar a trajectória que ia fazer, talvez por isso ele tenha sido comido por um pardal que passava... Ora, tudo isto é irreversível!
- Mas a Física não consegue melhorar as equações de modo a contemplar isso?
- Sim e não.
- Sim ou não?

- Sim, mas só em parte. Sim, mas autocontradizendo-se, ou seja: de certo modo, não.
- Então não podemos incluir forças de atrito nas equações?
- Sim.
- Então, introduzimo-las, as equações ficam certas e as previsões passam a ficar de acordo com a experiência! Isto não é contradição nenhuma, antes pelo contrário!
- Podemos incluir nas equações forças de atrito. Se o fizermos, as equações traduzirão melhor o que se passa. Passarão a prever, correctamente, que as trajectórias do berlinde no ar não são parabólicas. Passarão a prever, correctamente, que o berlinde não rola na mesa com velocidade constante, mas que esta diminui. Se os atritos forem tão grandes que o berlinde, quando é lançado do chão para cima, nem sequer consiga chegar à altura do topo da mesa, as novas equações, melhoradas com a inclusão de forças de resistência, certamente descreverão isso correctamente.
- Então, fica tudo bem...
- Não me parece que o mosquito esteja de acordo.
- ...
- Por muito que nos esforcemos, nunca conseguiremos que o mosquito deixe de ter sido comido; que o grão de poeira deixe de ficar agarrado ao berlinde e volte para onde estava e como estava; que o pedacinho de pele do dedo volte a ocupar o seu lugar no dedo; que o berlinde e a mesa deixem de ter vibrado; que deixe de ter existido o som do rolamento do berlinde sobre a mesa; que os circuitos neuronais dos nossos cérebros rebobinem tudo de modo a esquecermos o que vimos e ouvimos e a dorzita que sentimos ao dar o piparote; e se com este ficámos com pequeno hematoma ou uma unha ligeiramente esgaçada, o hematoma não desaparecerá por encanto nem a unha se regenerará instantaneamente só porque fizemos o berlinde andar para trás.
- E a Física nada diz sobre isso?
- Diz, e muito. Mas pouco.
- ...
- Esta experiência envolve Dinâmica. E Termodinâmica: muitas partículas, vibrações microscópicas, aquecimento, gases em movimento com variações de pressão, volume, massa específica, temperatura, ... E Física Quântica: átomos e suas ligações, E Bioquímica: digestão do mosquito ...
- Mas então, entremos com tudo isso, com tudo o que for possível para que as equações fiquem certas e prevejam tudo como dever ser.
- Tanto quanto se sabe hoje, isso não é possível. As forças de atrito e de resistência do ar são forças entre átomos. Em particular, forças entre os electrões dos átomos do berlinde, da mesa, do ar, da pele, da poeira, do mosquito, do pardal. São descritas pelo Electromagnetismo e pela Física Quântica. Mas as suas leis fundamentais também são reversíveis...
- Então as forças que provocam fenómenos irreversíveis, como ruídos que ouvimos com o ouvido e correntes eléctricas nos neurónios, aquecimentos, aumentos de entropia, movimentos de moléculas de ar que provocam digestões de mosquitos, têm que ser descritas por leis que são reversíveis? Isso é uma ...

- ... Contradição. É. De certo modo.
- Só de certo modo?
- Sim. A Física tem muitos recursos. Não consegue estudar com todo o detalhe cada um dos átomos envolvidos na experiência, mas pode fazê-lo estatisticamente. E, ao fazê-lo, consegue descrever bastante bem que há fenómenos mais prováveis do que outros. Neste caso, as suas leis e equações permitirão até prever bastante bem qual a probabilidade de o mosquito ser comido. E até qual a probabilidade de ele voltar à vida.
- Mas... É possível que o mosquito deixe de ter sido comido e volte à vida?
- Eu acho que não.
- E as leis da Física?
- “Acham” que sim. Que, embora muito pouco provável, é possível.
- Então deixamos de acreditar na Física?
- Eu cá por mim, não.
- Não percebo nada.
- Os físicos, de certo modo, também não.
- Como?!
- A Física prevê que é praticamente impossível que o mosquito volte à vida. Digamos que calculará a probabilidade de isso acontecer e chegará à conclusão — com muitas aproximações pelo meio... — de que a probabilidade de o mosquito ressuscitar é tão pequena que, repetindo a experiência do berlínge um milhão de vezes por dia, a probabilidade de ele ressuscitar seria uma vez em cada milhão de vezes a idade do Universo. Ou seja, concluirá que isso é impossível em termos práticos. A física actual consegue prever isso.
- Nada mau...
- É mesmo muito bom. Suficientemente bom para termos conseguido progressos científicos, tecnológicos, sociais, culturais em geral, extraordinários!
- Ah, assim está melhor. Mas... há uma probabilidade, embora pequena, de o mosquito ressuscitar?
- Segundo os conhecimentos actuais dominantes, sim.
- Mas será ou não possível que isso aconteça?
- Eu acho que é impossível.
- É uma questão de opinião? Isso é Ciência?
- Isto é Argumentação. E Retórica. Os físicos e todos os cientistas argumentam entre si e com a sociedade. Isto faz parte da Racionalidade. E da Democracia. E não só: isto é uma parte integrante da Ciência. Há físicos, e Prigogine é um deles, que consideram que tal “opinião” é mais do que isso: é científico. Mas estamos numa das fronteiras do conhecimento.
- Os físicos não estão todos de acordo sobre o assunto?

— Não. Sei-o por leituras, mas também por testemunho pessoal. Já conversei sobre o assunto com físicos que investigam em Física e que sabem sobre estes assuntos muito mais do que eu. Lembro-me de um colega universitário que me disse que Prigogine passou a dizer umas coisas estranhas com a idade, “coitado”, estava era a ficar senil. Argumentei que ele tinha recebido o prémio Nobel com 60 anos e tinha começado a dizer tais “estranhas coisas” antes disso, mas creio que não fui convincente. Entretanto, desde essa conversa até hoje aconteceu que — irreversivelmente, creio — o colega e eu já rondamos os 60 anos de idade, a da reforma passou para os 65 e ambos continuamos docentes e investigadores no Ensino Superior, admito alvitrar que não senis. Lembro-me de outro que pegou num papel e numa esferográfica e me disse, “Senta-te, vou demonstrar-te rapidamente que o Prigogine não tem razão alguma”. Perguntei-lhe se ia prescindir de aplicar o “limite termodinâmico” e se o que ia escrever era válido para sistemas “não ergódicos” e “longe do equilíbrio”. A esferográfica foi pousada no papel. Entreolhávamo-nos quando nos chamaram para uma sala onde ia decorrer uma conferência, e o debate ficou adiado até hoje. Lembro-me de outro físico me ter dito que considerava Prigogine como um génio que tinha dado contributos chave e iniciado trabalhos de importância crucial. A Ciência também se faz assim. Com controvérsia. Controvérsia científica entre os grandes cientistas e, por que não, entre estes e outros pequenos como eu.

— Mas se os grandes cientistas não estão de acordo, que podemos dizer nós?

— Às vezes pouco, às vezes muito. Se os grandes cientistas não estão de acordo, por que não temos o direito de preferir uma visão a outra? Em particular, creio ter o direito de considerar que os físicos não devem dar-se por satisfeitos enquanto não explicarem devidamente a irreversibilidade, enquanto as leis científicas não explicarem a vida e a morte, ou então quando a Ciência assumir que não pretende explicar tudo isso. Ora, a Ciência afirma que pretende explicar tudo isso... Tenho pois o direito de não me sentir satisfeito com uma Ciência que apenas consegue provar que é altamente improvável — mas não impossível! — que ande tudo para trás, que os actuais viventes retornem a óvulos e espermatózoides e assim sucessivamente pelos viventes anteriores todos e por todas as evoluções das espécies, que os continentes e os vulcões e as placas tectónicas e as tempestades solares e tudo o mais rebobine, que todas as galáxias e nebulosas e quasares rebobinem também as suas histórias, e que voltemos a uma situação em tudo exactamente igual à que existia, digamos, há 5 milhões de anos. Quem acredita em que isto seja possível? Muitos físicos não; e eu também não. Acredito numa seta do tempo com um só sentido, numa irreversibilidade que não é apenas probabilística mas que existe mesmo no mundo. Posso vir a mudar de opinião, mas até hoje ainda ninguém me convenceu do contrário: nem mesmo os físicos, que tanto respeito e admiro. Do ponto de vista teórico, há entre eles controvérsia. E quanto à prática... bom... até hoje nunca ouvi falar de um ovo que depois de partido se tenha reconstituído e ficado direitinho como se nada tivesse acontecido... E olha que numas dezenas de anos se partem no mundo uns milhões de milhões de ovos...

— O problema advém de haver muitas partículas, de a realidade ser muito complexa? Tem a ver com a termodinâmica, a entropia, o carácter probabilístico da Física Quântica, o efeito do observador e essas coisas?

— Tem a ver com isso tudo. Mas creio que é bem mais fundo.

— Em que sentido?

— Em muitos sentidos. Basta olhar para o mais básico. As Leis de Newton são aproximadas, mesmo nos casos em que a sua utilização é adequada. Consideremos dois corpos no espaço intergaláctico. Largamo-los com certas condições iniciais: num sítio atira-se um com uma certa velocidade; e noutra sítio atira-se o outro para outro lado com velocidade diferente em magnitude e direcção. Os corpos têm massa, e portanto atraem-se. Como um planeta e

uma lua, girarão um em torno do outro ou melhor, em torno do Centro de Massa comum. As leis de Newton descrevem muito bem o que se passará e fará previsões correctas para muitos milhões de milhões de milhões de anos.

— Não para sempre?!

— Não! Basta pensar em que não há corpos perfeitamente rígidos. Eles deformar-se-ão por efeito de maré (Silva, 1998) e por isso haverá fenómenos irreversíveis. Mas ainda assim, desde que se entre com estes fenómenos, as equações são resolvidas e as soluções obtidas constituirão previsões excelentes para “quase sempre”. Bom: isto, supondo que são nulas as interacções dos dois corpos com as restantes massas que há no Universo: poeiras, matéria escura, buracos negros, galáxias, radiação, ... Ou seja: isto é uma aproximação... Mas vamos considerar que as aproximações são suficientemente boas.

— Nada mau...

— Eu direi mesmo que é excelente! E, numa situação mesmo ideal, aquele é o chamado “problema dos dois corpos”, que é matematicamente “integrável”, pelo que a solução encontrada e as respectivas previsões são válidas “para sempre”.

— Ah!

— Ah..., mas consideremos três corpos em vez de dois. O sistema é matematicamente “não integrável”. As equações de Newton não têm solução analítica! Está demonstrado matematicamente que não há solução matemática analítica para as equações. Mesmo do ponto de vista matemático, o melhor que se consegue é obter soluções que são aproximadas. Isto nada tem a ver com o rigor e a precisão das condições iniciais, com aproximações razoáveis introduzidas para que os cálculos possam ser efectuados de modo mais célebre: não há mesmo solução analítica. A única maneira de resolver matematicamente as equações é utilizar ferramentas matemáticas que — elas mesmas! — introduzem aproximações. Daí as desculpas que apresentou Lightill (ver página 56).

— Então...

— Então, as soluções são necessariamente aproximadas. E são válidas para muito menos tempo. No caso de três planetas, por exemplo, as soluções são válidas para uma escala temporal da ordem dos mil milhões de anos (Nicolis & Prigogine, 1992, página 151). Apenas mil milhões de anos. O nosso Universo, tanto quanto sabemos, já tem de idade de mais de dez vezes esse tempo. Agora consideremos 4 planetas, todos os planetas do sistema solar, todos eles mais as suas luas, todos os asteróides e cometas, todos os detritos, todo o sistema solar, Não sei quais são os cálculos mais rigorosos e precisos que existem actualmente, mas a Matemática e a Física dizem-nos que o tempo das boas previsões diminui. O sistema solar é um sistema caótico!

— É o caos?

— É. Não é possível saber se daqui a uns tempos (antes de o Sol explodir) os planetas continuarão mais ou menos certinhos como agora, ou se alguns deles vão colidir, ou se vão colidir todos entre si e eventualmente com o Sol.

— O caos...

— Calma: no caos também há ordem...

Com este apelo à calma terminam as dicas, que já vão longas.

Antes destas dicas em itálico diálogo, estava Prigogine a comentar quão excepcional é peritos reconhecerem erros prolongados por séculos e a importância de o determinismo se reduzir a uma propriedade válida apenas em casos limite.

Prigogine acrescenta uma grande novidade, em grande parte construída por ele mesmo: o conhecimento de sistemas caóticos de tal modo simples que já não existe a desculpa da complexidade.

A instabilidade e a irreversibilidade tornaram-se parte integrante das descrições a nível fundamental.

O que está em causa não é apenas reconhecer a importância das condições iniciais, reconhecer que para prever o futuro necessitámos de conhecer o estado do mundo com uma precisão infinita: está também em causa reconhecer que «existe uma forma de instabilidade ainda mais forte, a tal ponto que as trajectórias são destruídas *independentemente* da precisão da descrição».

Tal instabilidade está relacionada com as interacções e com a «não integrabilidade de Poincaré» — aplicável quer à Dinâmica Clássica, quer à Mecânica Quântica.

É com esta orientação que Prigogine ataca simultaneamente várias classes de problemas de importância crítica. Uma delas é a dos problemas da Mecânica Clássica, onde o aparentemente simples problema de três corpos em interacção é não integrável; e onde se inscrevem contradições fundamentais com a irreversibilidade da maioria dos fenómenos, bem ilustrada pela Termodinâmica. Outra, é a constituída por problemas epistemológicos, teóricos e práticos da Mecânica Quântica, marcada pela relação entre a função de onda e a sua redução; entre amplitudes de probabilidade e probabilidades; entre descrições e resultados de medidas; entre os sistemas em estudo e o observador que os estuda e mede.

Prigogine (1996) propõe, com o seu programa, uma reconciliação entre Bohr e Einstein: mantém, e acentua mesmo, o carácter probabilístico da Mecânica Quântica, tão cara a Bohr; e ao mesmo tempo, de acordo com o desejo de Einstein, elimina dela a subjectividade não razoável ligada ao papel demasiado especial do observador e da medida. Prigogine reconhece que o observador e os aparelhos de medida interactuam com os sistemas, fazendo mesmo parte deles; mas salienta que a evolução dos sistemas não se limita a seguir as consequências das medições, quer na Mecânica Quântica quer na Mecânica Clássica. E assim, escreve Prigogine, a sua abordagem «restaura o senso comum» ao elucidar que:

- As leis não governam o mundo; mas isso não significa que ele seja regido pelo acaso;
- As leis físicas descrevem os eventos enquanto possíveis, sem os reduzir a consequências dedutíveis e previsíveis de leis deterministas.

Ao introduzir este Capítulo referi que, talvez mais importante do que os aspectos específicos aqui discutidos sobre Física, são as entrelinhas da apresentação e argumentação. Esta trata de uma visão da Física que se relaciona com visões do mundo e, em particular, do ensino e da aprendizagem. Visionemos em curta digressão.

Os actores físicos e sociais não são monotonamente estúpidos, nem se limitam a responder às nossas questões ou a corroborar ou refutar as nossas hipóteses. Se exceptuarmos situações relativamente raras, aqueles actores "vêem", auto-organizam-se, colocam os seus próprios problemas e as suas próprias questões, resistem a ser dominados. Os actores físicos e sociais não se caracterizam apenas por condições iniciais e leis determi-

nistas de evolução, têm também história. Não é possível conhecer as suas condições iniciais com rigor total e precisão infinita; mas do que isso, não basta conhecer as condições iniciais e as leis para saber o que foram tais actores, nem para saber o que eles são e como serão. As condições “iniciais” de um conjunto de actores podem ser as mesmas, tanto quanto nos é possível discriminá-las; podem também ser as mesmas as leis da sua evolução, tanto quanto nos é possível discriminá-las; e apesar disso as suas evoluções passadas podem ser diferentes entre si, e as suas evoluções futuras também. Os artefactos intelectuais dos diversos empreendimentos humanos colectivos — artefactos como os conceitos, modelos, teorias e métodos de empreendimentos como a Física e a Didáctica da Física — não são absolutos, nem se constituem como verdades absolutas ou certas, nem são mera imposição da lógica, nem são necessariamente deterministas. As suas potencialidades explicativas e interventivas, assim como os critérios para julgar sobre a sua adequação, não residem apenas no seu interior, não incidem apenas sobre a sua coerência formal, não podem restringir-se a situações idealizadas e simplificadas, residem também no seu exterior, incidem sobretudo sobre as suas relações com o mundo real, concreto, complexo, é neste ambiente natural que elas têm que existir. Os artefactos dos empreendimentos humanos colectivos não se sucedem linear ou hierarquicamente. Os progressos em tais empreendimentos não cabem em meras substituições de uns artefactos por outros. Frequentemente, coexistem e competem modelos e teorias diferentes, por vezes com contradições entre si. Há contextos e tempos históricos em que poderosos artefactos de empreendimentos humanos colectivos são de certo modo pouco inteligíveis e plausíveis: basta recordar como físicos de reputação mundial vêm a Mecânica Quântica. De um modo geral, os conceitos, modelos, teorias e procedimentos têm níveis de formulação e contextos de validade. Em particular, nenhum conceito pode ser definido sem especificar o contexto, os limites de validade e os modos de uso.

Os alunos não têm apenas condições iniciais, têm também história; a sua evolução não é necessariamente de tipo determinista, em geral é bem mais complexa; eles não devem ser tratados como meros respondedores, devem ser respeitados também como perguntadores; eles vêm por si próprios, têm o direito de seleccionar problemas, elaboram as suas próprias perguntas, evoluem sobretudo com base nas suas perguntas, auto-organizam o seu conhecimento; a evolução do seu conhecimento é caracterizada pela coexistência e competição de modelos e teorias diferentes, por vezes com contradições entre si; não é possível, de um modo abstracto, falar de condições iniciais, nem sequer dos conceitos científicos claros e distintos para que deveriam evoluir, partindo de tais condições iniciais.

Com estas digressões pela Epistemologia e pela História da Física, com os olhos na Educação, pretendi esboçar ventos de tempos que atravessam os espaços dos empreendimentos humanos, nomeadamente as Ciências e o seu ensino e aprendizagem. Ventos do ar do tempo, ventos que nos movem mesmo que não queiramos, mas que nos movem melhor e mais se quisermos e deixarmos. Ar que respiramos, alimentos do espírito, abramos as janelas ao seu ventar.

V. EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO E SUA APRENDIZAGEM: CONSTRUTIVISMO E ECOLOGIA CONCEPTUAL

1. Dinâmicas ilustrações

As ilustrações aqui apresentadas centram-se no domínio da Dinâmica.³

A primeira ilustração envolve conceitos como estados, processos, forças e quantidade de movimento (ou momento linear).

Lemeignam & Weil-Barais (1988), a propósito do ensino e aprendizagem das colisões, realçam que os alunos envolvidos nas suas investigações têm uma forte tendência para desviar a sua atenção para aquilo que acontece durante a colisão, em vez de se concentrarem nos estados que caracterizam o sistema antes e depois da colisão. Os autores consideram que estes estados constituem o essencial e que se deve focar a conservação da quantidade de movimento; mas os seus alunos preferem tentar compreender o processo de colisão, preferem pensar que enquanto os objectos estão em colisão há forças, preferem pensar nestas forças como uma interacção, tendo dificuldades na abordagem proposta pelos autores. Seis anos mais tarde, Lemeignam & Weil-Barais (1994) continuam a relatar as mesmas dificuldades e as mesmas preferências dos seus alunos, e a defender a abordagem centrada nos estados inicial e final.

Na minha prática (Silva 1997), confirmei que os alunos têm as dificuldades e as preferências referidas por aqueles autores. No entanto, as interpretações e as propostas que faço são diferentes.

Considero que os alunos têm razão nas suas preferências e que devemos ajudá-los a compreender aquilo que eles querem compreender: o processo de interacção que ocorre durante uma colisão. Considero que é necessário tratar aspectos sobre elasticidade e energia potencial elástica; interpretar a elasticidade e energia potencial elástica em termos de interacções microscópicas entre cargas eléctricas; envolver a energia cinética nas discussões; tratar as relações entre força e quantidade de movimento e entre força e energia cinética; discutir ordens de grandeza dos tempos e dos deslocamentos espaciais envolvidos em processos de colisão. Tudo isto pode ser feito com profundidade adequada sem formalismos demasiado complexos, de um modo semi-quantitativo e com relativa simplicidade. E não é possível compreender uma colisão sem discutir tudo isto. É claro que é necessário relacionar força com quantidade de movimento, como já referi, e aliás é precisamente disso que trata a 2^a lei de Newton: $\vec{F} = d\vec{P}/dt$; $\vec{F} = m \vec{a}$ (força = derivada em ordem ao tempo da quantidade de movimento = massa x aceleração). É também claro que a abordagem em termos de estados e de conservação da quantidade de movimento é igualmente necessária. Devem abordar-se as colisões do modo que for mais significativo para os alunos.

O construtivismo passa por aqui.

Lemeignam & Weil-Barais referem também que os alunos tendem a afirmar que "um corpo passa a sua força para outro". Confirmei na minha prática. Mas aquela afirmação só reforça a necessidade de aprofundar em

que consiste o processo de colisão e o que se pode dizer que "passa de um corpo para outro". Os alunos intuem, *e bem*, que há um processo de interacção. E se dizem que "um corpo passa a sua força para outro" é porque sentem a necessidade, *e ainda bem*, de exprimir que "algo" passa de um corpo para outro. Ora, é admissível dizer-se numa primeira aproximação que *há uma quantidade de movimento que "passa" de um corpo para o outro*. Mas os alunos, na sua generalidade, não usam espontaneamente a designação quantidade de movimento, ou momento linear; não têm o hábito de usar tais designações no dia-a-dia; a quantidade de movimento e a sua conservação ou não conservação constituem matérias que apresentam dificuldades para eles.

Considero que: os alunos intuem e sabem que durante uma colisão *algo* tem que "passar" de um corpo para outro, pois vêem claramente que a velocidade de um corpo diminui e a do outro aumenta; a palavra força é aquela que na linguagem corrente se usa a propósito de interacções mecânicas; e, assim, quando os alunos querem referir aquele *algo*, fazem-no usando a palavra corrente, força, e não palavras menos correntes, de conotação mais académica e de sentido mais abstracto, como quantidade de movimento ou momento linear.

Estamos pois perante problemas complexos que atravessam a Física, a Didáctica da Física e a vida quotidiana, e que têm a ver com o uso de vários conceitos; e com a sua *representação simbólica*, nomeadamente linguística e matemática.

Também verifiquei na minha prática que a ideia "força proporcional a velocidade" emerge muito frequentemente, mesmo em alunos universitários. Será tal ideia mesmo incorrecta? necessariamente? em que sentido? Escreve Park (1989): se o propósito da Ciéncia é explicar o que acontece e sugerir o que fazer para atingir um resultado, então, enquanto não precisarmos de números, a teoria aristotélica pode ser mais útil do que a Física newtoniana. De facto, se eu correr com mais esforço ou exercer mais força numa bicicleta, o resultado esperado e obtido consiste em que pouco depois estou de novo a mover-me com velocidade constante... mas mais depressa — daí... "força produz velocidade". Isto é: se nos restringirmos ao contexto semântico em que *força* significa *força motora*, os alunos têm razão.

Joshua & Dupin (1989), referindo-se ao estudo de circuitos eléctricos, consideram mesmo que a ideia "força proporcional à velocidade" é extremamente potente e correcta. Mais: os autores assumem mesmo que têm necessidade de usar essa ideia no seu estudo de investigação e intervenção, e usam-na. Tal opção é polémica e merece ser aprofundada (Silva, 1999). Os próprios autores assumem explicitamente que tal opção não é isenta de riscos, pelo facto de poder dificultar uma melhor compreensão por parte dos alunos do que é uma força, e nomeadamente por poder dificultar a compreensão da ideia "força proporcional à aceleração". Mas assumem esses riscos, pois consideram que isso é necessário no contexto específico envolvido, o estudo dos circuitos eléctricos. Isto ilustra bem que, mais do que serem certos ou errados, os conceitos são caracterizados por níveis de formulação, tipos de representação simbólica, contextos de validade e modos de utilização.

E quanto a Aristóteles? Em geral, conta-se que ele disse que "a força é proporcional à velocidade". Mas, de facto, não disse. Como elucida Rosmurduc (1987), a tradução literal da palavra usada por Aristóteles na frase equivalente àquela é *motor*, e não *força*. E assim, para sermos justos, devemos dizer que Aristóteles disse algo como: *a força motora é proporcional à velocidade*. E disse bem, mesmo à luz dos conhecimentos de hoje.

Assim, juízos "clássicos" sobre a "*incorrecta concepção aristotélica*" que consiste em considerar que "a força é proporcional à velocidade" são em muitos casos injustos e não rigorosos, quer quando aplicados a Aristóteles,

quer quando aplicados aos nossos alunos. Tais juízos inscrevem-se em reconstruções semânticas e simbólicas efectuadas à luz de quadros conceptuais distintos daqueles a que se reporta aquilo sobre o que se ajuíza. No caso em apreço, trata-se de reconstruções que tendem a transformar aquilo que no fundo é uma ideia correcta — a força motora é proporcional à velocidade — numa concepção alternativa e incorrecta que deve ser mudada. Em vez disso, prefiro enfatizar que aquela ideia foi historicamente ultrapassada por outras mais potentes, com maior poder explicativo e interventivo, e que estas outras incluem aquela como um caso particular a ter em conta, demasiado particular para servir fins de inteligibilidade e progresso correntes noutros tempos e contextos.

Mais: enfatizo também que isso mesmo deve ser dito e explicado aos alunos, pois mais uma vez trata-se de algo que em princípio eles não podem adivinhar por si sóis. Trata-se de uma ênfase de importância crítica. Como defende Arons (1990), temos que fazer algo que é crucial para uma compreensão genuína por parte dos alunos, mas que raramente é feito: temos que os informar de que ao longo da História ocorreu uma mudança semântica entre a *força motora* e a *força newtoniana*; temos que os informar de que, a rigor, em vez de usarmos em ambos os casos a palavra *força*, como é usual, deveríamos usar duas palavras diferentes, uma para cada significado.

E quanto ao conceito newtoniano “a força é proporcional à aceleração”? Escreve Park (1989): as três leis de Newton, como habitualmente são hoje formuladas, não constituem traduções directas do que Newton escreveu nos *Principia*; na sua formulação da segunda lei, Newton utiliza a palavra *vis*, habitualmente traduzida por *força*, para designar *impulso*; ao demonstrar a lei das áreas de Kepler, utiliza a palavra *impulsus* para denotar aquilo que previamente tinha designado por *vis*; em passagem alguma utiliza a palavra *aceleração*; exprime a segunda lei dizendo que o *vis* muda a quantidade de movimento; a primeira formulação minuciosa daquilo que habitualmente designamos como a segunda lei de Newton, $F = m a$, foi estabelecida por Euler, sessenta e três anos e um evo de Matemática depois dos *Principia*. Atente-se ainda em que, desde Copérnico até Hamilton — passando por Galileu, Kepler, Hook, Newton e Lagrange — a construção do edifício da Dinâmica clássica demorou qualquer coisa como 300 anos!

É pois altamente problemático falar do conceito newtoniano de força, segundo o qual “a força é proporcional à aceleração”.

Mas tratar-se-á apenas de problemas de natureza linguístico-simbólica, relacionados com o facto de Newton não ter usado as palavras *força* e *aceleração*?

Não propriamente. O problema fundamental é este: Newton não definiu, de todo, um conceito de força. Nem Newton, nem quem veio depois... e até hoje! Escrevem Feynman et al (1966, Vol. I): «se insistirem numa definição precisa de força, nunca a obterão!».

Mas então, o que propôs Newton com as suas leis da Dinâmica, e em particular com a que hoje escrevemos como $f = ma$? O que Newton propôs foi um programa de investigação. E não foi pouco: tratou-se de um programa de investigação com um valor heurístico formidável, que dotou a Física, e toda a Ciência, e também a Filosofia e outros saberes, de um espantoso vigor, que propiciou ferramentas explicativas e interventivas de extraordinária potência. Porquê um programa de investigação? Elucido a seguir.

O programa de Newton, fundamentalmente, consistiu nesta proposta: “considerem o produto ma , porque ele é interessante e heuristicamente útil”. É claro que, em tal programa, o f que aparece na expressão $f = ma$

tinha que ser considerado como tendo algumas propriedades independentes de ma . E, sendo assim, colocar o sinal “=” entre os dois termos da expressão, era algo de inovador, era algo que não estava contido, nem no f , nem no ma . Portanto, a segunda lei de Newton aponta estas vias: o produto ma é heuristicamente útil; devem ser procuradas expressões para f que possam colocar-se na expressão $f = ma$, isto é, expressões de f tais que a expressão $f = ma$ conduza a resultados e previsões de acordo com a experiência; se o conseguirem, contribuirão para o progresso do conhecimento. E, portanto, a lei $f = ma$ é uma lei incompleta. Não só não define força, como a rigor nada diz se, *independentemente* dela, não forem encontradas boas expressões para f .

Mesmo as três leis do movimento de Newton, em conjunto, são incompletas. Newton sabia isso bem, pelo que não se limitou a propor aquelas três leis: propôs uma outra, a lei da Gravitação Universal. Sem este exemplo de força, as três leis do movimento não teriam qualquer tipo de significado.

Newton tornou bem claro que o programa de investigação que propunha se baseava na procura de características e de formulações matemáticas de outras forças, para além da gravítica. Aliás, ele elaborou a lei da Gravitação Universal quando procurava no céu... forças *particulares*, “forças químicas” de que necessitava para os seus trabalhos em Alquimia (Prigogine & Stengers 1986). Newton deixou bem explícito que haveria certamente outras “forças” — tendo referido a “magnética”, a “eléctrica” e a “óptica” — e expressou claramente que era necessário prosseguir estudando as suas características (Kitaigorodsky, 1977). Foi no entanto necessário que decorressem cem anos desde que Newton nos dotou de um exemplo de força, a gravítica, até que Coulomb nos dotasse de outro, a electrostática.

Assim, quanto ao *conceito newtoniano de força, segundo o qual “a força é proporcional à aceleração”*, enfatizo dois aspectos: para uma boa compreensão do que está em jogo, é preferível falar de *programa*, em vez de *conceito*; a segunda lei de Newton é destituída de significado sem uma elucidação *independente* sobre *forças e suas características*.

Ora, estas ênfases têm incidências didácticas cruciais, que passam por alunos e professores e que têm nomeadamente a ver com modos de seleccionar e organizar conteúdos disciplinares, aspectos metodológicos dos processos de ensino e aprendizagem, e também aspectos epistemológicos e históricos da Física como empreendimento humano.

Algumas dessas incidências estão bem explícitas logo no índice de um mundialmente conhecido livro de Feynman *et al* (1966, Vol. I). Atente-se na *ordem* com que são sequenciados os seguintes capítulos daquele livro: átomos; uma visão global de vários ramos da Física; relações da Física com outras Ciências; energia e sua conservação; teoria da gravitação; movimento; leis de Newton da Dinâmica; quantidade de movimento e sua conservação; vectores; características de forças; trabalho e energia potencial. Façamos um *zoom* no capítulo sobre características de forças: os autores escrevem que uma verdadeira compreensão das leis de Newton exige uma elucidação sobre tipos de forças; e prosseguem com discussões sobre forças de atrito, moleculares, electrostáticas, gravíticas, nucleares e pseudo-forças ou forças de inércia (Silva, 1994; Silva, 1998).

Aprender sobre força não é independente de aprender sobre potencial, energia potencial e quantidade de movimento. Sem compreensões aceitáveis sobre energia e quantidade e movimento, não pode haver compreensões aceitáveis sobre força, e vice-versa.

As compreensões sobre diferença de *potencial / diferença de potencial* e sobre *energia potencial / diferença de energia potencial* estão tanto na Dinâmica como na Hidrostática, na Electrostática e nos Circuitos Eléctricos.

É necessário fazer cooperar interpretações a nível macroscópico e microscópico.

As forças de atrito são de origem electromagnética. A elasticidade também.

Numa colisão entre dois corpos, eles deformam-se, com passagem de energia cinética a potencial elástica, e se o choque for perfeitamente elástico os corpos recuperam a forma inicial, com passagem de energia potencial elástica a cinética, mantendo-se esta. Não é possível um entendimento mínimo destes eventos sem referir a constituição microscópica da matéria e as interacções entre as suas cargas eléctricas.

O mesmo se passa com a situação estática de um livro em cima de uma mesa: ele só pode lá estar, só não fura a mesa, nem se dissolve nela, nem a mesa em princípio parte, porque há forças entre as moléculas da mesa e entre as moléculas do livro, assim como entre as moléculas do livro e da mesa. Além disso, o equilíbrio só pode existir porque quer a mesa quer o livro se deformaram.

Não é necessário entrar em detalhes da Mecânica Quântica para conseguir explicações muito simples e adequadas. Se um aluno pode estudar aspectos sobre a constituição microscópica da matéria noutras âmbitos, se pode estudar reacções químicas, pode certamente compreender o essencial do acima dito. Não é possível entender a Dinâmica sem falar em várias forças, no mínimo duas: a gravítica e a electromagnética. Se relacionarmos a Mecânica com o Electromagnetismo e a Física com a Química, os alunos aprenderão melhor tudo isso.

Há aspectos de uns tópicos que só se percebem aceitavelmente depois de se perceberem minimamente aspectos de outros, em ligações dialécticas, complexas, sem fim, permanentes, evolutivas. Um conceito só pode ser razoavelmente compreendido se for usado em muitos contextos e em tempos diferentes. Não se pode aprender tudo sobre todas as coisas ao mesmo tempo; mas também não se pode aprender tudo sobre uma coisa separadamente. Os alunos aprendem sempre, mesmo sobre o que já estudaram. Na base de tudo isto estão os contextos e as relações, mais do que pedaços de conhecimento isolados; estão relações complexas e em rede, mais do que sequências e hierarquias artificiais.

E isto não apenas se mantém, como ganha mais importância, se aprofundarmos um pouco o nosso pensamento sobre os saberes da Física. Compreender $f = ma$ requer também alguma compreensão do que é m . Qual m ? A massa gravitacional? A massa inercial? Serão elas mesmo equivalentes, como se admite actualmente? E o que é a inércia? A resposta de Feynman et al (1969) é clara: é algo que tem um nome mas que ninguém sabe explicar.

Poderemos explicar o que é a massa a partir da energia? Aparentemente sim, pois sabemos desde Einstein que $E = mc^2$ e que, portanto, energia e massa são conceitos equivalentes: são essencialmente a mesma grandeza, diferindo apenas por um factor constante, c^2 . Assim, em vez de dizermos que a gravidade é criada pela massa, podemos dizer que ela é criada pela energia (Feynman 1989). Mas... o que é a energia? A resposta de Feynman et al (1969) é clara: na Física de hoje, não temos conhecimento algum sobre o que é a energia.

A Dinâmica Clássica pode ser mais bem compreendida no seu significado, no seu poder e nas suas limitações, por meio do estudo da Termodinâmica, da Relatividade e da Mecânica Quântica.

Os alunos aprendem sempre, mesmo sobre o que já estudaram. E os professores? Por mim falo: ensino Física no Ensino Superior desde há mais de trinta anos; e no entanto continuo a aprender sobre o que é uma força. Mas não se trata de um caso individual ou raro. Escreve Hood (1992, 1995): os professores de Física aprendem a segunda lei de Newton de um modo cada vez mais claro, à medida que vão ensinando e estudando; seria caso para ficarmos surpreendidos se a maioria dos professores não tivesse algo a aprender com um livro como o de Arons (1990); os professores não deveriam esperar que os seus alunos sejam mais eficientes do que eles próprios. Por mim falo de novo: ainda recentemente consultei o livro de Arons, e aprendi. E, já agora, dele cito: «Ainda não vi um texto de física não analítica de nível superior que apresente uma apresentação operacional sólida, não circular, da sequência de Newton».

Escreve Perrenoud (2001):

- É necessário agir sobre a formação inicial dos professores, não só na sua formação pedagógica e didáctica, mas também na sua formação científica, filosófica, epistemológica.
- Na formação contínua, é necessário trabalhar a história das disciplinas e a sua ligação com o saber, as práticas sociais e as competências. Urge uma interrogação sobre a relação dos professores com o saber e a «suave esquizofrenia» em que muitos deles se encontram instalados. A sua própria formação e experiência de vida desmentem o valor absoluto que atribuem aos “saberes puros”; e não se apercebem de que ensinam uma ideologia do saber que não praticam. Este é o maior desafio da formação.

Alguns dos aspectos em jogo no acima discutido, e que atravessam aspectos como ensino, aprendizagem, evolução conceptual na aprendizagem e evolução conceptual na produção do conhecimento, estão também relacionados com modos de ver a Física como empreendimento humano colectivo.

Em particular, podemos falar de duas visões extremas sobre o modo como se organizam os saberes da Física: ou de um modo hierárquico; ou de um modo mais complexamente relacional. Cada uma destas visões influencia fortemente, e de maneiras distintas, os modos de organizar, praticar e teorizar os currículos e os processos de ensino e aprendizagem. Feynman refere dois métodos para produzir conhecimento: o «euclidiano, ou grego»; e o «babilónico». No primeiro, a ênfase reside na dedução de teoremas a partir de axiomas; no segundo, enfatiza-se o particular para obter o geral, constroem-se e reconstruam-se estruturas cada vez mais complexas, e tudo isto sem dar importância especial às estruturas de que se partiu, que não são nem inquestionáveis nem necessariamente mais gerais do que aquelas que vamos elaborando. Feynman considera que a melhor maneira de progredir não consiste em ir decidindo quais são em cada momento os melhores axiomas, e defende claramente a outra opção: «em Física, necessitamos do método babilónico, não do método euclidiano, ou grego».

A Física não é intrinsecamente hierárquica, axiomática e lógica, não cabe nesses limites, é mais complexamente relacional, constrói do particular para o geral e do geral para o particular, mantém artefactos intelectuais de níveis semelhantes e diferentes em competição e em cooperação, evolui sem fim e adaptando-se sempre. Esta visão é no essencial aplicável aos processos de ensino e aprendizagem da Física.

O que está em jogo é aquilo que Porlán (1993) considera *um problema epistemológico e de aprendizagem central: o da evolução conceptual*.

2. Construtivismo e Ecologia Conceptual

Com Toulmin (1977), começemos com o conceito de... conceito:

Para fazermos adequada justiça à *complexidade* dos conceitos científicos, devemos distinguir três aspectos, ou elementos, relativos ao uso de tais conceitos: nomeadamente, (i) a *linguagem*, (ii) as técnicas de representação e (iii) os procedimentos de aplicação da ciência.

Pela importância chave destes aspectos, parafraseio:

- Um Conceito tem representação simbólica a dois níveis:
 - Linguagem natural;
 - Outros simbolismos, como equações e outros formalismos matemáticos, representações gráficas, taxinomia, programas de computador.
- Um Conceito só tem uma genuína utilidade explicativa se estiver associado a procedimentos de aplicação específicos e contextualizados.

A evolução de um Conceito — nas comunidades científicas e nas aprendizagens — tem pois a ver com: aspectos linguísticos; formalismos matemáticos e similares; procedimentos de aplicação. Num dado momento histórico, num certo contexto de produção científica ou de aprendizagem, um processo particular de evolução num Conceito pode ter a ver com apenas uma daquelas três componentes, ou com uma qualquer combinação delas. Toulmin elucida isto muito claramente, ilustrando com o Conceito de *energia* e sua evolução histórica. Uma outra ilustração é a apresentada no subcapítulo anterior sobre o Conceito de *força*.

Usar um Conceito exige conhecimento conceptual, mas também competências: saberes a nível de representação linguística e outras; aptidão para definir âmbitos e limites de aplicação; capacidade de uso, teste e experimentação. Aprender um Conceito é um processo longo e complexo que envolve várias componentes, uso em contextos diversificados e refinamentos sucessivos. Toulmin propõe um epígrama: um Conceito é uma micro-instituição intelectual, e a aprendizagem de um Conceito é comparável à iniciação numa instituição social.

Tudo isto diz respeito menos a critérios lógico-formais ou a verdades certas; e mais a poder explicativo, âmbito, contexto, interacção social, negociação, adequação, rigor e evolução. As palavras seguintes, também de Toulmin, esclarecem estes aspectos: são os procedimentos e as técnicas de uma disciplina científica que formam os seus aspectos comunitários — e aprendíveis — e que, no fundo, definem o conjunto representativo de conceitos que constituem a transmissão colectiva da ciência; os conceitos colectivos de toda a ciência natural derivam o seu significado do uso que os cientistas fazem deles nas suas actividades explicativas; em ciência, o significado mostra-se pelo carácter de um procedimento explicativo; e a verdade, pelo êxito dos homens em encontrar aplicações para esse procedimento.

A evolução de um Conceito é um processo psicossocial numa hélice sem fim. Jerome Bruner, bem conhecido pela sua *espiral de aprendizagem*, sublinha que o *significado* depende, criticamente, da capacidade humana para interiorizar uma *linguagem* e para *usar* o seu sistema de signos (Bruner, 1997). Desde o subcapítulo anterior estou a exprimir uma visão *construtivista* da produção do saber e da sua aprendizagem.

Vamos aprofundar o tema. Começo por apresentar uma visão geral.

O que caracteriza o essencial do construtivismo é a seguinte afirmação: o conhecimento humano é construído. Parafraseando: o conhecimento humano é uma construção humana. Isto significa que o nosso conhecimento não é encontrado, não é descoberto. Não está já aí prontinho debaixo de uma pedra à espera que alguém levante a pedra e o encontre, descubra. Não está feito e pronto a usar debaixo de uma pedra, nem ao dobrar de uma esquina, nem na lamela de um microscópio, nem em recônditos meandros matemáticos. Nem, tanto quanto se sabe, noutro planeta ou em distante galáxia ou em qualquer negro buraco que só falta iluminar. O conhecimento humano não está inscrito na Natureza. Somos nós que o escrevemos. Não é absoluto nem estático nem intemporal. É relativo: é apenas — e isso é muito! — o melhor que em cada contexto e em cada tempo conseguimos criar, construir, conjecturar, usar — e testar e questionar para conseguir melhor.

Esta visão filosófica do conhecimento aplica-se à sua produção por comunidades profissionais e também à sua aprendizagem. O primeiro mundo relaciona-se estreitamente com comunidades profissionais e com a Epistemologia; e o segundo mundo mais com a Psicologia.

É claro que há vertentes psico-cognitivas na produção de conhecimento. E a sua aprendizagem tem características de natureza epistemológica, pois envolve procedimentos de crítica, apreciação contextual, validação e apropriação — pelo que se fala por vezes de epistemologia pessoal.

Com a sua "epistemologia genética", Piaget tratou precisamente da relação entre os dois mundos: tentou compreender a "génese" do conhecimento científico — como é criado, como evolui historicamente — por intermédio do estudo da evolução das aprendizagens em indivíduos, no caso crianças com quem ao longo de anos trabalhou, particularmente tratando tópicos de Física.

O construtivismo aplica-se à sua produção por comunidades profissionais e também à sua aprendizagem, mas estes dois mundos são distintos. Dizer que um indivíduo constrói o seu próprio conhecimento, não significa que ele reinvente por si o que foi elaborado pelos seus coevos e por ancestrais gerações e gerações.

Não vejo nem antevejo criancinhas de banheiras saindo nuas para nas ruas gritar *Heureka!* no ar brandindo a cueca ou cheias de estaleca clamar fremindo *Heureca!* dos olhos limpando sabão e rindo, "Descobri, o Universo está em contracção, eu vi!".

Dizer que um indivíduo, criança ou adulto, constrói o seu próprio conhecimento, significa que só ele pode edificar a sua cognição. No seu próprio edifício de saber, e iluminando caminhos com luzes por ele emitidas, vê e assimila e acomoda novos agregados de conhecimento que fazem e refazem fundações e vigas e pilares e coberturas e janelas. Num todo com imperfeições e inacabamentos, mas que é um todo. Mesmo coisas só decoradas têm que estar ancoradas. Mesmo quartos ainda escuros e periclitando na estrutura, estão a esta ligados. O edifício é um todo que tem o significado e a coerência que qualquer casa tem que ter, mesmo que em construção. É relevante mas não aqui, se o edifício é feito de tijolos, neurónios ou afectos, nem se ele está no cérebro ou também no coração e no estômago. Aqui relevo que não podemos pegar em edifícios e

metê-los na cabeça ou coração ou estômago de quem aprende. Aqui relevo que só o próprio indivíduo, intelligentemente, volitivamente, continuamente, pode cognoscer tal cognitiva e afectiva construção, tal edifício que para ele faz sentido e que dentro dele se acomoda, um edifício dentro do qual ele se sente bem a viver. Um ente edifício-indivíduo que é um só ente. E um ente único, com impressão digital, diferente de todos os outros existentes ou vindouros, singular e irrepetível.

Só ele pode fazê-lo mas, só, não conseguirá fazê-lo.

Os humanos são seres sociais. A aprendizagem requer orientação, ajuda, educação, ensino. Desde o berço à adultez e durante ela, na infância, escolaridade básica, doutoramento, pós-doutoramento, profissão, precisamos de interacções e tutores. E o mundo da produção do conhecimento é também intrinsecamente social. A C&T tem uma natureza social. Baseia-se no legado das gerações precedentes. Evolui em foros de comunidades profissionais. Procura respostas para perguntas e soluções para problemas que, além de profissionais, são também por outras vias sociais: anseios colectivos, necessidades sociais que é necessário colmatar, financiamento, comunicação social, aspectos sociopolíticos, ... Além disso, a C&T constitui um património para as gerações futuras. Recessando à aprendizagem e à sua natureza social: desde o nascimento e ao longo de toda a vida, os indivíduos aprendem interactuando com brinquedos e jogos, livros, pais, amigos, professores; e usam a linguagem natural e outras linguagens socialmente estabelecidas para pensar e comunicar.

A designação *social-construtivismo* enfatiza o papel das interacções sociais — na evolução do conhecimento e, especialmente, no mundo do seu ensino e aprendizagem, onde é especialmente fácil esquecê-las.

Quer na produção do conhecimento quer na sua aprendizagem há, em cruzados relacionamentos multidimensionais: objectos, eventos e fenómenos aos quais prestamos atenção; questões, problemas e conjecturas; campos conceptuais, modelos, teorias e visões do mundo; tarefas a realizar e métodos e procedimentos a usar; conhecimentos, saberes produzidos ou aprendidos; atitudes, capacidades e competências que evoluem; respostas a questões, soluções para problemas e corroboração ou refutação de conjecturas, com um certo grau de completude, sucesso, poder e valor; deliberações éticas; decisões a tomar e acções a realizar.

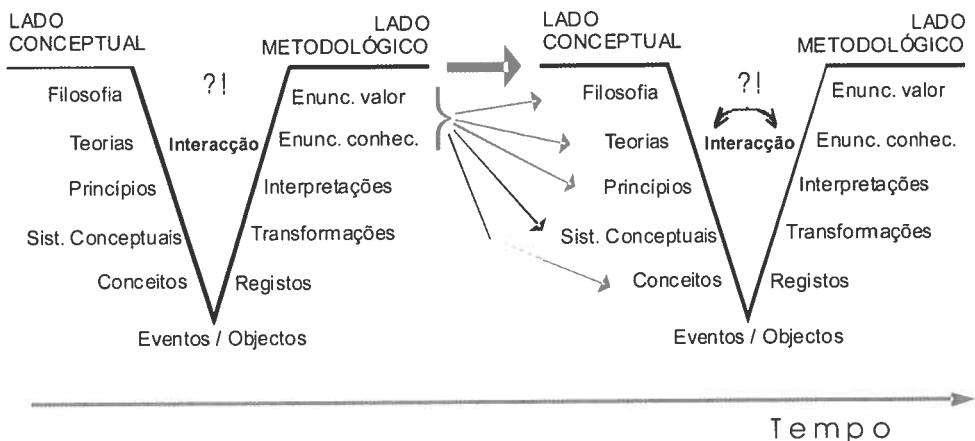
O construtivismo assume a evolução: o mundo conceptual e metodológico evolui numa hélice sem fim, essencialmente contínua mas com esparsas rupturas, e isto quer na produção do conhecimento quer na sua aprendizagem.

Construtivismo não é relativismo. Mas assume que o mundo conceptual e metodológico tem níveis de formulação e contextos de validade; e que, num indivíduo ou numa comunidade profissional, podem coexistir construções intelectuais com zonas de conflito, incongruência e mesmo antagonismo, mas que são os melhores disponíveis no momento.

Construtivismo não é empirismo nem racionalismo: sintetiza-os e transcende-os.

O resumo acabado de apresentar configura uma visão, uma variante, do construtivismo. Mas, no essencial, resume algo bem estabelecido desde há mais de quarenta anos pela Filosofia das Ciências, pela História das Ciências, pela Psicologia e pela Educação.

Vamos aprofundar e esquematizar a visão construtivista em apreço com o *Vé de Gowin* (Novak & Gowin 1984), também designado como *Vé epistemológico*.



Vê de Gowin. Na figura representam-se dois Vês, para explicitar uma articulação temporal.

Estão abreviadas as designações: Enunciações de valor; Enunciações de conhecimento.
Os pontos “?!” simbolizam a Questão, o Problema ou a Conjectura que está em apreço.

O Vê de Gowin é um esquema aplicável a dois universos distintos:

- ✓ Produção do conhecimento.
- ✓ Aprendizagem.

O primeiro universo é do âmbito da cognição de comunidades profissionais, do conhecimento transmitido geracionalmente, da Epistemologia. O segundo é do âmbito da cognição pessoal, da Psicologia / Psicosociologia — ou, como também é habitual dizer-se, da “epistemologia pessoal”. Poderá ser útil recordar a Epistemologia Genética de Piaget, referida a páginas 43.

O Vê de Gowin é constituído por:

- ✓ Os Eventos, Fenómenos ou Objectos seleccionados para estudo. Tal selecção é efectuada à luz do lado conceptual do Vê. Conforme as “lentes conceptuais” com que estamos a observar o mundo, podemos ou não dar conta de que ocorre um dado fenómeno: um ruído de fundo, uma separação de cores, um micro-organismo que passou ao lado do que estamos a observar ao microscópio, um comportamento de agentes financeiros, um comportamento de um aluno, ... E, se dermos por ele, podemos ou não considerá-lo como interessante, como merecendo que nos debrucemos sobre ele. O mesmo se aplica a um objecto: um fóssil, um cristal, uma escola, um aluno, ... Podemos passar por ele sem o termos “visto com olhos de ver”; ou podemos não o ver mesmo porque não o procurámos.

Parafraseando uma célebre frase do físico e filósofo Mário Bunge (Porlán, 1993):
OS DADOS NÃO SÃO DADOS, SÃO PROCURADOS.

- ✓ Os Problemas ou Questões que nos mobilizam. Estes são sentidos, construídos, elaborados, também à luz do lado conceptual — tendo em vista os Eventos / Objectos a estudar.
- ✓ As Questões são formulações do tipo: por que ocorre este evento? como se pode explicar a coexistência disto com aquilo? que micro-organismo é este? será cristalina esta amostra? por que há mais ou menos certas ocorrências nesta escola do que noutras? o que influencia os engarrafamentos nesta

estrada? que variáveis são importantes e que medidas serão convenientes para atingir determinado objectivo que já decidi que quero atingir? o que se passa com este aluno? que estou eu a aprender com isto nestas aulas? o que gostaria de aprender? porque será que...?

‘Fizeste boas perguntas hoje, Isaac? Quando um entrevistador pediu a Isaac Rabi, distinto físico do século XX, que interpretasse as razões do seu sucesso, ele replicou com a pergunta anterior — a saudação diária com que a mãe o recebia ao regressar da escola (Penzias, 1989).

‘Estudantes de Física: eis-vos com grossos tomos, milhares de páginas de respostas. Mas saberão quais são as perguntas? Wolff, em (Beaufils, 1991).

Os Problemas são formulações do tipo: Existe uma constrição que dificulta atingir determinado objectivo; as travessias neste rio não são suficientes e é necessário melhorá-las ou construir outras; estas linhas de caminho de ferro estão saturadas e o trânsito é lento, pelo que tem que se construir outras, convencionais ou de grande velocidade; há numa determinada zona uma vaga de assaltos; há numa determinada zona uma degradação social; é necessário diminuir a poluição numa cidade, numa região, no planeta; esta escola, esta turma, este aluno, revelam que há problemas que têm que ser abordados; este modelo de transição de fase ou de mudança de estado não funciona nesta zona de temperatura ou de pressão; esta teoria está em contradição com aquela; esta decisão política está em desacordo com o modo como desejo o mundo e sua evolução e talvez seja possível um melhor compromisso.

Um lado conceptual, que abrange: conceitos, campos conceptuais, sistemas conceptuais, modelos, construções teóricas de alto nível, preferências éticas, fundamentações filosóficas, visões gerais do mundo.

Um lado metodológico e de prática de trabalho, que abrange: trabalhos em laboratório e no terreno; métodos de trabalho, instrumentos, observação, registo e tratamentos de dados; argumentação; conhecimentos produzidos, nomeadamente respostas a Questões e soluções para Problemas; valorização dos conhecimentos produzidos; atitudes, valores, opções, decisões.

Interacções entre os lados conceptual e metodológico, em vaivém continuado, em continuado ziguezague, ora subindo ora descendo: os conceitos dão significado aos dados e registos; estes e suas transformações dependem de Princípios e Teorias; estas contribuem para formular ou reformular as Questões / Problemas; estes são respondidos / resolvidos com conhecimentos produzidos, Enunciações de conhecimento; as visões do mundo influenciam as Enunciações de conhecimento e de valor; ...

Uma componente que não está explícita mas que se subentende: os actos, a práxis.⁴ Isto é, o que se faz com os conhecimentos produzidos e valorizados, o que se faz com as respostas conseguidas para as Questões ou as soluções engendradas para os Problemas. Tal pode abranger nomeadamente: escrever um artigo, intervir num determinado meio social, construir uma ponte num certo sítio, atribuir uma classificação a um aluno.

Uma componente que se subentende em cada Vê de per si e que na Figura se explicita com a sequência de Vês em articulação temporal.

A sequência de Vês representa uma visão construtivista. Cada Vê aponta para eventos e objectos, mas explicita que os vemos à luz do que sabemos e do que desejamos. O Vê nasce em nós próprios. Temos que mobilizar competências e valores nas reinterpretações que fazemos do mundo. Os nossos saberes e crenças são construídos e reconstruídos num processo sem fim. Construtivista:

‘Não estritamente empirista. Não se trata de ir ao mundo buscar as verdades feitas, de levantar uma

pedra e encontrar uma lei da natureza. Não se trata de deduzir ou induzir leis simplesmente pela observação e acumulação de factos objectivos. Os próprios eventos / objectos são vistos à luz de construções intelectuais. Não se passa directamente dos eventos / objectos para as Enunciações de conhecimento. As construções intelectuais são construções humanas, são racionalmente construídas.

‘ Não estritamente racionalista. Não se passa directamente do lado esquerdo do Vê para o lado direito: é necessário passar pelos eventos / objectos. Não se deduzem leis verdadeiras e certas simplesmente a partir do que sabemos. Não há verdades claras e distintas construídas de modo puro, racional, sem sujar as mãos no mundo, na vida. A racionalidade desempenha um papel chave, mas só é racionalidade mesmo se mantiver a sua ligação ao mundo, à vida. Os modelos, teorias e leis da Física, Biologia, Economia, Linguística, Matemática, Astronomia, ... são verdades, são construídas racionalmente, mas são verdades provisórias e contextuais. Em cada caso e em cada momento, os melhores são os que provarem que o são, na sua interacção com o que os rodeia, na crítica dos pares e na vida vivida no mundo de que fazemos parte.

‘ *Construtivista*. Partimos sempre de saberes prévios, até de crenças prévias, de Questões a que se quer responder ou de Problemas que se quer resolver relativamente a aspectos do mundo. Temos sempre intencionalidade, envolvimento, motivação. Há teleologia: somos orientados por finalidades e desejos. Os saberes evoluem reconstruindo-se, amplificando-se, diminuindo a extensão de zonas de saberes não sabidos, de interrogações e perplexidades, de dificuldades e necessidades teóricas e práticas por resolver. E, virtualmente sempre, desembocamos em novos olhares sobre novos eventos / objectos, novos não-saberes, novas questões, novos problemas.

O Vê de Gowin é intrinsecamente epistemológico... mas também ético! As Enunciações de valor são enunciações éticas:

- ‘ Para que serve este conhecimento para mim?; e para a comunidade, profissional ou outra, em que estou inserido?
- ‘ Qual o seu poder explicativo?
- ‘ Qual o seu potencial intervventivo?
- ‘ Qual a sua originalidade?
- ‘ Há valores em contradição nas Enunciações? Há contradições de valores entre as Enunciações e a comunidade em que estou inserido? Que negociações foi ou será necessário efectuar, com quem, e para quê? É importante cotejar estes conhecimentos com normas morais ou legais?
- ‘ Como penso agir em função das Enunciações a que cheguei?
- ‘ Quais as responsabilidades que estou disposto a assumir?

O Vê de Gowin é uma potente ferramenta para estudar assuntos tão diversos como: o que diz de novo este livro, esta aula; o que aprendemos com isso; o que ocorreu, e como, e porquê, num processo histórico crítico de produção de conhecimento; o que ocorreu, e como, e porquê, numa determinada fase de um processo de ensino, aprendizagem, educação; como orientar a escrita de um livro, de um artigo; como planificar uma ação formativa ou educativa, uma unidade curricular, uma unidade didáctica, uma aula; como orientar a avaliação e a classificação de alunos. O Vê de Gowin pode ser usado em estudos de investigação em qualquer domínio do saber. Constitui também uma poderosa ferramenta de metacognição: aprender a aprender; reflectir sobre a própria aprendizagem. Na WEB encontra-se uma vasta gama de referências e

documentos relativamente ao Vê de Gowin e seus tipos de uso. Basta escrever Gowin D. B. na janela de procura de um navegador.

O Vê também exprime bem que Ciência é Cultural! Pode ser usado em âmbitos tão diversos como literatura, tecnologia, em ciências físicas, ambiente, sociologia, economia, política, ... Além disso ilustra bem a necessidade de literacia científica para participar em debates e decisões controversas de base científico-tecnológica e âmbito político-social: é necessária cultura pessoal sobre os saberes do lado esquerdo do Vê, os eventos / objectos envolvidos e as questões / problemas em apreço; e é necessário que cada um de nós tenha cultura ética para efectuar juízos de valor críticos e relevantes.

Um aspecto merece ser aqui reiterado: a componente social da construção do conhecimento, quer na sua produção, quer na sua aprendizagem. Como referi na página 72, a designação *social-construtivismo* enfatiza isso mesmo.

Os Sistemas de Ensino e as suas Instituições têm funções sociais evidentes: é a sociedade que os organiza e que estabelece currículos e métodos de avaliação. Qualquer Instituição de ensino tem uma natureza social, com centenas ou milhares de indivíduos em interacção, no seu interior e com o exterior. Mesmo uma turma numa sala de aula é um ambiente social, com alunos e professor em interacção. Os alunos e os professores estão também socialmente inseridos no exterior da Escola, e "levam" para a sala de aula tal inserção. Na sala de aula cruzam-se muitos saberes, todos eles com marcas sociais. Todos os saberes disciplinares têm uma natureza eminentemente social: são historicamente construídos, validados e partilhados, em ligação com contextos e problemas humanos concretos. Isto aplica-se à Física, claro. As matérias que estão a ser ensinadas e aprendidas têm pois um forte carácter social: não só porque as matérias disciplinares de referência o têm, como também porque o têm os processos de transposição didáctica respectivos. Além disso, os conhecimentos espontâneos e de senso comum dos professores e dos alunos estão na sala de aula. E tais conhecimentos são fortemente socializados. Os critérios de validação de conhecimentos por parte dos alunos têm muito a ver com a sua validação pelos colegas. Têm também muito a ver com o modo como tais conhecimentos resistem e se revelam úteis no dia-a-dia social, dentro e fora da Escola.

O pensamento de Toulmin ajudou-me nos meus entendimentos e práticas sobre evolução conceptual, ensino, aprendizagem e investigação.

Como complemento sobre o pensamento do autor, ver Toulmin (1970, 1990, 1994).

Sugiro que o leitor dê um saltinho à página 94, onde se cruzam Educação, Epistemologia, Argumentação, Retórica... e Toulmin e o Vê de Gowin.

Entendo a *ecologia epistemológica* de Toulmin como uma variedade de construtivismo, e muito a aprecio. Pela sua importância no meu percurso profissional e nestas Notas, passo a resumir algumas das ideias centrais da *ecologia conceptual* de Toulmin.

Como se elucida a seguir, o autor usa a designação *ecologia intelectual*, ou *ecologia conceptual*, por considerar que são essencialmente idênticos os processos de evolução nos saberes humanos e os processos de

inovação e perpetuação selectiva nos sistemas biológicos. Vejamos, pois:

- ‘ A criatividade humana gera inovações / variações intelectuais.
- ‘ As inovações criativas são submetidas a processos de selecção crítica.
- ‘ A selecção crítica é efectuada em foros de competição, onde as inovações são submetidas a processos de acreditação e selecção, de acordo com as suas aptidões para satisfazer as exigências do campo intelectual local, particularmente as suas questões e problemas.
- ‘ Os saberes individuais e colectivos existem em cooperação e competição.
- ‘ A ecologia conceptual constitui uma matriz para interpretar, a continuidade, a mudança, a evolução de um modo geral.
- ‘ A racionalidade é um atributo, não dos sistemas conceptuais em si, mas sim dos empreendimentos humanos.
- ‘ A verdade tem a ver com adequação, mais do que com lógica.
- ‘ As inovações num dado campo alteram as condições noutros campos.
- ‘ Uma inovação criada num dado campo de saber pode ser seleccionada e partilhada por outros.
- ‘ É crucial distinguir inovação de selecção. A especificidade de uma actividade reside mais nos critérios de selecção do que nas características das inovações; e reside mais nas questões e problemas que elabora do que nos objectos com que lida.
- ‘ Actividades humanas podem ser distintas apesar de lidarem com um mesmo objecto, por ser distinto aquilo a que elas tratam de responder, aquilo que querem resolver, por serem distintos os seus ideais explicativos ou teóricos e interventivos ou práticos. A Física, a Química e a Biologia trabalham com átomos e moléculas. Mas cada uma trabalha-os à sua maneira, vê-os sob perspectivas próprias, tem em vista questões e problemas específicos, guia-se pelos seus critérios para seleccionar meios e métodos, as suas próprias inovações e os contributos de outras. A Educação e a Didáctica não perdem a sua especificidade por usar contributos da Psicologia, Sociologia, Epistemologia, Ética, Estética. Uma criança, um aluno, um indivíduo, não perde a sua individualidade nem deixa de ter a sua própria criatividade por usar inovações, criações, contributos, do quotidiano, da família e amigos, da escola, dos livros, dos professores.
- ‘ A ecologia conceptual aplica-se à produção e validação de saberes em disciplinas humanas colectivas; à aprendizagem de saberes por indivíduos em interacção social; e também aos saberes do dia-a-dia, base essencial de significado pessoal e de coesão cultural Bruner (1997).

É pois neste sentido toulminiano que uso a designação *ecologia conceptual*.

VI. EM TORNO DA CIÊNCIA & TECNOLOGIA, FILOSOFIA

Ao resumir algumas ideias centrais da ecologia conceptual de Toulmin, salientei um duplo aspecto chave para a afirmação de uma disciplina da actividade humana: a distinção entre inovação e selecção; e a importância primordial das questões e problemas.

Para caracterizar uma disciplina da actividade humana é essencial ter em conta que: inovação é diferente de selecção; cada disciplina deve ser capaz de gerar as suas próprias inovações; mas ela deve ter em conta todas as inovações, independentemente da sua origem; deve seleccioná-las e usá-las criticamente de acordo com a sua racionalidade contextual, de acordo com os objectivos do seu campo de trabalho local. Portanto, na caracterização de uma disciplina da actividade humana desempenham um papel central as questões e os problemas, assim como os critérios de selecção das inovações. Mas, naturalmente, há mais vertentes a ter em conta, como resumidamente recordo a seguir.

Continuando a reportar-me à visão de Toulmin refiro os seguintes aspectos a ter em conta na caracterização de uma disciplina: objecto de estudo; fontes de inovação; critérios de racionalidade; saberes acumulados sobre conceitos, modelos, teorias, métodos, ferramentas, ...; ideais explicativos e intervencionistas; problemas e questões; características da comunidade profissional; outros aspectos, como a natureza e o número de instituições, revistas, encontros, cursos, ...

Escreve Toulmin (1977):

O elemento fundamental de uma disciplina colectiva é o reconhecimento de um objectivo ou ideal sobre o qual existe acordo suficiente, e em termos do qual é possível identificar os principais problemas comuns. Quando este objectivo comum é de carácter explicativo, a disciplina é científica. Mas os esforços comuns dos homens podem igualmente orientar-se para ideais técnicos ou judiciais, e portanto os conceitos do direito ou da tecnologia estão sujeitos a um desenvolvimento racional semelhante.

Assim, um empreendimento colectivo não tem que ser científico para poder constituir uma disciplina. O carácter científico reside num aspecto particular: a ênfase na explicação.

Com Kundera (2005), façamos uma pequena digressão pela poesia e o romance. A palavra prosa não significa apenas uma linguagem não versificada; significa também o carácter concreto, quotidiano e corporal da vida. O romance é a arte da prosa. Homero nem se lembrou de questionar se, após inúmeras lutas corpo-a-corpo, Aquiles ou Ajax tinham conservado os dentes. Pelo contrário, para dom Quixote e para Sancho os dentes são um contínuo tormento. Mas a prosa não é apenas o lado penoso ou vulgar da vida, é também uma beleza que até aí tinha sido negligenciada, como a dos sentimentos modestos — como a amizade de Sancho por dom Quixote, uma das descobertas cerventianas da nova beleza prosaica. O romance é a arte cuja esfera privilegiada é a análise, a lucidez, a ironia.

Tomemos como referência Kafka, Musil e outros romancistas da Europa Central. A poesia do romance é paixão pela forma e a sua originalidade, é a preocupação com a intensidade de cada palavra e cada frase, é a sedução pela imaginação que tenta ultrapassar as fronteiras do "realismo". Mas é ao mesmo tempo a insensibilidade a qualquer sedução de tipo lírico: hostilidade à transformação do romance em confissão pessoal, alergia à ornamentalização da prosa; concentração total no mundo real. O romance é uma grande poesia anti-lírica.

O conteúdo da poesia lírica é o próprio poeta. Este empresta a palavra ao seu mundo interior para despertar nos seus auditores os sentimentos, os estados de alma que experimenta. Mesmo que o poema aborde temas objectivos, exteriores à sua vida, o grande poeta lírico afastar-se-á deles rapidamente e acabará por traçar um retrato de si próprio. O lirismo não se limita a um ramo da literatura, a poesia lírica: a música pode ser ainda mais lírica do que a poesia lírica, pois é capaz de agarrar movimentos secretos do mundo interior inacessíveis à palavra. O lirismo designa uma certa maneira de ser. O poeta lírico é a encarnação mais exemplar do homem deslumbrado pela sua própria alma e pelo desejo de a conhecer.

O campo de pesquisa da arte do romance é a prosa da vida.

Esta digressão pela poesia e o romance ilustra aspectos essenciais: uma disciplina da actividade humana não tem que ser científica ou tecnológica para ser disciplina; e nem só a ciência e a tecnologia contribuem para o conhecimento.

Eis outro aspecto essencial ilustrado por aquela digressão: há disciplinas relativamente próximas, como a poesia e o romance, formas de literatura, que se distinguem claramente; e a distinção passa menos pelos temas abordados e mais pelas questões, problemas e ideais.

Recordar: citação de Gonçalo M. Tavares na página 26; explanação apresentada no capítulo II sobre o átomo dos químicos e o dos físicos.

75

Mas vamos ao que mais interessa: dinheirinho.

Durante a crise financeira e económica que eclodiu em 2008 e se vive ainda quando agora escrevo, por todo o mundo economistas mundialmente reputados reiteradamente proclamaram que a Economia não é uma Ciência. Poderia dizer eu: "eles lá sabem", ou até "eles lá não sabem". Mas não resisto a umas palavrinhas. Ouvir no calor da crise profissionais das economias e finanças dizer que não são "cientistas" soa um pouco cacofónico. Soa como água a ser sacudida de capote; como algo do tipo "que querem? que fôssemos omniscientes? que conseguíssemos prever o que vai acontecer? isto não é nenhuma ciência!". Quero dizer: estas proclamações, estes sons, esta conversa "culto", soa-me a desconversa. A ninguém podem ser exigidas adivinhações. Mas tal não me impede de considerar preferível que as referidas reputadas sumidades se assumissem ou como cientistas ou como tecnólogos ou como algo similar que considerassem mais adequado mas que os não desresponsabilizasse. Isto é, preferia uma afirmação pela positiva, uma asserção de pertença a uma comunidade profissional com certas características, uma assunção clara de um tipo de racionalidade, uma expressão responsável e transparente de funções, limites, questões, problemas, objectos, critérios, métodos. Agora só assim... só uma afirmação pela negativa que soa a mãos sacudindo capotes escuros e opacos... Só assim não me chega. Só assim, permito-me até conjecturar que daqui a não muito tempo os mesmos economistas e financeiros irão prever o fim da crise e novos tempos de loucos crescimentos de PIB e, quando tal fim e subsequentes loucuras ocorrerem, reclamarão de novo o seu lugar do outro lado da "cultura", proclamarão a sua indubitável científicidade e capacidade de previsão. Ora, se "duas culturas" não é bom, pior é saltitar de uma para a outra conforme a feição dos ventos.

Os economistas consideram que a Economia não é uma Ciéncia. A filósofa Isabelle Stengers (1997 b) está de acordo. Referindo-se nomeadamente a empreendimentos disciplinares de âmbito económico, sociológico e educacional, considera que há ciéncias — notar que, apesar de tudo, a autora usa a palavra «ciéncias» ...— que se presumem como objectivas mas que tratam essencialmente da acumulação de dados e da classificação burocrática de números. Muito medem, mas pouco consideram aquela que é a questão primordial do «laboratório» — termo que aqui simboliza as ciéncias «experimentais» — a questão de saber o que significa a medida, o que testemunha ela, o que ela permite mostrar. Tais ciéncias são facilmente reconhecíveis: são as que cultivam a «metodologia», o «método científico». E fazem-no porque pouco mais do que isso podem cultivar. Porque não criam as suas próprias questões e problemas. Porque sabem como constituir uma amostra, usar arsenais estatísticos computacionais, avaliar a fiabilidade de um resultado estatístico, mas nada do que fazem se assemelha sequer à prática criadora das ciéncias experimentais. Nunca o resultado de tais medidas fará verdadeiramente bater o coração do investigador perguntando-se se inventou uma «boa» questão, se criou um ponto de vista que os seus colegas não poderão ignorar. Os resultados acumulam-se, mas tanto podem fornecer, se fornecerem, «preciosas indicações», «à falta de melhor», como podem restringir ou dissimular problemas e impedir questões, caso em que esse «à falta de melhor» é «mutilador de cérebros» e temível em si mesmo. A autora ilustra o seu ponto de vista com temas gerais como economia e sociologia; e outros mais específicos, como tóxico-dependência e insucesso escolar.

Deixo à consideração do leitor aprofundar o grande tema das Ciéncias Sociais e os subtemas nele contidos.

Entretanto anote por favor que o parágrafo anterior é eminentemente científico e tecnológico; é eminentemente cultural.

E atente também em que o prémio Nobel da Economia de 2009 foi atribuído a duas pessoas, uma das quais não é economista, mas cientista política, como podemos ler num artigo de Helena Garrido (2009):

O mercado é apenas uma de várias outras (esquecidas) organizações que resolvem aquele que é o problema económico: como utilizar os recursos e como distribuir o que se produz. É o alerta que este ano recebemos da escolha para Nobel da Economia.

Elinor Ostrom – a primeira mulher a receber o Nobel da Economia, e que, ironicamente, é uma cientista política, e não uma economista – e Oliver Williamson têm uma carreira dedicada a investigar como funcionam os universos onde o mercado não funciona.

A escolha é a imagem dos tempos que estamos a viver.

Muitos esqueceram-se que a disciplina “economia” não é “mercados”. E assim se foi também esquecendo que a economia estuda a afectação dos recursos e a distribuição da produção, buscando a eficiéncia e a equidade.

A economia isolou-se das outras ciéncias, dos outros olhares sobre o mundo, abusou da quantificação e deixou ao abandono todas as outras formas de organização “não-mercado”.

A brutal crise desta primeira década do século XXI mostrou como o “rei mercado” estava em grande parte nu.

E atente ainda em que o prémio em apreço já noutrós anos foi atribuído a investigadores não economistas, como

podemos ler num artigo de um conjunto de investigadores da Universidade de Coimbra (Ana C. Santos et al, 2009):

Rompendo com velhas e infundadas dicotomias que opõem formas puras de coordenação, nomeadamente o mercado e o Estado, e visões redutoras do ser humano, Ostrom e Williamson interessam-se e são distinguidos exactamente por “terem expandido o nosso entendimento das instituições não-mercantis”.

Depois de Herbert Simon (Psicologia e Inteligência Artificial, 1978), de Douglass North (História Económica, 1993) ou mais recentemente Daniel Kahneman (Psicologia, 2002), a escolha de Ostrom (Ciência Política) é mais um sinal do reconhecimento da importância da transdisciplinaridade.

O prémio Nobel da Economia de 2009 é pois eminentemente científico, tecnológico, social e ético: eminentemente cultural.

Também os médicos clínicos consideram que a Medicina não é uma Ciéncia. Já ouvi e li isto mesmo, dito por eles mesmos. E já tomei a iniciativa de perguntar a uma dezena deles se se consideravam cientistas. Apanhei com uma dezena de olhares que me perguntavam se eu era parvo ou quê e que nem se davam ao trabalho de expressar, por demasiado óbvio, que não senhor, não eram. Seja pois: a Medicina não é uma ciéncia. E depois? Não é por isso que deixamos de ir ao médico... E quem vai ao psicólogo também não é com essa questão que está preocupado. Do mesmo modo, a quem se dê bem com a Psicanálise pouco lhe importa que o filósofo Karl Popper a considere como uma não-ciéncia ou que o filósofo Mário Bunge a considere mesmo como uma das maiores desonestidades intelectuais de todos os tempos.

Freud invented psychoanalysis, one of the greatest intellectual swindles, as well as commercial successes, of all times. This alone disqualifies him as a humanist. Bunge (2001)

Solicitei a uma professora universitária, psicanalista, de elevado prestígio académico e social, que comentasse estas visões filosóficas. Disse-me simplesmente que não era essa a opinião dela, nem a dos especialistas que constituíram júris a que se submeteu ao longo da sua carreira universitária, nem a das pessoas que a procuravam para consulta e tratamento; e que as referidas visões não viam por não quererem ver as dores “sem nome” que ela e os seus colegas psicanalistas minoravam e os muitos outros sucessos que obtinham e os faziam sentir-se úteis. A resposta foi para mim esclarecedora: se já o estava, mais fiquei desinteressado quanto ao estatuto formal que uns e outros dão a este empreendimento humano. E, apesar de nunca ter ido a um psicanalista, fiquei mudo de emoção e respeito. Serão esta emoção e este respeito e o que os suscitou do foro da ética? da filosofia? da ciéncia? da tecnologia? da cultura?

Claro que os médicos não se consideram como cientistas enquanto clínicos, enquanto práticos que tratam doentes. Muitos médicos fazem investigação científica, frequentemente em equipas multidisciplinares que envolvem várias especialidades da Medicina e várias outras disciplinas com ela relacionadas, como Genética, Engenharia Genética, Biologia Molecular, Patologia e Imunologia Molecular, Engenharia Biomédica, Farmacologia. É precisamente de fármacos que trato a seguir, inspirado em Stengers (1997 b).

Quando os cientistas trabalham sobre uma doença, não lidam com um só doente mas com doentes. Um sucesso ou um insucesso individual nada prova. Só são aceitáveis os resultados relativos a grupos estatísticos cuidadosamente controlados. Em particular, quando se testa um candidato a novo medicamento é usual o

procedimento do “teste duplamente cego”: nem os médicos nem os doentes sabem quem está a tomar o medicamento e quem está a tomar um placebo.

Placebo – Medicina – medicamento inerte ministrado com fins sugestivos ou morais, que pode aliviar padecimentos unicamente pela fé que o doente tem nos seus poderes. Do lat. placébo, «agradarei», 1.º pess. sing. do fut. do ind. de placere, «agradar». (DELP, 2001).

Neutraliza-se assim o facto de alguns doentes serem susceptíveis de cura pela toma de um placebo — ou seja, susceptíveis de cura, não pela eficácia intrínseca do medicamento, mas por factores psicológicos, por crença, motivação, sensação de alívio e esperança de quem sabe que está a ser tratado. O próprio médico ignora se está a administrar o medicamento ou um placebo, pois de outro modo um doente poderia curar-se só por se aperceber de que havia qualquer coisa na atitude do médico que sugeria que da parte deste existia uma crença efectiva na prescrição, uma convocação de factores psicológicos animadores, crença e factores esses que poderiam transmitir-se ao doente. A função chave do procedimento estatístico duplamente cego consiste pois em eliminar as possibilidades de cura que constituiriam obstáculo à prova em vista. Esta exige que a cura possa ser atribuída apenas ao que está a ser testado. Estes procedimentos são reconhecidamente legítimos e usuais na investigação sobre novos medicamentos.

Terá o leitor sentido algo de desconfortável ao ler o parágrafo anterior? Isso pode não ter acontecido. Mas, com mil desculpas, eu quero mesmo que o leitor se sinta aqui desconfortável. Acho que isso lhe fará bem. Vou pois impingir-lhe mais umas pastilhinhas sobre o assunto — que é do foro científico, tecnológico, psicológico, farmacológico, médico, epistemológico, ético, cultural.

Estes procedimentos são reconhecidamente legítimos e usuais do ponto de vista da investigação sobre novos medicamentos. Mas só deste ponto de vista. Do ponto de vista do doente, o mais certo é que a prova em vista não seja para ele o essencial. Pode mesmo ser-lhe perfeitamente indiferente se a sua cura se deveu ao efeito intrínseco de um fármaco ou a uma crença, uma motivação, uma sensação de estar a ser cuidado por alguém, uma atenção especial, um carinho reconfortável, uma palavra animadora. E pode até acontecer que ele tenha preferência por esta cura de raiz “psicológica”, em vez da cura conseguida por reacções químicas induzidas por um medicamento.

Mais ainda: está aqui em jogo algo que transcende o ponto de vista de uma ou mais pessoas sobre o assunto. Por que não temos práticas clínicas que dêem a devida importância ao acreditar, à motivação, práticas que efectivamente cuidem dos pacientes, em que os médicos tenham tempo e condições de trabalho para lhes prestar uma atenção especial, individualizada, um carinho reconfortável, muitas palavras animadoras? Será porque não queremos? Porque não há recursos orçamentais e materiais para que os clínicos tenham o tal tempo e as tais condições de trabalho? Não teremos mesmo? Isto já foi estudado? Ficará mesmo mais

económico em recursos materiais e humanos? Será mesmo mais económico e eficaz em termos de saúde individual e pública atender doentes em cinco minutos, prescrever medicamentos e meios auxiliares de diagnóstico, quantas vezes mensalmente em vez de bienalmente como bem chegaria para a maioria dos casos?

O que sente o leitor ao ler o seguinte pensamento, caricaturado mas não muito: "...E se não funcionar, eles que vão ao psicólogo ou ao psiquiatra ou a outro ψ, que esses sim têm tempo para essas coisas e como função aturar doentes e se necessário prescrever fármacos que actuem na estabilidade do humor e nos indutores receptores da felicidade..."?

Ora, quando desqualificamos para o irracional, para a sugestão, para o depreciativamente psicológico, aquilo em que pode residir a cura, aquilo que pode significar a saúde, teremos o direito de qualificar como irracional que doentes sugestionados procurem apoios e ajudas terapêuticas fora desta cultura?

^

Ora bolas: estávamos nós a falar de científicas pastilhas e neurológicos transmissores e físico-tecnológico-biológicos TAC e lá vêm outra vez a impertinente racionalidade e a inoportuna da cultura.

^

"Irracionalizemos" e importunemos mais um pouco, caro e desejavelmente desconfortável leitor. Não temos razão em orgulhar-nos aqui na Europa com o modo de coexistência entre a medicina oficial e outras vias terapêuticas, com o modo semiclandestino — e ridicularizado "pelos que sabem" — como as pessoas conseguem recorrer a ajudas noutros caminhos. Esta matéria está irracionalizada. Será mais bruxedo recorrer à acupunctura nas orelhas para deixar de fumar do que fazê-lo por psiquiatras-hipnotizadores? Será o "chá" de cidreira uma poção mágica encantada por fadas e de ingénuo efeito psicológico? Serão as águas termais, desde há milénios e hoje ainda, nós por elas adentro e por adentro de nós elas, simples e cristalina manha para desencardir a cútis ou socializar as férias? Terão algumas das Universidades Portuguesas passado para o lado de lá da cultura desde que fazem Mestrados em Acupunctura para médicos? O que é mais racional: curar uma lombalgia com químicos que relaxam músculos ou consegui-lo com massagens testadas desde há cinco mil anos por outras culturas? Estamos em múltiplos fóruns: problemas, questões, cultura, culturas, ciências, medicinas, racionalidade, valores, globalização, mundialização.

O "efeito placebo" em Medicina tem o seu equivalente no "efeito do investigador" em diversas actividades do âmbito das Ciências Sociais.

Em Didáctica, por exemplo, este "problema" é muito comum: quem faça investigação com intervenção em aula está especialmente motivado pela sua investigação, tudo faz o melhor possível e com entusiasmo, prepara cuidadosamente as situações, cria ambientes produtivos e agradáveis, elabora bons documentos, aperfeiçoa as interacções, forma cuidadosamente quem colabore na investigação, dá genuína atenção à turma, aos grupos e aos alunos individuais — e tudo isto independentemente do modelo ou teoria ou artefacto ou evento em que foca o seu estudo. E assim, independentemente do modelo ou teoria ou artefacto ou evento, obtém melhores resultados do que quando não tinha a motivação especial da investigação-intervenção em causa. Não tenho conhecimento de nenhum trabalho académico em Didáctica (ou Sociologia ou ...) em que se defenda como tese que o modelo ou teoria ou artefacto ou ambiente usado / engendrado / criado é

irrelevante e que o mais importante foi a motivação e o bom trabalho realizado com aquilo que já era sabido. Se for essa a tese, o candidato chumba na prova ou o artigo não é publicado na revista, conforme o caso. E acho bem, claro. Propor um contributo é propor algo que acrescente algo ao existente. Não basta aconselhar que os professores e os alunos trabalhem com motivação, entrega, entusiasmo, crença. É importante que professores e alunos assim trabalhem, mas isso já é sabido, pelo que consegui-lo e aconselhá-lo não é considerado, por si só, contributo da investigação realizada.

Estes procedimentos são reconhecidamente legítimos e usuais do ponto de vista da investigação social, tal com na investigação sobre medicamentos. Mas só deste ponto de vista.

O problema e as questões — não do investigador, mas de nós todos — residem em que, demasiado frequentemente, não se dá a devida atenção a esses aspectos nas práticas correntes. O que será mais económico, eficiente e eficaz: sobrecarregar professores com tarefas e mais tarefas — de pai e mãe e assistente social e administrativo e gestor, ... — e atribuir-lhe muitas turmas com muitos alunos com necessidades específicas diversificadas e às vezes de vários anos de escolaridade e escalões etários; ou motivar os professores e os alunos com melhores condições de trabalho? Será racional do ponto de vista da economia, motivação, eficiência, eficácia, sucesso, exigir que os professores do Ensino Básico e Secundário passem mais horas por dia na Escola sem ao mesmo tempo melhorar as suas condições de trabalho, particularmente disponibilizando gabinetes onde possam trabalhar dois ou três colegas em vez de remeter toda a população docente para uma sala de professores ou para a chuva ou o sol? Será racional e motivador que professores passem horas e horas encostados a uma parede sem nada poderem fazer, simplesmente na expectativa de uma substituição que na maior parte dos dias não será necessária? Não há imaginação e vontade para melhores soluções? Tudo isto é do foro científico, tecnológico, administrativo, de gestão, psicológico, didáctico, educacional, ético, cultural.

Caro leitor, o pior já passou, aspiro. Inspire... expire... suspire.

Como escreve o físico nuclear João Caraça (1997), as palavras saber, fazer e saber-fazer são ambíguas. Ciência, tecnologia e técnica são todas saberes, assim como as ciências sociais, as humanidades, a política, o direito, a filosofia, as belas-artes, a estética, o design, a moral, a ética, o marketing. Não podemos hoje identificar "saber" com "ciência", pretender que só a ciência pode obter conhecimento. Devemos considerar que a ciência é um conjunto de saberes disciplinares. O *fazer* tem a ver com *acção*. A técnica e a tecnologia são os domínios cognitivos que estão mais próximos do fazer e do saber-fazer (*know-how*, em inglês; *savoir-faire*, em francês). Podemos considerar a técnica como um saber-fazer tácito e a tecnologia como um saber-fazer explícito. A ciência é um campo de conhecimento disciplinar que surge e actua no âmbito de actividades de comunicação. A ciência é criativa, mas a criação é apenas uma "pequena grande parte" de si: o conhecimento novo tem que ter significado como resposta a uma conjectura formulada num certo contexto de validade; e para que tal significado se estabeleça e seja aceite é necessário que seja validado pela respectiva comunidade disciplinar. Uma disciplina é um campo cognitivo com comunidade, linguagem e problemas próprios. A ciência abrange um vasto campo de disciplinas, subdisciplinas e especialidades.⁵

Duarte Costa Pereira (2007) escreveu um livro cujo subtítulo expressa um desígnio: estabelecer «Fundamentos de uma pedagogia científica contemporânea». Destaco: pedagogia *científica*. O autor considera pois a Pedagogia como uma ciência, ou pelo menos como uma ciência em construção, capaz de vir a atingir esse estatuto, desígnio para que concorre a obra em apreço. O autor refere que a Sociologia é a Ciência, cuja fundação se atribui a Augusto Comte (1798-1857), que trata do estudo da vida social humana, dos grupos e sociedades; e que a Psicologia, Ciência do Espírito, engloba a cognição (pensamento, raciocínio e inteligência racional); a afectividade (emoções, valores e inteligência emocional); e a conação (vontade e sua formação, e comportamento intencional e sua auto-regulação).

Nesta meada descritiva e argumentativa há uns fios que têm estado sempre presentes: os que encerraram o capítulo anterior e os que iniciaram este. De tais fios, com pinças destaco por um bocadinho um filamento que neles tem estado algo ocultamente entretorcido e ao qual não dei, nem vou dar, muita importância, mas que deve ser referido para melhor orientação e informação do leitor. Tal filamento é o da distinção entre Ciência e não-Ciência. Ele é útil no tecido destas Notas, mas apenas como ponteado que não está no seu âmago, que não é seu objecto. Neste tecido, nestas Notas, o essencial é um consensual facto: no senso comum e nos académicos entendimentos, Economia, Medicina, Sociologia, Psicologia, ... são domínios tão racionais, respeitáveis e úteis como Arquitectura, Matemática, Artes, Física, Astronomia ... Aliás — Como reconhece Stengers (1977 b) — a Filosofia das Ciências já desistiu há mais de 40 anos de resolver este problema, o da “demarcação”.⁶

Desinteressou-se a Filosofia das Ciências do clássico problema da demarcação, e disso não veio mal algum ao mundo. Pelo contrário, permito-me alvitrar: os profissionais de diversas profissões continuaram a trabalhar, a investigar, a produzir saberes teóricos e práticos; os sociólogos e os arquitectos e os físicos continuaram a fazer os seus doutoramentos; e os filósofos passaram a ocupar-se de assuntos mais interessantes e úteis.

Mais útil do que demarcar com etiquetas é aprofundar, explanar, explicar entendimentos sobre disciplinas colectivas particulares e outros empreendimentos humanos.

Continuemos pois com os nossos aprofundamentos e explanações e expliquemos precisamente... o que é “explicar”.

Eis o entendimento de Toulmin (1972) sobre o que é “explicar / expicação”:

Até agora, os filósofos tomaram por certo que a palavra “expicação” se refere, primeiro e antes que tudo, a um argumento, de preferência um argumento estritamente formal ou demonstrativo. A actividade real de “explicar” foi para eles algo de secundário, e consistindo apenas em expor os argumentos que, de momento, constituem as “explicações” aceites para os fenómenos envolvidos.

Agora, devemos inverter esta relação filosófica entre argumentos explicativos e a actividade de explicar. Tal como os usamos aqui, os termos “explicar” e “expicação” referem-se primariamente a um âmbito de actividades humanas [...] e só secundariamente se aplicam aos argumentos que intervêm nessas actividades explicativas.

Assim, quando se diz que uma teoria, ou um modelo, explica um fenómeno ou uma parte da realidade, o que se deve entender é que há físicos, ou didactas, ou outros profissionais, que invocam as teorias ou modelos em questão e os usam frutuosamente nas actividades respectivas.

Este tópico é muito importante em Educação, porque é muito frequente confundir “explicar” com “dar um nome”. Também é muito frequente confundir “explicar” com “dizer a mesma coisa por outras palavras” sem nada acrescentar (tautologia). Isto acontece com crianças, jovens e adultos. No âmbito da C&T, e provavelmente noutras âmbitos, isto acontece. Mesmo com professores.

Como ilustração, eis um esboço de diálogos típicos que já tive muitas vezes:

- Porque parou o corpo?
- Porque perdeu velocidade até ela ser zero. (tautologia)
- Porque diminuiu a velocidade até ser zero?
- Estava a andar, foi-se gastando a energia... (tautologia)
- Porquê?
- Por causa do atrito. (dar um nome)
- Porque é que o atrito fez para o corpo?
- O atrito opõe-se ao movimento, é resistente... (dar nome + tautologia)
- Porquê?
- Então... os corpos param devido à resistência ao movimento... (tautologia)
- Porquê?
- Não estou a perceber o que o professor quer...
- Quero conceitos, forças, interacções; que me diga o que é o atrito, a força de atrito; que relate as forças com acelerações; acelerações com velocidades; e se preferir falar em energias também pode ser, mas quero que me diga que tipos de energia estão em jogo, onde está ou não a conservação da energia; quero que explique, que argumente...
- Bom, o corpo está na mesa. Está parado....
- Porque ele não sobe nem desce?
- Subir, professor!?
- Pronto, está bem, diga-me porque é que não desce.
- Por causa da força normal. (dar nome)
- O que é isso?
- Então, professor... é a força habitual, a que a mesa exerce para cima.
- Chama-se normal porquê?
- É o costume, o habitual, o normal... (confusão quanto ao significado do nome: isto só me aconteceu uma vez... e não foi com um jovem aluno.)

- O que? É por isso que é normal?
- Ah, já sei... é porque é perpendicular.
- E essa força existe porquê?
- Então, o corpo está em cima da mesa. Faz força na mesa e esta reage. (quase tautologia, acrescida do entendimento de que o corpo "toma a iniciativa")
- O corpo é que toma a iniciativa? A força do corpo sobre a mesa exerce-se antes de se exercer a força sobre o corpo? Ou exercem-se simultaneamente?
- Ó professor: é a 3º Lei de Newton, a da acção e reacção. (dar nome)
- Eis uma outra ilustração. O relato é feito por um autor que, lamento, não consigo recordar. Trata-se de uma pergunta de um professor e da resposta de uma criança. Aqui, a "não-explicação" reside no uso tautológico da autocentragem no "eu", no "sí":
- Por que derreteu o gelo?
- Porque esperei o tempo suficiente.

"

Retomemos os nossos filosóficos fios, que estas não são Notas de Física.

Toulmin refere que o seu «modelo disciplinar» se aplica a «empreendimentos racionais distantes da ciência natural», como se ilustrou numa citação anterior que referia o Direito e a Tecnologia.

187

Sobre a Tecnologia e as suas relações com a Ciência, escreve o autor:

As questões de racionalidade colocam-se em relação à justificação de mudanças nos procedimentos, quer estes sejam «científicos», isto é, explicativos ou representacionais, quer sejam «tecnológicos», quer dizer, práticos ou técnicos.

Na ciência, os juízos sobre a racionalidade das mudanças conceptuais são sempre comparativos, e não categóricos ou absolutos, e a mesma conclusão se aplica à tecnologia.

Embora qualquer das disciplinas possa actuar como uma fonte de *variantes* para a outra, a questão de saber se estas variantes são *soluções aceitáveis* deve ser dirimida pela disciplina que a recebe, não por aquela que é fonte dela.

Assim, uma disciplina não necessita de ser científica para ser racional. Necessita, sim, de possuir e utilizar os seus próprios critérios para ajuizar sobre a adequação de novos saberes à solução dos seus próprios problemas, qualquer que seja a origem desses novos saberes.

Também Serres (1996) sublinha que a racionalidade não é exclusiva da Ciência:

O Século das Luzes contribuiu fortemente para remeter para o domínio do irracional toda a razão não formada pela ciência. Ora, eu defendo que existe tanta racionalidade em Montaigne ou Verlaine como na física ou na bioquímica e, reciprocamente, por vezes tanta irracionalidade dispersa nas ciências como em certos sonhos. A razão está estatisticamente distribuída por toda a parte: ninguém pode reivindicar a sua posse exclusiva.

Caracterizar uma disciplina como mais científica ou mais tecnológica — como mais *explicativa* ou mais *interventiva* — não a menoriza nem superioriza.

O termo ciência deriva do latim *scientia*, que significa “simplesmente”... conhecimento. Ora, o termo *tecnologia* não significa, obviamente, “técnica sem conhecimento”. Mas devemos ir mais fundo: o termo *tecnologia* não deve ser tomado como “técnica sem teoria”. Uma técnica no sentido restrito de aptidão ou procedimento relativamente rotineiro, tipicamente manual e sem significativo enquadramento teórico é habitualmente designada apenas por “técnica” — embora mesmo esta tenha sempre alguma componente conceptual, intelectual. Mas “tecnologia” tem o sufixo *logia*, que deriva do termo grego *logos*, que significa palavra, razão, estudo, tratado (DELP, 2001). Este sufixo exprime a noção de estudo, tratado, ciência. Em Tecnologia tem a mesma função semântica que em Geologia, Antropologia, etnólogo, musicólogo... De um modo geral, remete para o valor da teoria. O prefixo *tecno* deriva do termo grego *tékhne*, que significa arte manual, habilidade. Este prefixo exprime a ideia de arte, ciência, ofício. No mesmo dicionário podemos ver que *tecnologia* deriva do grego *tekhnología*, que significa tratado sobre uma arte, e exprime a ideia central de estudo sistemático de procedimentos e equipamentos técnicos. Esquematicamente: Tecnologia = Técnica + Teoria. A Tecnologia trata de temas práticos com saberes teóricos que a integram. Um engenheiro não é um técnico, é um tecnólogo.

No presente contexto argumentativo, a Tecnologia também não deve ser encarada num sentido restrito que é habitual: o mundo da Engenharia, os mundos dos computadores, mp3, skype, facebook, robôs, audiovisuais, naves espaciais, tubos de endoscopia, siderurgias, bombas e máquinas de guerra, ...

A Tecnologia, quer no sentido acabado de referir quer noutros mais abrangentes, não deve ser vista como fria, metálica, mecânica, avassaladora, incontrolável, amedrontadora, ou inferior ou superior a outros empreendimentos humanos.

Aliás, o mesmo se aplica à Ciência. Nenhuma delas é fria ou avassaladora. Ambas são cultura Humana. Pautando-se — desejavelmente — por valores democráticos e de cariz humanista.

Entendemos aqui a Tecnologia em sentido abrangente, considerando tecnológicas as actividades humanas de natureza intervventiva, transformadora, vocacionada para a resolução de problemas socialmente considerados como tal.

Consideramos pois como predominantemente tecnológicas a Engenharia, o Direito, a Arquitectura, a Medicina, a Didáctica. Os juízes ou os médicos não se reclamam cientistas. Não precisam disso para que se lhes reconheça o devido estatuto. Escreve um engenheiro: «as actividades ingenieras distinguen-se substancialmente das actividades científicas» (Vasconcelos, 1996).

A Tecnologia é diferente de, e mais do que, “ciência aplicada”. A Ciência é diferente de, e mais do que, “técnica teorizada”. E isto, sem prejuízo de entre si trocarem inovações. Ambas criam, seleccionam e usam construções teóricas e práticas de acordo como os seus objectos, ideals, questões e problemas.

A importância das Ciências nos desenvolvimentos tecnológicos leva-nos por vezes a considerar estes como aplicação daquelas, como sublinha Fourez (1996). Mas desde logo deve ter-se em conta que há desenvolvimentos tecnológicos não precedidos de explicação científica. O essencial, é que as relações entre engenheiros, médicos, arquitectos e cientistas são relações de interacção mútua, não de subordinação de uns a outros.

Os tecnólogos propiciam avanços nas Ciências, e os cientistas propiciam avanços nas Tecnologias. Não se pode dizer que uns são os teóricos e que outros aplicam receitas. Devemos mesmo sublinhar algo muitas vezes esquecido: há modelos tecnológicos teoricamente mais complexos e elaborados do que outros de ciências ditas fundamentais.

Escreve ainda Fourez: as Ciências e as Tecnologias participam num mesmo dinamismo, de tal modo que, sob muitos pontos de vista, não é interessante distingui-las, podendo falar-se de «tecnociéncia». Mas isso não significa que, em certas situações, não seja pertinente uma distinção».

O autor refere que entre a Ciência e Tecnologia há uma relação complexa de diferenciações e interligações, de tal modo que por vezes a inclusão de um projecto específico numa ou noutra depende criticamente do modo como ele é apresentado. Eis um interessante exemplo referido pelo autor. Em ciência médica fundamental, estudam-se, por exemplo, os mecanismos de acção de certa doença, definida num quadro científico; mas dir-se-á que os médicos, por sua vez, ao tratar doentes, fazem ciência aplicada. Se uma investigação se apresenta, por exemplo, como um estudo sobre a SIDA, tende a ser considerada do âmbito da ciência "fundamental"; mas se se apresentar como uma investigação sobre medicamentos para a SIDA, ela será dita "aplicada". Como sabem todos aqueles que já redigiram pedidos de subsídios, é fácil apresentar uma investigação como fundamental ou aplicada, conforme for mais conveniente.

Eis um outro interessante exemplo, referido num artigo de Marques & Azevedo (2009) no *Jornal Expresso*. Duzentos cientistas de alto nível de todo o mundo vão trabalhar no Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia / International Nanotechnology Laboratory (INL), inaugurado em Julho de 2009 em Braga pelo Presidente da República de Portugal, o Rei de Espanha e os Primeiros-Ministros e Ministros da Ciência dos dois países. Os dois países entram assim na acesa competição mundial nesta área científica e tecnológica emergente que está a atravessar cada vez mais âmbitos de actividade, sendo já de importância crucial em sectores que vão da medicina e biomedicina à indústria farmacêutica, do têxtil à cosmética, da microelectrónica às tecnologias da informação e comunicação, da química à indústria agro-alimentar, do armazenamento de dados ao armazenamento de energia. Sublinho que a notícia começa com *cientistas*; depois refere uma área científica e tecnológica; e os sectores apresentados como ilustração podem ser considerados como predominantemente tecnológicos. Este é um bom exemplo de *tecnociéncia*.

Mas afinal faz ou não sentido, é ou não interessante, distinguir Ciência e Tecnologia? Creio que sim: já justifiquei em parte; justifico melhor a seguir.

Fourez propõe uma teoria epistemológica para distinguir Ciência de Tecnologia. Considera que a Ciência estuda problemas definidos no paradigma da própria disciplina e utiliza critérios de validade desse paradigma; e considera que a Tecnologia estuda problemas com fortes componentes sociais exteriores à comunidade profissional respectiva, sendo a validade dos seus resultados julgada por esta e também por fóruns que lhe são exteriores. Esta diferenciação está relacionada com outra, relativa aos lugares sociais nos quais os saberes são aplicados: os científicos são aplicados num lugar restrito, os laboratórios, e estão ligados a uma instituição particular, a comunidade científica; os saberes tecnológicos são utilizados na realidade social exterior.

Nesta formulação, tal como na visão ecológica de Toulmin, desempenham um papel chave os problemas, mais do que o objecto ou os métodos; e os critérios e os foros de validação, mais do que a origem das inovações.

Reporto-me agora a Jacob (1977, a páginas 112 e 132) cujas palavras ajudam a iluminar aspectos chave referidos e a sua natureza cultural. A clássica demarcação entre Ciência e Tecnologia tornou-se gradualmente turva. Já não há diferença entre um laboratório universitário de investigação dita "pura" e um de uma empresa que realiza investigação dita "aplicada". Decifrar o mundo é indissociável de o transformar. Devido aos progressos da Física e da Biologia, a investigação exige instrumentação cada vez mais elaborada, está ligada a Tecnologias cada vez mais poderosas. Há um jogo de interacções entre Ciência e Tecnologia, cada uma dependendo dos avanços da outra. Mas elas não se confundem: têm interesses e regras de funcionamento diferentes, e muitas vezes é necessário dissociá-las. A Ciência esforça-se por representar, compreender; a Tecnologia, por dominar, submeter. A ligação estreita entre ambas marca hoje profundamente a Vida social e a Cultura. A dada altura do século XX, a Genética estava com dificuldades em avançar. Até ao dia em que aparece a Engenharia Genética: em poucos meses a situação alterou-se radicalmente. Tornou-se possível, não apenas identificar genes, mas também isolá-los, purificá-los, analisá-los, reintroduzi-los em organismos. A Engenharia Genética transformou totalmente a paisagem e os meios de investigação. Em domínios onde não podia senão observar-se o exterior dos fenómenos, passou a ser possível intervir no cerne das coisas. Os efeitos da Biologia moderna foram cruciais na nossa Cultura.

Física, Biologia, Genética, Engenharia, Ciência, Tecnologia, Vida social: Cultura!

Jacob não se esqueceu da Arte: ver página 40.

Já vimos algo relativamente a Ciências Sociais, nomeadamente a Economia. Vejamos um pouco mais.

Latour (1997) critica o que considera como duas tradições dominantes na investigação em Ciências Sociais. Uma é a «tradição objectivista», marcadamente quantitativa e objectivante, e que procura usar procedimentos semelhantes aos que são usados nas Ciências da Natureza. A outra é a «tradição interpretativa», marcadamente qualitativa e que enfatiza aspectos como consciência, intenção, moral e história. Argumenta Latour, e eu estou de acordo: esta dicotomia de abordagens baseia-se numa má compreensão da investigação em Ciências da Natureza.

Os objectos estudados pelas Ciências da Natureza não são assim tão mudos, submetidos a leis universais, subservientes a leis deterministas e insensíveis à história. São recalcitrantes relativamente aos objectivos e às leis dos investigadores; não se limitam a responder às questões destes; recusam as suas exigências e impõem-lhes obrigações novas.

Só a igualdade — em recalcitrância e em direito e estatuto interrogativo —, entre investigador e investigado permite importar para as ciências do homem a indiferença do objecto às questões do sábio, indiferença que permitiu às ciências da natureza tão belos sucessos. Se o domínio dos objectos deu tão bons resultados nas ciências da natureza, foi porque os objectos lhes escaparam sempre. Encontremos nas ciências do homem as situações e os sujeitos que escapem a ser dominados, e talvez consigamos finalmente melhores resultados.

Prigogine & Stengers (1986) escrevem no mesmo sentido. A ciência clássica postula sempre a monótona estupidez do mundo que interroga. As ciências do homem e das sociedades terão de lutar para escapar ao

modelo, tanto mais fascinante quanto permanece obscuro, das ciências da natureza.

Reiteremos, com Prigogine (1996). Enquanto no equilíbrio e próximo dele as leis da natureza são *universais*, longe do equilíbrio tornam-se específicas. No equilíbrio, a matéria é *cega*; mas longe do equilíbrio ela começa a ver, tem sensibilidade a si própria e ao meio circundante. Compreender a natureza não deve ser identificado com controlá-la. Seria cego o mestre que pensasse compreender os seus escravos só porque estes obedecem às suas ordens. Bem entendido, quando nos dirigimos à natureza, sabemos que não se trata de compreender da mesma maneira que compreendemos um animal ou um homem. Mas também aqui se aplica a convicção de Nabokov: "O que pode ser controlado nunca é completamente real, o que é real nunca pode ser rigorosamente controlado."

Latour, Prigogine e Stengers não igualam nem fundem as Ciências Sociais e as da Natureza. Mas os seus contributos ajudam-nos a compreender a sua natureza epistemológica e metodológica e a construir sobre elas visões globais e críticas.

Escreve Bruner (1997), enunciando uma resposta sob a forma desta pergunta: «Não são as interpretações plausíveis preferíveis às explicações causais, sobretudo quando a consecução de uma explanação causal nos obriga a tornar artificial o que estamos a estudar até ao ponto de quase já não se reconhecer como representativo da vida humana?».

Simultaneamente, o autor realça a necessidade urgente da prática. Tomando como referência o «interpretativismo» de Rorty, considera que para se dizer algo de útil sobre a verdade é necessário explorar a prática mais do que a teoria, a acção mais do que a contemplação. E isto, referindo-se a uma acção «situada» num âmbito cultural e «intencionalmente fundamentada». Considera Bruner que «isto está muito longe do tipo de essencialismo kantiano que busca princípios que estabeleçam a essência definidora do "conhecimento" ou da "representação" ou da "racionalidade"». Quanto ao «construtivismo», o autor considera-o como uma maneira democrática e não relativista de construir significados, estreitamente relacionada com o «interpretativismo».

Pela relevância que tem a Educação, simbolicamente com ela encerro este capítulo. Opto por um tema, e apenas o aponto. Um leitor interessado poderá explorá-lo por meios seus e sua iniciativa. Aconselho a consulta do documento Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais, do Ministério da Educação (ME, 2001). A seguir reporto-me a Perrenoud (2001), reconhecido especialista no tema, cujas obras também aconselho.

Devemos ensinar conteúdos ou competências? Será esta uma boa pergunta? Será que o ensino e a aprendizagem baseados em competências relegam para segundo plano os conteúdos?

As competências não voltam as costas aos saberes: apoiam-se neles; mas não se limitam a eles. Referem-se à mobilização de recursos cognitivos múltiplos — conhecimentos, atitudes, capacidades, estratégias — em diversos tipos de situações, especialmente situações problemáticas. De modo condensado: competências são conhecimentos e capacidades em acção. E aprendem-se, constroem-se, mais do que se ensinam. É necessário criar na Escola condições de trabalho que estimulem tal construção. A mediação dos professores é de importância fulcral. Ela será mais eficaz se eles tiverem uma visão mais construtivista e menos transmissiva. E se «o nome de Vigotsky» lhes lembrar algo que não «o nome de um guarda-redes eslavo».

- O tema das competências essenciais não é ideologicamente neutro. Fazer opções no seu âmbito é defender, implícita ou explicitamente, uma visão do ser humano e da sociedade. É também responder à questão: *estamos do lado de quem?* Dependendo do modo como se concebem as competências, reforçamos ou enfraquecemos certas visões do ser humano e do mundo social.
- As questões ideológicas acentuam-se quando nos arriscamos a dizer quais são as competências essenciais na sociedade actual e, portanto, quais as que devem ser prioritariamente desenvolvidas pelos sistemas de formação.
- Avançamos então para um terreno que, convém esclarecer, é político, filosófico e ético, bem como científico.
- As competências essenciais não se dão a conhecer. São construídas a partir de pontos de vista teóricos, mas também ideológicos. Temos, assim, matéria de controvérsia e debate.

O acabado de explanar estabelece fortes laços entre temas psicológicos e epistemológicos já tratados nestas Notas e outros que a seguir se tratam.

VII. RETÓRICA, ARGUMENTAÇÃO, ÉTICA

Os capítulos anteriores passam por mundos de Ciência, Tecnologia, Cultura, História, Filosofia — Epistemologia, Ética, ... —, Psicologia, Física, ...

Pelo caminho, pelos caminhos, passámos em cima e em baixo e ao lado de entroncamentos, cruzamentos, encruzilhadas, pontes, talvez túneis, mares e rios e atmosferas, outros ares cosmológicos até, ligando aqueles temas com pontas de outros como Ciências Sociais e Humanas, Literatura, Pintura, Música, Forças Armadas, Caos, ...

Um leitor atento alcançou que tais viagens por tais temas e caminhos não consistiram apenas em olhar e ver paisagens de verdades. Houve guias: os muitos autores referidos, eu próprio, o próprio leitor.

Houve esclarecimentos e negociações sobre significados de palavras e conceitos e respectivos contextos, sobre visões do mundo e de nós próprios, sobre valores; houve opções, controvérsias e consensos. Mesmo em Física e entre físicos.

E o leitor terá atentado em que tudo isto foi construído e desconstruído e reconstruído com certas lentes, algumas talvez incertas; com grelhas de leitura explícitas ou implícitas; valorizando, desvalorizando, confrontando valores por vezes contraditórios; e também com intencionalidades. Mesmo em Ciência e em Tecnologia.

Houve argumentos e opções dos autores referidos e também do autor destas Notas. E certamente que o próprio leitor foi argumentando e replicando com o interlocutor que foi cada passagem aqui escrita e com o interlocutor que foi ele próprio. Em voz alta ou em pensamento, o leitor dialogou e argumentou comigo e consigo. Foi crítico certamente. E certamente que, mesmo ao aprender o que não sabia; e mesmo antes de começar a ler estas Notas; e até depois de as ter lido até aqui e até ao fim e de eventualmente as ter relido ou vir a reler — sempre teve e terá presente os seu modos de ver, os seus valores e princípios estruturantes e as suas intenções.

Negociação de sentidos, argumentação, contextos, valores. Destes mesmos temas trata este capítulo, para os aprofundar. Temas culturalmente transversais e de importância central em C&T. Temas *retóricos*.

Começo por referir aspectos que *não* trataria e sentidos que *não* empregarei:

‘ O termo argumentação é frequentemente associado a discussões, a disputas verbais, que cada parte envolvida pretende vencer mostrando que é ela que tem razão. É precisamente disto que trata Arthur Schopenhauer na sua obra *A arte de ter sempre razão*. Schopenhauer (2006) compara esta arte à dos duelos em que não importa quem tem razão quanto aos motivos: o que interessa é defender e estoquear. A preocupação não é com a verdade, mas ganhar, ter razão. O objectivo daquela obra é elucidar-nos sobre como podemos defender-nos de ataques de qualquer natureza, sobretudo os desonestos, atacar o que outro afirma e não nos expormos à refutação. Mesmo quando se tem razão, é necessário estar precavido contra estratégias desonestas; e muitas vezes temos que recorrer a elas para combater o oponente com armas iguais. Disto trata Schopenhauer, apresentando-nos 37 Estratégias em que vale tudo — encolherizar o adversário, esconder o jogo, mudar de assunto, usar sofismas — e um último recurso, o “37+1 = 38”: tornar o assunto pessoal e sermos insultuosos. Para

evitar confusões, Schopenhauer esclareceu que esta sua obra trata de "dialéctica erística".

O termo *retórica* é frequentemente associado ao uso de figuras e tropos na linguagem, a dotes especiais na arte de bem falar ou escrever, à oratória, à eloquência. Muitas vezes, com conotação pejorativa de pompa, floreado, palavreado vazio; e mesmo de carência de rigor, demagogia, não-ciência. Outras vezes, é associada a técnicas argumentativas de aliciamento ou sedução destinadas a demonstrações inconsistentes e enganadoras.

A Argumentação é nestas Notas tratada apenas ao de leve. E é-o referindo-se a vertentes e sentidos diferentes dos referidos: é tratada no âmbito da Retórica. E a Retórica aqui tratada é também distinta do acima esboçado.

Reportar-me-ei a âmbitos e sentidos que, sobre Argumentação e Retórica, a Filosofia vem elucidando desde meados do século XX e impondo na ordem do dia sobretudo desde os anos 70.

Eis uma das minhas preferidas formulações curtas do que é a Retórica:

A Retórica é o encontro entre as pessoas e a linguagem na exposição das suas diferenças e das suas identidades; é a negociação da distância entre as pessoas a propósito de uma questão, de um problema (Meyer, 1994).

Reporto-me a Toulmin (1994). O autor sublinha que este século testemunhou uma lenta corrosão da ideia de que conceitos e proposições imutáveis são os instrumentos e os veículos primordiais da verdade intemporal, geral e descontextualizada — ao mesmo tempo que reconquistavam importância as elocuções orais e as concepções alternativas no interior de *actividades contextuais*, situadas no espaço e no tempo. Tratou-se de uma mudança que conduziu a considerar a retórica e a prática em pé de igualdade com a lógica e a teoria, mesmo no cerne da Filosofia. Presentemente, as questões sobre as circunstâncias em que os argumentos são apresentados, ou sobre a audiência a que se dirigem — questões retóricas —, desalojaram as questões de validade formal enquanto preocupação primária da Filosofia, mesmo da Filosofia da Ciência. Este renascimento da Retórica faz parte duma deslocação mais ampla na cena cultural do Ocidente. No momento presente, os filósofos e os lógicos não estão apenas reconciliados com a Retórica e com outros aspectos não analíticos da Argumentação: já não podem passar sem eles. Este reconhecimento traz para alguns de nós um sentimento de alívio verdadeiramente emancipador.

Noutra obra, Toulmin (1990) refere o renascimento da Retórica em vários âmbitos específicos, da Antropologia Cultural à Medicina, passando pela Filosofia, Literatura e Jurisprudência.

A obra de Stephen Toulmin está intrinsecamente ligada ao Vê de Gowin, ou Vê Epistemológico, estudado a páginas 73. Está mesmo na sua origem: Gowin, trabalhando no domínio da Cognição e da Educação, construiu o seu Vê com base no modo como Toulmin esquematizou a estrutura da Argumentação na sua obra *The uses of Argument* (Toulmin, 2003). Eis mais uma bela ilustração das frutuosas interacções entre Epistemologia, Educação, Argumentação e Retórica.

Enfatizo essa ilustração inspirando-me em Erduran et al (2004), que relatam um trabalho sobre a aplicação da estrutura argumentativa de Toulmin na análise de discursos argumentativos em aulas de ciências. A aprendizagem das ciências envolve a construção e o uso de ferramentas, de instrumentos. A Argumentação constitui uma importante ferramenta para fazer evoluir o conhecimento científico, assim como uma componente vital do respectivo discurso. Desempenha um papel central na construção de explicações, modelos e teorias:

os cientistas usam argumentos para relacionar os dados que seleccionam com os enunciados que propõem. A Ciência constrói teorias, abertas à crítica, que possibilitam possíveis explicações sobre como é o mundo. No coração da Ciência e no centro do discurso dos cientistas, está a Argumentação sobre a adequação de uma configuração experimental, sobre a interpretação de um objecto, evento ou dado, sobre a validade dos enunciados de conhecimento. É por intermédio deste processo argumentativo no interior das comunidades científicas que é mantido o controlo de qualidade da Ciência. A Argumentação tem também um valor cognitivo chave nos processos de ensino e aprendizagem das ciências. Quando estes processos envolvem Argumentação, os alunos exteriorizam os seus pensamentos. Esta exteriorização materializa a passagem de uma Argumentação consigo mesmo, intrapsicológica, para a uma Argumentação interpssicológica, aberta à apreciação pelos pares e pelo professor. Esta passagem é de importância crítica. A Argumentação com os pares e o professor potencia a aprendizagem de práticas e discursos que caracterizam as actividades em comunidades científicas. Sousa (2008) tratou também temáticas deste âmbito.

Caro leitor, reparo que uns dialogantes se preparam para interromper de novo a minha escrita. Têm ar de ardilosos mas bem-intencionados. Trazem debaixo do braço vários escritos. Futuro que os não citem no calor da argumentação. Os que consigo obrigar aqui anoto.⁷ Quanto ao meio utilizado no diálogo, nem sei dizer se ele é oral ou escrito. Eu ouvi-os falar e vi-os escrever... Mas trata-se de diálogo e Argumentação, tenha o meio sido um ou outro.

Enquanto me interrompem assim, diálogo de mim para mim: oralmente torvelinho, escritamente adivinho, espiritualmente rumorinho.

95

— Hum... Epistemologia, Argumentação, Retórica... na Educação... Argumentação entre alunos... estes a negociar sentidos com o professor... e isto potencia a aprendizagem de práticas e discursos das comunidades científicas... Estarão mesmo nas aulinhas de Meio Físico, Ciências da Natureza, Ciências Físico Naturais, Biologia? Daquelas onde os alunos têm que aprender as matérias, e ser avaliados, e passar para o ano seguinte? Isto soa a "eduquês".

— Não sei que língua é essa. Mas o que vejo ali acima parece-me português...

— Mas então vais agora, em aulas que tratam de ciência e tecnologia, meter a sociedade e o resto do mundo com filosofices e floreados de estilo e ainda por cima fazendo com os alunos negócios em vez de lhes ensinar o que têm que saber?

— Isso soa-me a educacionalmente iletrado "cientês".

— Não sei que língua é essa. Eu acho que estou a falar em português... Não me digas que também queres que se ensine "eduquês" e "cientês" aos alunos para eles perceberem os debates...

— Se calhar... infelizmente... Mas diz-me: onde foi que clara e distintamente te iluminaste sobre "o que eles têm que saber"?

— O que eles têm que saber é o que está nos livros. Talvez melhor, o que lá deveria estar, porque os manuais em geral são maus: é figurinhas e pouco mais. Mas neles não está que os alunos negoceiam significados com o professor. Os significados são os que os cientistas estabeleceram. E se os alunos já os soubessem, não precisavam de ir para a Escola. Ou então, iam para lá ensinar.

— O que eles têm que saber não é só o que está nos livros. Se fosse, os professores e as escolas não seriam necessários: os alunos liam os livros, e pronto. O que eles têm que saber está no *Curriculum Nacional*. E aí se diz que os alunos têm que aprender conteúdos e desenvolver competências. E, se não se desenvolvem competências sem conteúdos, também foram aprendidos saberes por alguém que os não sabe usar. Um aluno, uma pessoa, não é um autómato passivo e acrítico dentro de cuja cabeça se metem os saberes com um funil lá espetado e as letras dos livros a escorrer por eles abaixo e pelo funil adentro.

— Até que nem está mal pensado... Era mais rápido e eficaz, e ficava mais barato. Claro que tínhamos que escolher livros bons e espetar o funil no sítio certo, conforme a matéria...

— Vou à cozinha buscar um funil. Prepara a cabeça.

— Calma... Isto é só um modo de falar... uma figura de estilo... uma analogia... estava a falar metaforicamente.

— Pois então, ó meu estilosso, vê lá se percebes o que te vou dizer. Se não perceberes, chumbas redondo e vais mas é trabalhar. Ninguém disse que nas aulas de ciências ou outras se vai dar às criancinhas injecções cerebrais de Argumentação e Ética. Pelo contrário, o que li foi que dar injecções de ciências não é o melhor método para elas aprenderem seja o que for. E ninguém diz que elas já sabem e que é por isso que os conceitos, os significados, as palavras e o seu uso, devem ser negociados, debatidos, argumentados. O professor tem que saber o que os alunos sabem e não sabem e como sabem. O aluno tem que compreender o que é que o professor está a dizer. Só partindo dos mundos cognitivos e afectivos dos alunos se pode conseguir que eles evoluam. Cada um só pode evoluir a partir do ponto em que está. Não ganharás grande coisa se eu te oferecer um bilhete de avião para ires de Srebrenikovskal de Baixo para Tribolomonca de Cima estando tu aqui nesta cidade sem fazer a mínima ideia sobre onde fica o coiso de baixo nem como podes lá chegar nem porque diabo hás-de ir ao coiso de cima, de que nada sabes, ademais estando tu aqui tão bem.

— Isso é uma metáfora? Não. É uma analogia em forma de funil.

— É ou não metáfora?

— Outra vez? Já te disse que não!

— Mas não estou a perceber porquê.

— Queres que vá buscar o funil?

— Deixa-te disso. Para mim, é metáfora, porque dizes Srebrenikovskal de Baixo mas queres dizer outra coisa. Bem percebi.

— Lá perceber isso, percebeste. Mas não percebeste bem. Acho que em vez de um funil precisas de coisa análoga mas mais potente. Talvez uma mangueira de alta pressão.

— Isso é uma analogia?

— Não.

— Mas disseste análogo...

— Disse análogo como poderia ter dito afim, semelhante. Afirmei uma semelhança. Utilizei uma estrutura de raciocínio e argumentativa que consiste em utilizar o operador “semelhante a”.

— É a mesma coisa.

- Pois por ser a mesma coisa é que não é analogia.
- Homessa... Então tu usas uma estrutura de raciocínio, uma estrutura argumentativa, que estabelece uma relação, e dizes-me que não estás a usar uma analogia?! Para mim, é em tal estrutura que consiste precisamente uma analogia.
- Parece que este negócio vai demorar mais tempo que o previsto. Abre-me bem esses olhos, pega nas tuas mãos e faz umas conchinhinhas atrás das orelhas para ouvires melhor e põe-me esses teus preguiçosos neurónios a trabalhar. Uma analogia não é uma estrutura de relação. Queres que repita?
- Quero.
- Uma analogia não é uma estrutura de relação. Queres que repita?
- Não. Eu cá não sou nenhum garrafão que se encha com um funil. E acho que o que dizes nem passaria no gargalo. Então... uma analogia...
- Uma analogia é uma relação entre estruturas.
- Mas agorinha mesmo dissesse que não era...
- Estás com pouca atenção. Olha aí para os teus apontamentos e não me faças perder tempo e gastar papel.
- ?!...
- Uma analogia não é uma estrutura de relação. Uma analogia é uma relação entre estruturas.
- ...
- Repete comigo: uuma – analogiiia – NÃO – é – umaaa – eeestrutura – de – reelação – É – uma – re la ção – entreeee – es tru tu ras.
- Já repeti, mas fiquei na mesma.
- Pois em casa repete 30 vezes. Hás-de entender.
- 30?
- 30 oralmente e outras tantas por escrito.
- ...
- E é melhor que leias o Tratado de Argumentação nos próximos 15 dias.
- Mas são 600 páginas...
- É assim. Se não queres negociar comigo, negoceia com Perelman e Olbrechts-Tyteca.
- ...
- Entretanto, vou explicar melhor. Uma analogia é uma relação entre estruturas. Imagina, pensa. Estou a falar no âmbito de um certo tema, e estabeleço uma relação; reporto-me a outro foro temático, a que chamo simplesmente foro para melhor compreensão, e estabeleço outra relação; e depois relaciono as duas estruturas. A analogia consiste na relação entre a estrutura do tema e a do foro.
- Qualquer coisa como: "A está para B no tema, como C está para D no foro"...
- De um modo esquemático e suficientemente simples para ti, é isso mesmo.
- E a metáfora... bom... também é mais ou menos isso... não?...

— Num certo sentido é mais, noutro sentido é menos. E num sentido melhor ainda: é tão mais e tão menos que é diferente. Há uma mudança de lugar, que é mais de qualidade do que de quantidade. Mas isto é um lugar-comum.

— Para mim, não é comum...

— Uma metáfora, pelo menos em termos de argumentação, é uma analogia condensada. Resulta da fusão de um elemento do foro com um elemento do tema.

— ...

— Enquanto procuras nos apontamentos o que são o foro e o tema, vou ilustrar aqui no quadro com uns ditos de Aristóteles:

O que a velhice é para a vida, a tarde é o para o dia. Dir-se-á, portanto, da tarde que é a velhice do dia e da velhice que é a tarde da vida.

Nesta ilustração, o tema e o foro são tratados de maneira simétrica. É para perceberes melhor. Podes escolher qual é o tema e qual é o foro. Neste caso, a partir da analogia "A está para B como C está para D", constrói-se uma metáfora utilizando a expressão "C de B" para designar "A".

Seja: velhice – A; vida – B; tarde – C; dia – D.

Nota bem: "a velhice é a tarde da vida". "A é C de B".

— Já estou a perceber melhor, acho. Mas...

— Mas claro que esta é apenas uma das muitas maneiras de realizar uma fusão entre tema e foro.

— ...

— ... A metáfora, fundindo domínios, transcende classificações tradicionais. Por isso, é um instrumento de criação poética, filosófica e científica por excelência.

— Acho que prefiro os negócios ao funil.

— Deixa aí o funil mais um bocadinho pois quero dizer mais umas coisas antes de esta aula acabar. Tem cuidado para não transbordares. É importante que em aulas de ciências, com crianças, jovens e adultos, se pratiquem práticas argumentativas, de modo a que estas evoluam. As pessoas, sobretudo as crianças, habitualmente começam por ter atitudes autocentradadas. É necessário ajudá-las a evoluir para estádios mais avançados, para práticas argumentativas mais descentradas e reflexivas. É necessário que os alunos explicitem os seus conhecimentos prévios. É daí que se deve partir. Ao propor uma tarefa, o professor deve saber isso e deve negociar — isto é: debater, argumentar — com os alunos significados e propósitos. Com a orientação do educador ou professor, os alunos, designadamente em trabalhos experimentais e noutras actividades práticas, devem formular conjecturas, elaborar boas perguntas, equacionar problemas; e experimentar, fazer, recolher e tratar dados. Devem analisar os resultados obtidos. Devem explicar, argumentando com os colegas e o educador ou professor, como dos dados chegaram aos resultados. Devem confrontar estes com os pontos de vista que defenderam e as conjecturas que elaboraram. Devem explicitar o que aprenderam e para que serve isso, argumentando consigo mesmo e com os colegas e o educador ou professor. Devem criticar e expor-se à crítica argumentativa dos pares e do educador ou professor. Em todos estes processos, o professor deve apresentar aos aprendizes as ciências como sendo intrinsecamente humanas e deve ter em conta aspectos éticos e afectivos. Tudo isto desenvolve competências cognitivas e metacognitivas; o raciocínio; a escolha de pontos de vista

e de critérios partilhados; a literacia científica. Tudo isto promove a formação de cidadãos com competências para trabalhar, com atitudes positivas face à ciência, com capacidade e vontade de intervir cívicamente. Tudo isto promove a formação de cidadãos com comportamentos informados e prudentes.

— Confesso que me perdi um bocadinho. Ainda estava aqui às voltas com a tarde e o dia e o ABCD.

— E com o “eduquês”?

— Como?! Ah, não, isso foi só uma provocação minha... Nem sei o que isso é.

— E o funil?

— Bom, quanto a isso... Bom, isso era mais ou menos o que eu pensava mesmo. E, de certo modo, ainda penso. Não julgues que mudo de ideias só com umas metáforas... Além disso, toda esta conversa que estamos a ter é muito interessante, mas é a dois. Não estou a ver um professor a fazer isto com 30 alunos ao mesmo tempo.

— Os professores sabem muito mais do que tu pensas. São profissionais. Sabem coisas que não sabes tu, nem sabem filósofos, físicos, gestores, matemáticos, jornalistas. Claro que seria preferível que as turmas tivessem 20 alunos em vez de 30. E que em muitos outros aspectos as suas condições de trabalho devem ser melhoradas para melhor exercerem a profissão. Mas os educadores e professores sabem fazer coisas muito difíceis. Mais difíceis do que fazer metáforas ou ter conversas destas.

— Sim, mas se houvesse assim... sei lá... um método de ensino mais universal, que fosse mais fácil de aplicar... se fosse mais fácil ministrar a ciência de modo a aumentar o sucesso escolar... É que os alunos sabem cada vez menos... E não é só em Portugal: em todo o lado se diz isso. Bom, nós dizemos mais, parece, mas o problema é mundial... É a televisão e os jogos, e os erros de ortografia, e só sabem fazer contas com máquinas...

— Esse cliché de que os alunos sabem cada vez menos é cliché desde que há alunos. Seria de espantar que, sabendo-se cada vez menos desde sempre, ainda não tenhamos conseguido chegar de novo à idade da pedra do conhecimento... Desde sempre que os alunos sabem cada vez menos, se fores ver o que se dizia há 10, 100, 500, 1000 anos. É catarse. Os alunos sabem cada vez menos, dizemos mais e mais nós e as sociedades — apesar de sabermos cada vez mais. Nós, alunos inclusive, sabermos cada vez mais.

— Sim, mas se houvesse um método de ensino mais universal, mais fácil de aplicar, mais eficiente, que gastasse menos recursos, e que tivesse mais sucesso... Seria melhor, não?

— Não tenho nada contra. Desde que seja democrático e funcione bem, formando cidadãos sabedores, críticos, cultos, solidários, competentes... Agora quanto à universalidade, à uniformização total, tenho algumas dúvidas... Nem sei bem o que queres dizer com isso.

— Também tenho as minhas dúvidas. Para não ir mais longe: será possível criar um sistema educativo unificado na União Europeia?

— É um bom tema.

— A União Europeia daqui a pouco terá uns 30 países. Em quase todos eles há Regiões, e em alguns há mesmas nações, algumas com a sua própria língua. As próprias tradições educativas são muito diversas: o currículum anglo-saxónico; a “didaktik” de Portugal, Espanha, França, Itália, Alemanha, Suécia, ...; a dialéctica de influência marxista de países da Europa oriental; tradições de influência islâmica, presentes em várias regiões e

países, e na gigante Turquia que em breve deverá estar connosco. Achas que será possível criar um sistema educativo unificado?

— *Mas creio saber que tu és um europeísta convicto... Queres ou não a construção europeia? Qual é o teu grau de vontade em que se construa uma União Europeia alargada, forte e democrática?*

— *O maior possível. Sou arraigadamente europeísta.*

— *Eu também. Felizmente já muito se conseguiu, e desejo que muito mais se consiga. E estou certo de que se conseguirá, apesar da complexidade do processo e de todas as dificuldades. Os referentes democráticos, sociais e culturais europeus existem e merecem aprofundamento e boa governança comum; o mesmo aplica à circulação de pessoas, à moeda única, à política externa, à geopolítica, e mais.*

— *Sim... e a Educação não pode ser ignorada. No entanto...*

— *Que dizes do Processo de Bolonha?*

— *Bom, tem alguns defeitos, mas apesar de tudo parece-me bem o Sistema Europeu de Transferência de Créditos, ou "European Credit Transfer System", ECTS; e que estudantes e professores tenham vivências de aprendizagem e ensino em vários países; e que se enfatize o ensino por competências; e se contabilize o tempo que os estudantes precisam efectivamente de trabalhar e não apenas os tempos das aulas; e que haja alguma uniformização dos graus académicos, até para facilitar a mobilidade de profissionais e para atrair mais pessoas de outras regiões do mundo para estudar ou trabalhar na Europa... Será preciso aplicar mesmo certas coisas, como o ensino centrado em competências, e melhorar e aprofundar outras, mas mesmo assim está a valer a pena...*

— *Concordo. Mas olha bem que com essa de atrair mais pessoas de outras regiões do mundo já estás a trazer para cá mais diversidade ainda.*

— *Pois. Mas foi em boa parte por essa via que o Reino Unido e os Estados Unidos conseguiram ter cientistas dos melhores que há no mundo: indianos, japoneses, paquistaneses, árabes, chineses, africanos, ...*

— *E portugueses, polacos, sérvios, italianos, lituanos, ... europeus...*

— *Pois.*

— *Eu também sou arreigadamente europeísta. E, como português, não sinto que tenhamos perdido identidade alguma.*

— *Pelo contrário, pelo mundo fora Portugal é bem mais conhecido enquanto tal, na sua especificidade, desde que não está "orgulhosamente só", como queria Salazar, e sobretudo desde que orgulhosamente participa na construção europeia.*

— *Construamos pois uma Europa mais alargada, forte, democrática. Quanto a esta vertente ética, parece que estamos de acordo.*

— *Sem dúvida.*

— *Mas então o que fazemos aos Sistemas de Ensino, que fazer com o que dizes sobre as dezenas de países a as suas tradições curriculares, didácticas, marxistas, cristãs, judaicas, muçulmanas e mesmo budistas, taoistas, animistas, ...? Como encarar este tema à luz da opção ética de base com que estamos de acordo?*

— *Aprofundar "o processo de Bolonha", conseguir progressos democráticos, inovadores, competitivamente vantajosos, humanistas, ...*

- Sinergias que entrelacem o melhor de todas estas culturas...
- Mas isso não é passível de ser feito de uma só vez por decreto...
- Claro: tem que ser sempre refeito e refeito e sempre movido pelas forças das diferenças e de possíveis sínteses que as transcendam e que é preciso inventar...
- Que configurem uma democrática e partilhada cultura...
- Isso é importantíssimo. Uma cultura em que vivam em pujante liberdade as mil e uma culturas que só assim vivendo continuarão a dar sentido a tal entrelaçado progresso. É isso que queremos. Pelo menos, sabemos o que queremos e para quê. E portanto é preciso passar à acção. A boa questão não é pois: “é possível?”.
- Pois. Queremos que seja possível. Temos que fazer por isso. A questão é saber o quê e como.
- Estou de acordo. O problema tem que ter solução. E essa tua questão é uma boa questão.
- Obrigado. Eh! Levaste-me bem, pá! Ora deixa cá ver... Utilizaste os Estratagemas 11, 24 e 26 de Schopenhauer!
- E ainda o 7, que é uma variante do método socrático, da maiêutica!
- Mas ainda bem que o fizeste.
- Obrigado. E, já agora, pega neste Tratado de Argumentação e vê que também usei um discurso de tipo epidídico: o que tem por finalidade aumentar a adesão aos valores que são comuns ao auditório e ao orador. Digamos que um de nós era o orador e o outro o auditório. Os discursos epidídicos (do grego “epideiktíkós”, demonstrativo) apelam a valores comuns, não contestados se bem que não formulados, para aumentar a adesão a esses valores.
- Compreendo. No fundo, qualquer professor faz isso... Mesmo que não exprima verdades, isto é, teses aceites por toda a gente, defende pelo menos os valores relativamente consensuais no meio social que o encarregou de o fazer.
- Sim. Mas, se se limitar a isso, se não explicar por que razões e argumentos e finalidades esse mesmo meio defende o que defende, se ocultar que há outros meios e mundos, não admitir diferenças, e se não der oportunidade ao debate e à controvérsia...
- ...pode dizer-se que está a fazer propaganda. Mas está descansado. Não acho que tenhas sido propagandista.
- Também acho que não. Aliás, desde o início desta conversa nós já estávamos de acordo quanto ao essencial. Ambos sabíamos disso. Não houve propriamente controvérsia porque não foi necessário. E nenhum de nós andou a esconder o jogo, nem teve necessidade de justificar a natureza não propagandística do seu discurso.
- Os professores não devem ser propagandistas. Bem sabemos.
- Sim. E devem ser moralistas quando necessário. Mas não podem nunca deixar de ser éticos. Têm que informar sobre regras, e ensiná-las, e impô-las se necessário. Mas a sua postura global tem que ser sempre a de dar lugar à liberdade.
- Mas só não fizemos propaganda de um para o outro porque não foi necessário: se não...
- Ora, ora. Bem sei que entre nós não há propaganda.

- Mas ideologia sim. E Ética. E Visões do mundo.
- Claro. Espero que noutras conversas estejamos mais em desacordo. Tem mais graça.
- Mas com estas também se aprende.
- Sim e também por mim falo. Partimos do que sabíamos, mas agora sabemos melhor. Neste caso, os nossos quadros de partida eram similares. Mas mesmo quando o não são, é sempre deles que devemos partir. E já que falámos de professores, que ele parta do que os alunos sabem é a base do construtivismo.
- Ora, não me venhas agora com essa conversa...
- Que queres dizer com isso?
- Quero dizer que toda a gente sabe isso, que isso é óbvio.
- Não é óbvio para os empiristas e indutivistas empedernidos, que acham que é só acumular dados da natureza até que as Leis desta se revelem, as Leis da Natureza nem mais nem menos, sem sequer admitirem que as Leis são deles, não Dela; nem para os inflexíveis racionalistas cartesianos, para os quais todo o conhecimento se deduz de verdades claras e distintas; nem para os positivistas ou empiristas lógicos, para quem as verdades estão aí, é só estabelecer leis empíricas de acordo com os factos e eventos observados e medidos, e exprimi-los em expressões logicamente válidas; nem aos refutacionistas, para quem uma teria só é científica se elucidar modos possíveis de tentar refutá-la, deixando de ser científica se algo não estiver de acordo com o que ela prevê; nem ...
- Não é óbvio, ou não foi, só mesmo para eles. Mais ninguém vai nessas tretas. Aos empiristas perguntarei se pensam por si mesmos quando defendem o empirismo, ou se descobriram o empirismo porque um dia lhes caiu na cabeça; aos indutivistas perguntarei quantas vezes o indutivismo lhes caiu na cabeça para generalizarem que na cabeça lhes cairá de novo ao fim de certo tempo e para sempre; aos racionalistas pergunto como demonstram fisicamente a clareza e a distinção dos seus arbitrários pressupostos e a seguir pergunto quando é que finalmente conseguem que a Natureza se comporte como eles racionalmente decidiram que ela deveria comportar-se, e na Natureza incluo-os a eles próprios; aos refutacionistas pergunto se deixaram de fazer parte da Ciência as Leis de Newton, mais do que refutadas porque nem conseguem resolver um simples problema só com três corpos, e refutadíssimas pela Física relativista e pela Física Quântica, e pergunto se não são científicos modelos que só funcionam mais ou menos e só em certas zonas de temperatura, e se não são científicas teorias como a do Big-Bang, apesar de todos os buracos negros, e aqui refiro-me a negros buracos teóricos por resolver, tantos que qualquer lógico que se preze só pode considerar que ela está refutada; e aos refutacionistas perguntarei se a sua filosofia é refutável e como, e depois informá-los-ei de que já foi refutada, para o caso de o não saberem, e isto apesar de a sua filosofia ser isso mesmo, Filosofia, e portanto não-ciência; e aos positivistas, que afirmam que "toda a proposição ou é analítica ou de natureza experimental", perguntarei qual é o estatuto dessa sua proposição, se ela é experimental ou analítica; e ...
- Estás muito certo e positivista... E um pouco pedante. E quiçá diletante.
- E tu agora para aqui com o Estratagema "37... 37+1..., 38": insultuoso, grosseiro e a desconversar com um "argumentum ad personam", um argumento dirigido à pessoa e não ao que ela diz. Toda a gente sabe que cada um vê o mundo com as suas próprias lentes, com o que sabe, à luz do que sabe. Toda a gente sabe que é racionalmente, com os seus conceitos, modelos, teorias e visões do mundo que procura e selecciona objectos ou eventos a estudar; e que o faz para resolver um problema ou responder a uma pergunta; e que procura e

seleciona dados empíricos sobre os objectos ou eventos, e que tem de tratar tais dados; e que deve comparar o que daí resulta com as suas construções racionais; e que só então pode chegar a deliberar sobre conclusões, chegar a contributos, a conhecimento, a respostas e soluções, e tem que argumentar devidamente para esclarecer, fundamentar, como chegou das suas premissas conceptuais e da sua actividade até tais conclusões, tem que convencer e persuadir a sua comunidade e não só, e o mesmo quanto à apreciação do valor do que anuncia; e que tudo isto modifica o seu mundo conceptual e os trabalhos empíricos que venha a fazer, e o modo como vê o mundo. Quem é que não percebe isto?

— Reparo que estás a olhar atentamente para essa folha que tens na mão... Deixa ver... Ah, estás a meter-te comigo! Isto aqui é o Vê de Gowin da página 73.

— Levei-te bem! Limitei-me a traduzir por palavras o que está aqui neste esquema. É para veres que também sei ser epidíctico.

— Tu foste é tautológico.

— E epidíctico.

— E eu a julgar que íamos ter um interessante debate...

— É só quereres: e se queres que te diga, não me ajeito nada com este Vê. E além disso acho que os mundos da produção do conhecimento e o mundo da aprendizagem são tão diferentes, que compará-los só traz confusão. E põe os professores a tratar as criancinhas como cientistas, alegadamente a investigar, mas é tudo a fingir: o que eles querem é que os alunos aprendam as matérias que têm que saber — e acho muito bem: quanto a isso, não há volta a dar. E além disso é preciso distinguir o que é a produção do conhecimento como ela é efectivamente realizada e as descrições que temos dos cientistas sobre os conhecimentos que produziram. Mais: ...

— Pronto, pronto, já chega...

— Então, repito: fui epidíctico. Mais: como antes de ter sido epidíctico eu, tinha-lo sido tu, usei um argumento quase lógico: o da reciprocidade.

— Pronto, está bem, mas discutir os argumentos quase lógicos não é o que interessa para aqui.

— Não?! Então ainda neste capítulo escrevi que...

— Escreveste?! Mas fui eu que...

— É a mesma coisa.

— Homessa...

— Não ligues. Estava a deliberar comigo mesmo.

— Então este diálogo é entre ti e ti?

— Não. É entre ti e ti.

— É a mesma coisa.

— Eu não disse?

— Estás mesmo quase lógico. Quase. Mas não interessa.

— Não interessa?! E então o Toulmin? E então tu, que ainda neste capítulo discursaste sobre mudanças que colocaram a retórica em pé de igualdade com a lógica, anunciaste que questões retóricas como argumentos,

contextos e audiências desalojaram as questões de validade formal enquanto preocupação primária da Filosofia, e agora dizes que é desinteressante discutir um dos tipos de argumentos da Retórica, da Argumentação?!

— ...

— Não interessa?! A ti, que aqui trouxeste o Perelman e outros para dizer que a faculdade de deliberar e argumentar é um sinal distintivo do ser racional?

— ...

— Não interessa?! A ti, que criticas Descartes, e bem, por ele considerar que é falso tudo o que é apenas verossímil? Por ele declarar que só é racional o que se impõe necessariamente, de modo claro e distinto? Isto não interessa?! A ti, que dizes e bem que se fosse como dizia Descartes a argumentação seria irracional, pois não se argumenta nem delibera se as premissas fossem universalmente claras e distintas e as conclusões se impusessem de modo necessário?

— Ouvi-te com atenção. Expressaste uma boa argumentação "ad hominem". Isto é, dirigida não à minha pessoa, à minha personalidade ou honra, mas a alegações minhas anteriores. Assim diria Perelman. Schopenhauer diria que usaste o Estratagema 21, mas nada de artifioso vejo no teu argumento. Um ponto para ti.

— Outro para ti pela explicação. Reciprocamente. Quase lógico. Com os cumprimentos de Perelman.

— Interessante...

— Estás a ver como é interessante?

— "O que é honroso aprender, é também honroso ensinar": Quintiliano.

— "Se vender uma coisa não é vergonhoso, também o não é comprá-la": Aristóteles.

— "Os atenienses exigiam de si mesmos que tivessem para com os que lhes eram inferiores sentimentos idênticos aos que pediam aos que lhes eram superiores": Isócrates.

— "É uma tolice chorar porque daqui a cem anos não estaremos vivos, igual à de chorar porque não estávamos vivos há cem anos": Montaigne.

— Essa já foi um bocadinho mais geral... Foi quase quase lógica.

— E esta: alguém abre uma garrafa de espumante que faz muita espuma; uma criança olha espantada; perguntam-lhe porquê e ela responde "Não é por sair daí tanta coisa... Não percebo é como conseguiram meter isso tudo lá dentro".

— Quase quase quase lógico. Reciprocidade a escapar dos limites de aplicação... Efeito cómico. Diz-se que uma estória parecida com esta — era um inglês na Índia a abrir a garrafa de cerveja e quem se espantou foi um indiano — foi uma das poucas que conseguiu fazer Kant rir.

— Pois. As condições de aplicação destes argumentos não são puramente formais: resultam de uma apreciação da importância dos elementos que distinguem as situações que, todavia, são julgadas simétricas de um ponto de vista determinado.

— Muito bem. Mas não podemos discutir aqui tudo. Eis um dilema: ou continuamos nisto da Argumentação; ou discutirmos coisas que interessam mais para aqui, como a Ciência, Cultura, ...

— Já nem me lembra disso.

— Pois eu estive sempre a pensar nisso. Porque os cientistas e tecnólogos e os cidadãos debatem C&T preci-

samente pela via da... Argumentação. Ainda há pouco fizeste uma leitura de tipo argumentativo do Vê de Gowin.

— “Ad hominem” por defeito. Muito bem.

— E quanto ao dilema?

— O dilema é também uma forma de argumento. Baseia-se num argumento de divisão. Uma das espécies de dilema é aquela em que se limita o quadro do debate a duas soluções, ambas não satisfatórias mas entre as quais a escolha parece inevitável. Saudações de Perelman.

— É sempre necessário não nos deixarmos encurralar em alternativas redutoras. Há dilemas que podem ser dissolvidos, recusados. Devemos procurar outras soluções, outras vias, quando uma divisão em duas partes que nos é proposta é artificiosa, impõe restrições que não aceitamos, não esgota todos os possíveis.

— Isto está a aquecer... Vou ligar o ar condicionado.

— É melhor abrires a janela: lá fora está fresco.

— Estás muito poupadinho.

— Amigo do Ambiente. Ou seja de mim, caro amigo.

— Eu abro a janela. Enquanto isso, por favor vai buscar uns copinhos de água.

— Mineral?

— Achavas que era vegetal ou animal?!

— Queria dizer, da torneira, ou engarrafada.

— Da torneira. É mais ecológico.

— Hum, muito amigo do Ambiente, caro amigo.

— É, estamos todos ligados. Está tudo ligado.

— Mesmo a água e a energia?

— Claro. Produz-se energia em centrais hidroeléctricas. Armazenas água em albufeiras, tens água com energia potencial gravítica. Deixas a água descer, diminui a energia potencial e aumenta a cinética; injectas a água em turbinas ligadas a geradores de energia eléctrica. Nas centrais termoeléctricas a energia potencial que se usa é química, é a dos combustíveis. Queimas estes e assim aqueces água que, em vapor, é injectada em turbinas ligadas a geradores eléctricos. Em centrais nucleares, é necessário arrefecer a zona onde as reacções se produzem, o que é feito com água de um curso próximo. Claro que o curso de água aquece. Queimar combustíveis provoca chuvas ácidas que contaminam os cursos de água. À água engarrafada está associada a energia usada para construir as garrafas, para a engarrafar e para transportar as garrafas do local de produção para as lojas e destas para as casas. Numa habitação, mais de 30% da energia é usada para aquecimento de águas sanitárias, sendo um crime de lesa-humanidade que em países com tanto sol como Portugal isso não seja feito com colectores solares. Também posso referir que os petroleiros vêm por mar. E que o corpo humano só não coze com o calor gerado pelas suas combustões internas porque liberta energia sob a forma de calor: cada pessoa liberta cerca de 70 Joules por segundo, ou seja 70 W, o equivalente a meia dúzia de lâmpadas das “economizadoras”. E que o corpo humano liberta grande parte esse calor por intermédio da evaporação de água, da evaporação do suor: quando umas moléculas de água líquida passam para a

fase de vapor deixam mais fria a água que não evaporou. E há já centrais hidráulicas, não em rios, mas que funcionam com as marés do mar. E outras que funcionam com a energia das ondas... E os oceanos são determinantes na regulação da temperatura e da pressão atmosféricas e, assim, nos regimes de ventos e por isso na energia eólica... Está tudo ligado!

— É... Mas pensar em petróleo e energia nuclear quando se bebe água... Já nem me apetece beber... Mas tenho mesmo sede.

— Mais um dilema...

— Ao menos já resolvemos o dilema anterior...

— Qual? Ah, aquele quase lógico! Já nem me lembrava. Resolvemos?

— Sim: estamos a Argumentar... sobre Ciéncia, Tecnologia, enfim, Cultura, ...

— Isso está bem visto. Mas continuo com o dilema da água.

— Isso não é um dilema. É uma mania. É melhor beberes. Somos feitos de água em mais de 70%...

A água foi o cadiño do mundo e de todas as criaturas...

Paracelso, citado por Ball (2002)

A água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve ser protegido, defendido como tal.

Directiva 2000/60/CE

— Tens razão. Preciso de me hidratar.

— Pois. E em vez de pensares em petróleo, pensa noutras coisas. Pensa que a água foi determinante para o aparecimento da vida. A espécie humana provém de espécies que nasceram dentro do oceano. E agora cada um de nós tem um oceano dentro de si. A água é a componente quantitativa e qualitativa mais importante de cada ser vivo. E não só: é determinante para a qualidade do habitat terrestre em geral.

— É, mas agora estás a falar de água salgada... E já vais aí pelo planeta fora. Eu agora só quero é beber um copinho de H_2O .

— Mas olha que não é bem isso que vais beber...

— Essa agora... Mudaram a fórmula?

— Não estou a desconversar. Vais beber água com sais minerais dissolvidos, e ainda um bocadinho de cloro usado para a desinfectar, e uns ióezitos de hidrogénio do qual depende o pH, e uns resíduozinhos sólidos que não vão ter tempo de assentar antes de beberes o copinho... Espero que não tenha metais pesados.

— Ora, a água da rede é boa, é testada.

— Tens razão. Estava a meter-me contigo.

— Mas tu também tens razão: muitas vezes fala-se de água, sem se explicitar suficientemente de que água se está a falar, e para que fins. Em que pensas tu quando pensas em água?

— Água corrente, comum, H_2O e uns sais minerais...

— Só? Dou-te uma ajuda: falaste em corrente...

— Rios!

— Limpos? Poluídos?

— Limpos. Com peixinhos.

— Potável?

— Isso agora... Hoje em dia, para ela ser potável é preciso tratá-la. A maioria das pessoas vive em cidades, e mesmo em zonas rurais a água directamente potável escasseia.

— E falámos em energia...

— Barragens, Alqueva, energia das ondas...

— Alqueva, Guadiana... Nascente do Guadiana... Sabes onde fica ela?

— Não.

— Nem eu. Nem ninguém. Sabe-se onde ficava. Mas já não está lá. Desapareceu. Por que teria sido?

— Se secou... Deve ter sido porque a secaram... Furos e poços? Regas intensivas?

— Foi isso mesmo que aconteceu. E agora, como é que há rio?

— Só se for com água da chuva.

— É mesmo. Bom, mas algumas que escorrem dos campos de cultivo, cheias de azoto de matéria vegetal podre.

— Continuemos com este interrogatório socrático. Schopenhauer diz que é o Estratagema 7: interrogar o adversário de modo a extrair dele o que queremos, isto é, de forma a conseguirmos demonstrar os nossos pontos a partir das concessões dele. Mas tu não achas que eu estou com estratagemas, pois não?

— Tu? Olha quem! Eras lá capaz de fazer uma coisa dessas... Além disso, eu acho que o método socrático é um método pedagógico. Baseia-se em perguntas e respostas, é certo, mas as perguntas destinam-se a fazer surgir, na mente do parceiro da conversa ou do aluno, ideias novas, formadas à custa de outras nele já existentes; ou então a levá-lo ao reconhecimento de um erro para, em seguida, o conduzir o ultrapassa. Também gosto de lhe chamar maiéutica, do Grego "maieutiké", "arte de fazer dar à luz": método praticado por Sócrates, e outros depois inspirados nele, que consiste em levar os espíritos a tomar consciência daquilo que sabem implicitamente, a exprimi-lo e a julgá-lo. Nada tenho, pois, contra o método socrático.

— E achas que as albufeiras servem só para produzir energia eléctrica?

— Tenho a ideia de que a barragem do Alqueva não foi construída tendo esse fim como principal... Seria para campos de golfe? Não devia ser... Acho que era para rega.

— Sim, essa era a finalidade principal. Se o é agora ou não, não sei.

— E a barragem de Foz Côa, que não chegou a ser feita por causa das gravuras, tendo então sido considerado que era melhor fazê-la no Sabor. Lembras-te da finalidade principal? Dou uma ajuda: lembras-te das finalidades

principais enunciadas?

— Lembro-me muito bem: produção de energia eléctrica e criação de uma reserva estratégica de água doce. Que tal? Estou a ser um bom discípulo?

— Excelente! De tal modo, que até já sei que não vale a pena invocar as águas subterrâneas, as que deveriam ser de superfície mas foram enterradas, nos cursos de água que andam por baixo das cidades...

— E não te lembras de mais nada?

— Está bem, o Sócrates agora és tu... Ora deixa cá ver... Quero ser bom discípulo... A água envolve muitas vertentes: físico-química, biológica, ambiental, ecológica, médica; lúdica e turística, desportiva; filosófica, axiológica, histórica; artística (literária, plástica, musical, ...); religiosa, mística; socioeconómica (agricultura, pesca e indústria, captação e distribuição, água potável, regulação da oferta e da procura, política de preços, ...); ...

— ... E Boutros-Ghali, Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas entre 1992 e 1996, afirmou que a água assumirá no século XXI o papel que o petróleo teve no século XX.

— E na Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável, que decorreu em Joanesburgo em 2002, a água foi uma das temáticas basilares do Plano de Acção que os Governos participantes delinearam e aprovaram para promover o desenvolvimento sustentável.

— E há a "directiva quadro" da União Europeia, a Directiva 2000/60/CE.

— Pois. Há vertentes políticas e administrativas, a nível regional, nacional, europeu, mundial. Há o que dissemos e também questões de estatização, privatização, concessão, municipalização, ...

— ... E a água pode ser vista a muitos níveis. O nível holístico não considera a água simplesmente como recurso hidráulico a ser explorado; nem se limita à compreensão de que todas as águas da Terra estão integradas num grande ciclo hidrológico; considera-a também de um ponto de vista ecossistémico; e, mais ainda, inclui percepções sobre a identidade territorial, o bem-estar, a beleza, a oferta lúdica, os sentimentos humanos, a capacidade de evocação de valores metafísicos, os valores em geral, a ética, ...⁸

— Acho que estamos a avançar, e bem!

— E há rios e mares e glaciares... E a água doce é apenas uma pequena percentagem da água que há no planeta...

— Mas pode dessalinizar-se...

— Usando energia...

— Como no Dubai: quase não tem água doce, mas tem petróleo e com ele dessaliniza a água do mar. Transforma petróleo em água. Bom, isto... enquanto houver petróleo...

— Mas quereremos nós um país artificial assim? Havendo um problema grave de energia, aquilo fica um deserto sem água, impróprio para humanos viverem...

— C&T, Vida, Política, Ética...

— Bom... acabando o petróleo, podem recorrer à energia nuclear...

— Outra vez água misturada com petróleo e energia nuclear? Até fico com sede!

— De petróleo ou de energia nuclear?

— Vou é fazer um sumo de fruta. E nuclear não, obrigado.

— Porquê?

— É perigoso. Já viste os acidentes que houve?

— Só conheço dois: um nos Estados Unidos e outro na União Soviética. Foram graves, é certo. Sobretudo o segundo. Mas incomparavelmente mais grave é o número de mortos e feridos nas estradas, em automóveis, nesta nossa civilização do petróleo...

— Mais grave?

— Incomparavelmente mais. Actualmente, morrem em acidentes rodoviários mais de um milhão e trezentas mil pessoas por ano no mundo. Em Portugal, apesar de a carnificina continuar, a situação tem melhorado muito nos últimos anos: no ano passado recebemos mesmo uma menção honrosa da União Europeia por termos sido o seu país em que a melhoria foi mais importante. Estamos já relativamente perto, e a aproximar-nos rapidamente, dos valores médios europeus. Isso é bom... mas só relativamente: não deixa de ser carnificina. E em termos mundiais a situação continua a piorar. Já pensaste bem? 1 300 000 de pessoas mortas em acidentes nas estradas, mais os quase 5 000 000 de estropiados... São mais de dez pessoas por minuto que no mundo morrem ou ficam com graves incapacidades. Adicionando os últimos dez anos com as estimativas para os próximos 10, temos nas estradas uma carnificina mais terrível do que a da 2ª Guerra Mundial. Agora, soma os mortos e doentes e incapacitados devidos à poluição dos transportes rodoviários. E em vez de 20 anos, considera 50. Temos aí números de empalidecer os de muitas guerras e muitas outras catástrofes todos somados.

— Realmente... Os veículos deviam ter letreiros obrigatórios do tipo "prejudica gravemente a saúde"...

— A saúde, a vida, o planeta, ...

— Pois é. E os aviões?

— São também movidos a derivados de petróleo...

— Não era a isso que me referia...

— Ah, referias-te à tua sede, ao facto de que os aviões e os barcos, movidos a derivados de petróleo, transportarem de uns sítios para outros no mundo, percorrendo distâncias de milhares de quilómetros, toneladas e toneladas por hora de água?

— O quê?!

— Sim, água. Sob a forma de frutas e legumes.

— Nunca tinha pensado nisso... Mas não era a isso que me referia. Era aos acidentes com aviões.

— Os das estradas são incomparavelmente mais graves. O que acontece é que os dos aviões têm mais impacto, designadamente na comunicação social, porque são relativamente raros e, quando ocorrem, são geralmente brutais. Mas, estatisticamente, é muito mais seguro andar de avião do que de automóvel. E quanto às centrais nucleares, é semelhante: as tremendas consequências de desastres que nelas ocorreram, dois acidentes graves em cerca de 50 anos, são incomensuravelmente menores do que as mortes e a poluição e as destruições criadas pelo petróleo. Só que estas são menos visíveis porque são diárias, hora a hora, minuto a minuto, sempre, continuamente, e menos brutais em tempos curtos, menos abruptas.

— Mas também há os resíduos nucleares... Não me parece bem deixar essa perigosa herança às futuras

gerações.

— Isso também não me agrada. Mas, por este andar, com a poluição do petróleo, as doenças por ela provocada, as chuvas ácidas e a desflorestação, o aquecimento global, as inundações e tufões e mudanças climáticas, a água doce dos glaciares e das calotes polares fugindo pelo mar adentro, etc., pode não faltar muito para pura e simplesmente já não haver um planeta habitável para futuras gerações, nem com resíduos nem sem eles...

— Bom, mas...

Iamento, mas interrompo esta transmissão em directo. Por falta de papel.

Frequentemente, entende-se por "ética" algo que evoca códigos morais, coisas que se deve ou não fazer, sentimentos de culpabilidade; e é habitual que falar de códigos morais remeta directamente para a moral afectiva ou sexual. Não é aquele o nosso entendimento; nem este é o nosso âmbito. Trataremos aqui de "outra ética"; e fá-lo-emos sobretudo em relação com a C&T. Estou a inspirar-me em Fourez (1996) e com tal inspiração prossigo.

Diremos que lidamos com uma temática ética quando está em jogo saber o que se deseja, o que é desejável:

- Que devo fazer? Que quero fazer? Que quero? Que quero com mais querer?
 - A que dou valor? A que dou mais valor?
 - Que tipo de vida quero?
 - De que acções sinto que sou capaz de me auto-responsabilizar?
 - O que é necessário fazer? O que queremos?

Em relação com temas éticos estão:

- A **Política**, que lida com compromissos que se aceitam para uma vida em sociedade com outros, partilhem eles ou não as nossas opções éticas, e para a sua governação; dito de outro modo: que trata de responder à questão “dada a diversidade das nossas éticas, dos nossos desejos e interesses, que ordem social e que normas queremos impor na nossa sociedade?”
 - A **Moral**, que respeita a normas e códigos partilhados no seio de um povo, uma nação, um país, um grupo específico de pessoas, uma religião, ...;
 - O **Direito**, que trata de normas e códigos formais e com força legal, tipicamente a nível de Estados.
 - A **Justiça** — aqui não no sentido de virtude ou princípio de conduta moral — que trará de fazer imperar o Direito e respeitar as Leis.

O debate ético é mais lato do que o dos códigos morais. A moral trata de algo que é consensual num determinado contexto e que se deve respeitar. Frequentemente, o que é moral num certo contexto geográfico e histórico é imoral noutras: o uso de calças por mulheres, a poligamia, os sacrifícios religiosos, as “guerras santas”, a escravatura, ... A Ética também é sensível ao contexto, mas a sua vocação não é especificamente tratar do que é consensual e está estabelecido como devendo ser respeitado: vai bem para além disso.

Chamo a atenção para um aspecto educativo que considero ser muito importante e respeitar a todos nós e, em particular, ao Sistema de Ensino e aos educadores e professores. Devemos manter sempre uma consciência clara sobre se determinados actos educativos se reportam à Moral ou à Ética. Sempre: em C&T e também em Ambiente, Saúde, Sexualidade, Cidadania, Política, Direito,... Perguntemo-nos de modo nu e cru:

- ✓ Estamos a dar lições de moral ou a promover a educação ética?
- ✓ Estamos a informar sobre o que deve ser feito ou a equacionar o que se deseja ser feito?
- ✓ Estamos a anunciar o que é uma vida boa ou a facilitar a sua procura informada, consciente, crítica e responsável?
- ✓ Estamos a incutir — e, com a nossa autoridade, a correr o risco de impor — valores pré-especificados ou a promover que, de modo crítico e sólido, cada aluno e cidadão construa valores, os delimite, os valorize e relativize por confronto entre si e aferindo-os com valores do outro?
- ✓ Estamos a comunicar decisões e normas? ou a promover atitudes e competências para debates éticos, consigo mesmo ou socialmente?
- ✓ Estamos a regular e a uniformizar ou a preparar para optar e decidir?

Há lugar para ambas as coisas: para a Moral e para a Ética. Mas em cada momento e contexto devemos ter ideias claras sobre o que estamos a fazer e com que intencionalidade educativa e formativa.

A Ética trata, em cada contexto, da procura do que se considera desejável. Consiste na *procura de uma vida boa*.

11

Umas vezes, o debate ético é de um indivíduo consigo mesmo; outras vezes, é a nível social. Frequentemente, embora não necessariamente, um debate ético inicia-se quando se é tocado por um sofrimento próprio ou do próximo. Foi preciso ser-se capaz de ouvir os gritos de sofrimento dos escravos — para o que contribuiu o facto de em determinado período histórico eles já não serem tão necessários... — para que se instalasse um debate ético: “*Será que queremos mesmo um mundo assim?*” E neste debate social emergiram jogos de representações — ora partilhadas, ora opostas! — a que chamamos *valores*.

O debate ético incide na elucidação de valores e no esclarecimento de implicações de acções, de modo a formular claramente a questão a que queremos responder ou o problema que queremos resolver e a podermos então aplicar um juízo ético pragmático sobre “*É isso que queremos?*”

Numa decisão ética, que se segue a um debate ético, assume-se o risco de agir numa direcção e de assim comprometer o futuro e a auto-estima. Age-se, irreversivelmente, por se ter escolhido como queremos que evolua o mundo. Um acto não deixa de existir, mesmo quando dizemos que voltamos atrás e corrigimos algo e passamos a agir de outro modo. Cada acto nosso influencia o mundo e a respectiva responsabilidade é nossa.

Por vezes diz-se que um certo acto é “contra a Ética”, ou “anti-ético”. Mas o mais certo é que deveria dizer-se que um certo acto é contrário a uma determinada moral; ou a específicos actos éticos anteriores.

A C&T constitui um contributo chave para a análise de situações que se pretende discutir eticamente. Eis um esboço de uma grelha de análise:

- ✓ Identificar os indivíduos e grupos implicados.

- Estudar os factores que conduziram à situação — económicos, científicos, tecnológicos, políticos, ideológicos, simbólicos, étnicos, antropológicos, morais, de saúde, legais, de segurança, afectivos, emocionais, ...
- Destrínçar o que está a montante do que foi induzido pelos indivíduos ou grupos implicados, nomeadamente quais os interesses envolvidos — monetários, financeiros, produtivos, simbólicos, de conhecimento, de qualidade de vida, de poder, ideológicos, afectivos, ...
- Examinar cenários possíveis para o futuro. Que consequências, a jusante de uma decisão? Que efeitos, associados a determinados procedimentos? Que solidariedades e antagonismos, existentes ou gerados? Quem estaremos a beneficiar e a prejudicar?

Uma análise deste tipo, uma apreciação detalhada dos indivíduos, grupos, factores, interesses específicos de uma situação particular, permite uma melhor compreensão e evita debates demasiado abstratos sobre a situação — o encerramento de uma empresa; uma interrupção voluntária de gravidez; um furto numa loja; uma fraude financeira de grande dimensão; o enveredar por uma profissão; como votar numas eleições ou num referendo; a opção por modos de aproveitamento de energia ou de produção de energia eléctrica; o preço a pagar pela água para usos domésticos, industriais e agrícolas; que concepção legal de vida humana, pessoa humana e embrião humano; os alimentos transgénicos; a clonagem; os âmbitos e limites de demonstrações de âmbito religioso; os impostos; que riscos estamos ou não dispostos a correr; a eutanásia e temas relacionados; modos ideológicos e políticos de conciliar liberdade individual e justiça social; investimentos e opções sobre segurança civil e militar a nível nacional e internacional, ...

Examinar a situação com uma grelha de análise aprofundada permite que seja mais cuidado, ponderado, prudente, o exame dos futuros tornados possíveis pelas nossas decisões, do futuro de que seremos responsáveis. Sem uma análise relativa às pessoas envolvidas, aos factores indutores, aos interesses em jogo e às consequências possíveis, o debate sobre uma situação não chegará a ser efectivamente ético.

A C&T constitui pois um contributo para a análise ética de situações e para opções éticas. Geralmente, não se trata de um contributo específico de uma determinada área de saber, mas de contributos de várias disciplinas da actividade humana: multidisciplinares – envolvendo várias disciplinas; interdisciplinares – envolvendo várias disciplinas em interacção, cooperação, entrelaçamento, contributos cruzados; ou mesmo transdisciplinares – envolvendo saberes que estão para além das disciplinas da actividade humana socialmente reconhecidas como tal, que as transcendem.

Frequentemente usa-se a designação “interdisciplinar” para englobar os três casos referidos e outros intermédios. É o que farei, por comodidade de expressão. Para aprofundar o tema, aconselho a leitura de Olga Pombo (2004).

As práticas interdisciplinares são úteis para diminuir os inconvenientes dos limites de um paradigma determinado. Mas a concertação de um certo número de especialistas, de cientistas e tecnólogos, está sempre aquém de poder fornecer uma visão universal. Os contributos das Ciências e Tecnologias Físicas, da Vida, Humanas, Sociais, ... são de importância chave; mas terão sempre as marcas dos paradigmas dos especialistas;

e constituirão sempre contributos cuja argumentação e negociação foi, não apenas científica e tecnológica, mas também ética e sociopolítica. E tais contributos são isso mesmo, contributos: por si só, não debelam um debate ético; nunca poderão oferecer-nos em bandeja "os" argumentos, "o" significado, "o" sentido, "a" resposta, "a" opção, "o" acto.

As C&T fornecem elementos de interpretação que podem esclarecer a profundidade de uma certa visão e argumentar sobre a sua coerência. É hoje inconcebível que um debate ético não tenha em conta os contributos científicos para a análise de uma situação ética e a apreciação de consequências possíveis de uma decisão específica. Mas tais contributos não poderão responder a questões como:

- ✓ Queremos assumir esta ou aquela decisão?
- ✓ Queremos aceitar estes ou aqueles critérios para definir pessoa humana, com os direitos que reconhecemos ao que reconhecemos como nosso semelhante?
- ✓ Queremos um mundo com arsenais nucleares bélicos e corrida ao armamento?
- ✓ Preferimos poluir o planeta queimando combustíveis fósseis ou armazenar detritos radioactivos de centrais nucleares?
- ✓ Estamos dispostos a diminuir o crescimento do PIB dos países com maior PIB *per capita*, de modo a minorar o dilema anterior?
- ✓ Queremos desenvolvimento sustentável ou, se isso significar aumento de PIB e tal for insustentável, queremos simplesmente sustentabilidade?
- ✓ Que tipos de sexualidade queremos admitir?
- ✓ Que queremos e podemos fazer da nossa história? Que quero / queremos?
- ✓ O que consideramos que podemos? Que riscos e consequências e responsabilidades estamos dispostos a assumir?

113

A Ciência e a Ética entrelaçam-se, e devem entrelaçar-se; mas há uma ruptura entre os elementos de análise científica e as decisões éticas.

O Mundo não está já feito e pronto. A Ciência também não. Nem a Ética. A C&T explora possíveis, nossos e da Terra e do Cosmos. A C&T é uma construção humana que evolui no Mundo de que faz parte. Este muda por motivos e de modos vários, muitos deles resultantes de visões e opções e decisões nossas. Estas evoluem com o Mundo e com a C&T. Cada vez que escolhemos uma estrutura intelectual, social, científica, técnica, ecológica, optamos por caminhos da nossa história — dos humanos, da C&T, do Mundo — e excluímos outros.

O único ponto que merece o acordo de todos é o não estarmos todos de acordo. Mas cada volição individual, cada opção pessoal, concorre para o todo social, penetra necessariamente o cósmico processo de cooperação, competição, evolução. O que vai ser a nossa vida depende mais ou menos, mas depende sempre numa parte, do que cada um de nós quiser. Nunca há um só caminho possível: há sempre vários; e há os que não existiam mas foram inventados. Aqui entroncam a criatividade e a liberdade; aqui reside a responsabilidade.

Estou a inspirar-me em Fernando Savater (2005). Dando a mim próprio liberdade para inventar um pouquinho, com tal inspiração prossigo. Podemos inventar e escolher a nossa forma de vida — em parte. Em parte, podemos optar pelo que nos parece bom, quer dizer, conveniente para nós. E, em parte, podemos

enganar-nos.

Devemos estar atentos ao que fazemos. Devemos esforçar-nos por adquirir um certo saber viver que nos permita acertar. Esse saber viver, essa arte de viver, o saber viver uma vida boa, é aquilo a que se chama Ética.

Muitas vezes temos que optar entre coisas que queremos mas que são incompatíveis ou contraditórias; outras vezes, temos que optar entre coisas que não queremos mas que se impõem. Há muitos casos em que a nossa liberdade está constrangida. Mas ainda assim temos a liberdade de escolher o que queremos mais. Mesmo quando temos que escolher em circunstâncias que não escolhemos sofrer, de algum modo somos livres, somos mesmo obrigados a ser livres. E, quando as coisas estiverem feias, não esqueçamos que há caminhos que podem ser inventados, exerçamos a nossa criatividade para superar dilemas. E se elas estiverem mesmo feias, ainda assim somos livres de lutar para que deixem de o ser. A Ética é a arte de escolher o que mais nos convém para viver o melhor possível; a Política tem como objectivo organizar o melhor possível a convivência social de modo a que cada um possa escolher o que lhe convém.

Mas a Ética não pode ficar à espera da Política. Os “éticos” não podem ser “apolíticos”. Os “políticos” não podem ser “a-éticos”. Que muitos cidadãos eticamente bem formados e informados se envolvam em actividades políticas, partidárias ou não. Há exigências políticas que nenhuma pessoa que queira viver bem pode deixar de fazer suas. A Ética deve exigir à Política uma boa organização e boas práticas de liberdade, responsabilidade, justiça, dignidade, assistência aos que não podem ajudar-se a si mesmos, direitos, deveres. A Ética deve exigir à Política que não seja racista, xenófoba, feroz e agressivamente nacionalista, ideologicamente fanática, intolerante, freneticamente militarista, desrespeitadora do planeta globalmente considerado, imoral a ponto de suprimir o outro sem sequer o compreender ou ser capaz de se imaginar no seu lugar.

A Moral é o conjunto de condutas e normas habitualmente aceites como válidas por nós e pelos que nos rodeiam. A Ética trata de reflectir sobre o porquê de as considerarmos válidas, reflexão que deve incluir o cotejo com outras Morais de outras pessoas. A Ética obriga-nos a ser livres participando na construção e na escolha, individual e colectiva, de uma ou várias Morais que permitam vidas boas. A Ética obriga-nos a compreender a liberdade de outras Morais que não a nossa. Obriga-nos a negociar sentidos e distâncias perante questões, problemas, costumes, culturas. E pode colocar-nos perante o problema de existirem Morais que consideramos inaceitáveis. Tal problema obriga-nos à liberdade de declararmos isso mesmo que consideramos. Tal liberdade está associada à responsabilidade de retoricamente, conscientemente, deliberadamente nos expormos com os nossos argumentos e as nossas respostas sobre perguntas como: por que consideramos mal o que consideramos mal?; em que consiste respeitar as pessoas como pessoas?; quais as restrições e as concessões mútuas que considero aceitáveis relativamente às liberdades dos outros e à minha, para que a vida de todos seja a melhor possível para cada um?

A liberdade é o assunto propriamente dito da Ética.

Mas liberdade é responsabilidade.

Ser responsável é ter consciência de que cada um dos meus actos me vai construindo, me vai definindo,

me vai inventando — e vai contribuindo para construir, definir e inventar o mundo. Ao escolher o que quero, transformo-me pouco a pouco — e isso é captado pelas antenas do resto do mundo.

O remorso é o descontentamento que sentimos connosco quando as nossas próprias antenas nos consciencializam de que usámos mal a nossa liberdade; ou de que nos abstivemos de a usar, isto é, que a usámos da pior maneira. Usar a nossa liberdade da pior maneira é usá-la para evitar debates éticos connosco próprios e com os outros, para deliberadamente não considerarmos de modo activo o que queremos, numa tentativa vã e autocontraditória de fugirmos a responsabilidades.

A arte de viver, e em particular a liberdade e a responsabilidade, diz respeito a cada um de nós e a todos. É individual e social. A humanização, o que nos faz humanos e de nós faz o que queremos ser, é um processo recíproco. Para que os demais possam fazer-me humano para eles, tenho que os fazer a eles humanos para mim.

Tornarmos a vida boa para nós é indissociável de tornarmos boa a vida.

A Ética trata de averiguar em que consiste, no fundo — para lá do que nos dizem, do que querem impor-nos, das manchetes da comunicação social, do que vemos nos anúncios da TV, da rotina acrítica, das morais estabelecidas —, essa feliz vida boa que gostaríamos de alcançar.

— Eh, pá! Daqui só vejo as últimas linhas... Mas estás cá um lírico...

— Isto não é lirismo. É o romance da vida.

— Ora, ora! É piegas e parece uma lição de moral.

— Moral é outra coisa. Lição também.

— Queres que lhe chame doutrinal? Ficas mais satisfeito?

— Acho que estás mesmo a precisar de uma lição.

— O QUÉ?!

— O que é que tu queres?

— Estás a desafiar-me?

— Claro que sim. Só mordes e atiras pedras... Mostra a tua coragem, meu caro.

— Estás mesmo a desafiar-me...

— Sim, estou mesmo. Com uma pergunta ética: que é que tu queres?

— Já nem te ouço! És tu e quem mais? Hem!? Quantos são, quantos são?

— Catorze. De Agosto. Devia ser o dia mundial da Ética! Eu quero férias!

— Se a Ética é isso, desta vez escapas.

— Tu não.

— Mau, mau...

- Só quero que escrevas o último capítulo destas Notas.
- Isso também é Ética?
- É só não fazeres férias.
- Era só o que faltava.
- Sim, era só o que faltava; o último capítulo.
- Isso é o que te falta a ti. Porquê fazê-lo eu?
- Porque és meu amigo e além disso já escreveste um capítulo parecido em 1999, a propósito da Didáctica da Física.
- Eu?! Julgava que tinhas sido tu...
- É a mesma coisa.
- Pois é. Já o dissemos a páginas tantas.
- E além disso não fazer férias é moderno e o capítulo é assim a fugir para o pós-moderno... coisas que não aprecio especialmente, como sabes...
- Então está bem: gosto de modernices e adoro pós-modernices.
- Eu sabia!
- E escrevo onde?
- É só virar a página.

VIII. MODERNIDADE E PÓS-MODERNIDADE

Caro leitor: recorde que estas Notas têm marcas pessoais que assumo.

O ético e retórico capítulo anterior intersecta um certo modo de ver o nosso mundo no nosso tempo. E iluminam uma visão sobre o mundo actual que muitos expressam designando a nossa época como *pós-moderna*.

Todos os tempos são modernos à sua maneira. Como Toulmin (1990), considero que estamos na transição de uma segunda para uma terceira fase da modernidade e que é secundário designar ou não esta por "pós-modernidade". Mas vou usar a designação pós-modernidade: ela está demasiado em voga para ser ignorada; e é demasiado ambígua para ser deixada por esclarecer.

Para elucidar o que se entende por pós-modernidade, convém elucidar o que se entende por... *modernidade*.

É útil esclarecer que nos âmbitos da Arte, Arquitectura e Design, a designação "modernidade" tem um significado específico: refere-se a um período enraizado nos finais do século XIX e que floresceu pelos anos 20 do século XX.

117

A modernidade terá começado algures entre os séculos XVI e XVII, tempos marcados por figuras como Erasmus, Copérnico, Montaigne, Giordano Bruno, Bacon, Shakespeare, Galileu, Kepler, Bacon, Descartes, Locke, Leibniz e Newton.

Note-se que entre o nascimento de Erasmus (\approx 1466-1536) e a morte de Newton (1643-1727) decorreram mais de 250 anos, um quarto de milénio, ligando os séculos XV e XVIII; e que Galileu (1564-1642) viveu pouco menos que um século, tendo sido contemporâneo de Montaigne (1533-1592) e de Descartes (1596-1650).

É usual considerar que modernidade chegada ao século XX tem a marca da visão cartesiana-newtoniana do mundo e daqui inferir que ela emergiu em meados do século XVII. Mas vai um passo entre aceitar aquela marca e efectuar esta datação.

Por que não considerar que a modernidade nasceu com o humanismo renascentista, tendo depois sido marcada pela visão cartesiana-newtoniana? Isso situaria a emergência da modernidade cerca de um século antes do que é mais consensual. É o ponto de vista defendido por Toulmin (1990). Ora, inscrever a emergência da modernidade no racionalismo cartesiano e na descrição newtoniana da natureza ou inscrevê-la no humanismo renascentista, interpretado por exemplo por Montaigne, não é o mesmo quanto a potencialidades de interpretação dos tempos idos e dos nossos.

Toulmin defende o seguinte: a modernidade emergiu nos finais do Renascimento, com Montaigne; no século XVII construiu-se uma 2ª fase da modernidade, com Descartes; no século XVIII tal modernidade começou a ser desmantelada; e por volta dos anos 70 do século XX iniciou-se uma transição para uma 3ª fase, em que

ainda estamos, à qual podemos chamar pós-modernidade se quisermos.

Toulmin faz esta historiografia porque pretende — embora sem pôr em causa o que conquistámos desde o século XVII até agora —, recolocar na ordem do dia a sabedoria humana do Renascimento. Pretende enfatizar que estamos num tempo de importantes conquistas teóricas e práticas; mas é tempo também de valorizar o humanismo, os contextos, o local, o temporal, os casos, as apreciações críticas da C&T quanto aos seus usos e impactos.

Pelos anos 1970 iniciou-se uma transição. Para a pós-modernidade, digamos.

Tal transição baseou-se em importantes evoluções ocorridas antes, nomeadamente: a Relatividade de Einstein; a Física Quântica de Heisenberg, Schrödinger e Bohr e muitos mais; o Teorema da Incompletude de Gödel.

Novas ideias da Física e da Química sobre moléculas complexas permitiram avanços em Biologia, Genética, Fisiologia e Medicina. Nesta, a linha divisória entre moral e técnica tornou-se cada vez mais fina: todas as tentativas para distinguir factos de valores são esmagadas por solicitações de novas situações e novos problemas.

Um dos suportes da modernidade consistiu na separação entre racionalidade e causalidade, entre humanidade e natureza. Até meados do século XX, os grandes projectos de engenharia eram orientados sobretudo por considerações técnicas, sendo a Natureza considerada como uma fonte de recursos a explorar em nosso benefício. Pouco a pouco, conceitos científicos como ecossistema e outros relacionados conquistaram presença nos discursos e sistemas políticos. Pelos anos 80 — e isto não apenas nos meios científicos e na opinião pública, mas também na governança política — já eram explicitamente tidas em conta questões de impacto / impacte ambiental; já se compreendia bem a necessidade de reintegrar a Humanidade na Natureza; já era clara a necessidade de para ambas encontrar lugares numa interpretação ecológica do mundo — de um mundo simultaneamente humano e natural. Esta visão ecológica, com a sua ênfase nos sistemas e nos processos, no global e no local, nas discussões éticas, no mergulho da humanidade no meio que estuda e do qual faz parte, é indissociável da emergência da pós-modernidade.

Esta visão de pós-modernidade recusa o fundacionismo cartesiano e qualquer outra pretensão a começar do zero e edificar sistemas formais completos, perfeitos, universalmente verdadeiros. Assume que evoluímos a partir de uma modernidade assente em três pilares: a busca da certeza; a identificação de racionalidade com lógica; e a pretensão a começar do zero.

Afirma-se assim um construtivismo evolucionista: partimos de onde estamos e no tempo em que estamos; usamos criticamente os saberes disponíveis; experimentamos e vivemos, à luz de tais saberes; refinamo-los, melhoramo-los, determinamos cada vez melhor os seus limites e âmbitos de aplicação.

Não sei bem em que medida já transcendemos o racionalismo do século XVII e conseguimos uma sua síntese com o humanismo renascentista. Mas creio que pelo menos já temos disponível um programa ético para isso.

Entretanto, nem tudo é risonho.

Hoje em dia, a maior parte da investigação científica no mundo é directa ou indirectamente subsidiada por forças armadas (Fourez 1996).

Ilustro:

- As frigideiras em que os ovos estrelados não ficam agarrados são feitas de materiais desenvolvidos para as explorações espaciais.
- Hoje cozinhamos em fornos de micro-ondas porque houve desenvolvimentos iniciados durante a 2ª Guerra Mundial relacionados com a localização de aviões militares (Dyson, 2000). Foram então construídos radares baseados em micro-ondas produzidas por magnetrões de cavidade que concederam vantagens cruciais às aviações britânica e norte-americana. O magnetrão foi inventado pelo físico John Randall e pelo engenheiro Henry Boot.
- Com o prestígio alcançado, Randall conseguiu financiamento para um departamento de biologia molecular equipado para cristalografia de Raios X.
- Nesse departamento, Rosalind Franklin e colaboradores conseguiram as primeiras imagens de fibras do ADN.
- Estas conduziram à elucidação teórica da sua estrutura em dupla hélice por Crick e Watson.
- Esta estória começou com Hitler; com a morte de cerca de 6 milhões de judeus, 12 milhões de soviéticos e mais milhões de europeus, chineses, japoneses, norte-americanos. Começou com o nazismo e o seu “racismo científico”... e conduziu a uma estocada de morte, científica, no racismo: o ADN, precisamente.
- O GPS (Global Positioning System) foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos e é gerido pelas suas forças armadas para monitorizar o planeta e o espaço para onde são lançadas naves e satélites de muitos tipos. É um sistema militar. Presta serviços de natureza civil para outras regiões do mundo, como a União Europeia — mas com rigor e precisão bem menores do que os usados para fins militares. Há um outro sistema deste tipo em funcionamento: o GLONASS, da Rússia. A União Europeia e a China estão a desenvolver os seus próprios sistemas, tendo já efectuado lançamentos de satélites e testes.
- A produção de energia eléctrica em centrais nucleares decorreu dos trabalhos que durante a 2ª Guerra Mundial (1939-45) foram desenvolvidos nos Estados Unidos por físicos de várias nacionalidades, incluindo Einstein e outros físicos alemães refugiados, para produzir bombas nucleares.
- A primeira central nuclear a produzir ligada a uma rede de distribuição eléctrica entrou em funcionamento na Inglaterra em 1956 (Ramage, 1997).

Nem tudo é risonho. O que aconteceria no chamado mundo ocidental se ele de repente não pudesse usar nem mais um litro de petróleo ou gás importado dos “orientais”, “árabes”, “negros” e similares? E se todos os países, com a China, a Índia e o Brasil à frente, usassem combustíveis fósseis e biocombustíveis ao ritmo a que outros, nós inclusive, o fizeram durante os últimos 100 anos? Este processo até já está a iniciar-se. E quem tem o direito de o impedir? Não certamente os que já o fizeram...

É necessária uma concertação razoável, equitativa e a nível mundial. Talvez venha a ser necessário, ou o seja já, deixarmos de falar em desenvolvimento sustentável e passarmos a falar em sustentabilidade. Talvez isto implique que palavras ouvidas e lidas com susto, como estagnação e recessão, venham a ter outro significado. Talvez venha a ser necessário, ou o seja já, que os PIB dos países mais desenvolvidos e mais poluidores

passem a, sustentadamente... diminuir. Entretanto, já é necessário distinguir duas coisas que têm sido tratadas como indistinguíveis: crescimento do PIB; desenvolvimento.

Nem tudo é risonho, também, pela intolerância e pelas visões e práticas fundamentalistas e integralistas que pelo mundo grassam. Estes conceitos estão bem na ordem do dia, mas com tantas ambiguidades que me detenho um pouco para os elucidar, com a ajuda de Umberto Eco (1998).

Em termos históricos o “fundamentalismo” é um princípio hermenéutico, está ligado à interpretação de livros sagrados. O fundamentalismo ocidental moderno nasce nos ambientes protestantes dos Estados Unidos do século XIX e caracteriza-se por interpretar literalmente as Escrituras, especialmente no que diz respeito à natureza e criação / evolução do cosmos e da espécie humana. O fundamentalismo é intolerante no plano hermenéutico (interpretação dos textos), mas não o é necessariamente no plano político: é possível imaginar-se fundamentalistas que não obriguem os outros a partilhar as suas crenças e não imponham uma sociedade política nelas baseada. O “integralismo” consiste em impor princípios religiosos como modelo de vida política e como fontes das leis do estado. Em Portugal, tivemos o “integralismo lusitano” de Salazar. Se o fundamentalismo se assume em princípio como conservador, há integralismos que se pretendem progressistas e revolucionários. Há movimentos integralistas que não são fundamentalistas: batem-se por uma sociedade totalmente baseada nos princípios religiosos, sem por isso imporem a sua interpretação literal.

Há cambiantes ainda mais subtis.

O fenómeno do “politicamente correcto” nasceu para promover a tolerância e o reconhecimento de diferenças religiosas, raciais e sexuais. Mas está a transformar-se numa nova forma de fundamentalismo. Investe de modo sistemático e ritual na linguagem quotidiana, e mais na letra do que no espírito. Preocupa-se pouco com que se discrimine um cego, desde que delicadamente tratado por invisual ou não vidente; e preocupa-se muito em discriminar... quem não segue as modas e as regras do politicamente correcto.

O racismo nazi era totalitário e pretendia-se científico; mas nada havia de fundamentalista na doutrina da raça. O racismo do actual partido político Liga Italiana não se proclama como científico; mas não deixa de ser racismo. E tem havido formas de intolerância não racistas, como a perseguição de hereges e de opositores a ditaduras. E, claro, pode haver regimes ditatoriais e hegemónistas sem que sejam fundamentalistas nem integralistas.

Fundamentalismo, integralismo, racismo pseudo-científico, são posições teóricas que pressupõem uma doutrina. São tipos de cultura, de visões do mundo, de opções, que buscam um estatuto de científicidade ou pelo menos um com reconhecimento social de valor que se lhe aproxime. São de certo modo intolerantes. Mas a intolerância mais profunda e mais perigosa é a que não tem doutrina alguma, é a que surge de pulsões básicas, que é imune a críticas racionais e mesmo impermeável a toda a crítica. O intelecto nada pode contra a intolerância selvagem, fica desarmado perante a pura animalidade. O pior é que, quando ela se faz doutrina, muitas vezes já é demasiado tarde para a vencer sem demasiadas vítimas.

Termino estas linhas inspiradas em Umberto Eco com um desafio por ele lançado: combater a intolerância selvagem nas raízes, através de uma educação constante desde a mais tenra infância.

Permito-me acrescentar: busquemos contributos para responder ao referido desafio na Retórica, na Ética, na Argumentação, nas Artes, na Psicologia, na Sociologia, na Política, na Ciência, na Tecnologia, na Literacia

Científica, em todas as formas de Cultura.

Nem tudo é risonho, também, porque ainda hoje subsistem egoísmos imensos. Recordo um dos mais esquecidos, com palavras de Schopenhauer (2006). O mais sólido, o mais seguro, garante da moralidade é uma «compaixão sem limites» para com todos os seres vivos. Possa tudo o que tem vida ser livrado do sofrimento. Mas sabe-se do imperdoável esquecimento a que mesquinhamente têm sido deixados os animais. A hipótese de uma diferença absoluta entre o homem e a besta, que contraria toda a evidência, foi por Descartes proclamado no tom mais claro e distinto. Pretender que os animais não têm direitos é uma doutrina revoltante. É intolerável a declaração de que os animais não sabem distinguir-se do mundo exterior, não têm eu. Se um cartesiano se achasse entre as garras de um tigre, logo aprenderia, do modo mais claro do mundo, que o tigre saberia estabelecer a diferença entre o eu e o não-eu. Assim falou Schopenhauer em meados do século XIX. Há quase duzentos anos! E no entanto...

... Muitos aqui consideram ainda como imemorial tradição cultural, a preservar como identitária, a tortura de touros por gáudio. E — infelizmente só com raras, embora muito louváveis exceções — quando o tema vem para a comunicação social é para debater se é legal e legítimo matar os touros na arena. Pois eu até prefiro dez Barrancos a um Campo Pequeno. Em ambos os casos, os animais são torturados desde que são retirados dos campos até chegarem à arena, com o transporte pelo meio; só até aqui, já sofreram inominavelmente; na arena, fazem-lhes os sangrentos carinhos que sabemos; em ambos os casos, os touros são a seguir mortos. A diferença está em que no caso dos luxuosos Campos há outro transporte antes da morte; e esta é feita, civilizadamente, sem que os foliões assistam. Menos hipócrita e melhor fora que os foliões não só assistissem como o matassem logo ali com as próprias mãos e sem mais aquelas, como nos tais barrancos, vá lá saber-se porquê com direito a lei especial. Matem lá os touros, abegãos. E matemos nós as touradas, cidadãos.

Nem tudo é risonho.

O fosso entre países mais e menos desenvolvidos tem vindo globalmente a aumentar; guerras e sofrimentos atravessam o Mundo e os noticiários.

Cínicas autodenominadas “comunidades internacionais” possuidoras dos maiores arsenais de destruição, maciça, massiva e cirúrgica, fazem listas de países a abater por terem... armas de destruição massiva. Procedem então a exaustivas inspecções, realizadas por milhares de especialistas, investigam cuidadosamente, mesmo muito cuidadosamente. E, depois de adquiridas todas as requeridas e devidas e certas certezas, destroem... os que obviamente não têm tais armas. Se as tivessem, não se teriam metido com eles: há os que as têm, e não se metem com eles. Mas, claro, só assim é... a bem da diplomática paz mundial, da coexistência pacífica, para bem do comércio mundial, em nome do humanismo.

Ainda assim sou optimista. Creio que o programa de pós-modernidade acima referido poderá ajudar-nos. Situar pelos anos 70 do século XX importantes linhas de viragem tem em mim ressonância.

Recordo o 25 de Abril de 1974. Apoio vivamente a construção da União Europeia. Mobiliza-me pensar que Portugal saltou de uma modernidade mal conseguida para uma pós-modernidade em construção.

Reconforta-me pensar que a nossa modernidade se radica no Renascimento e nas grandes viagens marítimas dos séculos XV e XVI — antes do colonialismo propriamente dito. Pelo contrário, desconforta-me

pensar a nossa modernidade a emergir no século XVII dos reis filipinos em Portugal e da sangrenta Guerra dos 30 Anos na Europa.

Para mim, enquanto professor de Física e investigador em Didáctica da Física, é útil pensar que a modernidade, de certo modo, irrazoabilizou a racionalidade. Estou a pensar na Mecânica Analítica de Lagrange e Hamilton, que enquanto aluno (anos 60-70) aprendi como "Mecânica Racional".

Salienta Prigogine (1996): Lagrange descreveu a "Mecânica Analítica" como um ramo da Matemática; a designação "Mecânica Racional" ainda é hoje usada, apesar de na base de tal designação estar a convicção de que as leis de Newton exprimiam as leis da razão e eram verdades imutáveis.

Escreve Toulmin (1977): nos séculos XVII e XVIII, a Mecânica newtoniana terá constituído o núcleo da Física, mas posteriormente converteu-se num ramo da Matemática comparável à Geometria euclíadiana; a escolha da designação "Mecânica Racional" constituiu um produto do culto pela sistematicidade, da identificação de racionalidade com logicidade, que uniu filósofos desde Platão a Kant; embora com diferenças, Platão e Kant consideraram que a Geometria e a Mecânica constituíam o único modo racional para dar inteligivelmente conta da natureza; no entanto, para um cientista da natureza, a adesão irreversível a um sistema particular de conceitos e teoremas constitui a própria antítese de um procedimento racional e a negação dos seus próprios objectivos intelectuais.

Penso também noutras evoluções científicas do século XIX. Na emergência da noção de ciências puras, nas investigações em paradigmas altamente delimitados que efectuaram cortes entre a ciéncia propriamente dita e as questões da filosofia natural do século XVIII. Escreve Fourez (1996): são investigações que metodologicamente esquecem as relações com os problemas concretos que as suscitaram; e é esta distância em relação à complexidade das situações concretas que faz com que, de um modo geral, as soluções ditas puramente científicas ou puramente racionais acabem por ser totalmente irrazoáveis.

Como professor, penso ainda noutras coisas. Em 1966, disse J. Lightill, presidente da União Internacional de Mecânica Pura e Aplicada: «Queremos colectivamente apresentar as nossas desculpas por termos induzido em erro um público cultivado ao espalharmos, a propósito do determinismo dos sistemas que satisfazem as leis newtonianas do movimento, ideias que, depois de 1960, se revelaram incorrectas». Retirei esta citação de uma obra de Prigogine (1994), que acrescenta: toda a gente esperaria que houvesse desenvolvimentos na Mecânica Quântica e na Relatividade; mas o facto de a Dinâmica clássica, a mais antiga das ciéncias, ter de se metamorfosear após três séculos de existéncia, é um acontecimento talvez único na história das ciéncias; é absolutamente excepcional ouvir peritos reconhecer que durante três séculos se enganaram a propósito de um ponto essencial do seu domínio de investigação; durante muito tempo, o determinismo era o símbolo da inteligibilidade científica; hoje, reduz-se a uma propriedade que é válida somente em casos limite; e tudo isto com a grande novidade de actualmente serem conhecidos sistemas caóticos que são de tal modo simples que já não existe a desculpa da complexidade; a instabilidade e a irreversibilidade tornaram-se parte integrante das descrições a nível fundamental.

Salienta ainda Prigogine (1994) que o problema da unificação das interacções configura apenas um dos programas da Física de hoje, aquele que é frequentemente caracterizado como procurando a formulação de uma lei única da qual todas as outras pudessem ser deduzidas. O autor — prémio Nobel em 1977 pelos seus trabalhos em termodinâmica do não equilíbrio e estruturas dissipativas — considera que a

unificação das interacções está longe de constituir o único problema que se coloca hoje em dia, e que hoje se abrem mesmo novas perspectivas para a Física, radicadas em paradigmas evolucionistas que se afirmaram no século XIX, nomeadamente a Biologia de Darwin e a Termodinâmica.

Continuo com Prigogine. Tais perspectivas colocam (ou melhor, recolocam) na ordem do dia a questão do «paradoxo do tempo»: por um lado, temos a herança newtoniana, prolongada na Teoria da Relatividade e na Física Quântica, reportada a fenómenos reversíveis e baseada em leis onde a seta do tempo não intervém; e por outro lado, temos o conceito de irreversibilidade, essencial tanto na Biologia como na Termodinâmica, claramente marcadas pela seta do tempo. Hawking (1988) afirma: «uma seta termodinâmica forte é necessária à vida inteligente»; e na mesma página: «as leis da Física não distinguem entre tempo para trás e tempo para diante». Prigogine pergunta: «Como conciliar estas duas afirmações?».

Nem tudo é risonho hoje.

Nem tudo tem que ser pós-moderno hoje.

Tenhamos sentido de humor.

Vou referir uma conquista moderna que gostaria que perdurasse pelas pós-modernidades fora.

Diz Octávio Paz, citado por Milan Kundera (1997): nem Homero nem Virgílio conheceram o humor; este só ganha forma com Cervantes.

Continuo com Kundera. O humor é a grande invenção do espírito moderno. Não é uma prática imemorial do homem. É uma invenção ligada ao nascimento do romance. O humor não é o riso, a troça, a sátira. Esta última, segura da sua própria verdade, ridiculariza o que quer combater. A relação do romancista com as suas personagens nunca é satírica: é irónica. Nenhuma afirmação de um romance pode ser tomada isoladamente: cada uma está num confronto complexo e contraditório com outras afirmações, ideias, situações, com outros acontecimentos, gestos. É necessário ler e reler. O humor é uma espécie particular do cómico que torna ambíguo o que toca. O humor: o relâmpago que descobre o mundo na sua ambiguidade moral e o homem na sua incompetência para julgar os outros; a embriaguez da relatividade das coisas humanas; o prazer da certeza de que não há certeza.

Que o leitor mantenha o seu sentido de humor.

E que partilhe os seus saberes, dúvidas e anseios. E que actue.

Cada microscópico contributo pessoal pesa no macroscópico social. E mais ainda neste mundo mundializado, globalizado. Nele se propicia que microscópicas flutuações cooperem em macroscópicas bifurcações para futuros melhores.

Não há bola de cristal para ler um futuro já escrito.

A bola de cristal somos nós.

E o futuro, temos nós que o construir.

IX. EPÍLOGO A PENDER PARA O LIRISMO

A História das Ciências encontra-se sempre ligeiramente atrasada em relação à História dos desejos.

Há metáforas famosas, peguemos nelas.

É como se os cavalos fossem o Desejo e a carroça puxada por eles a ciência.

Se os cavalos se separarem da carroça ganharão velocidade, mas perderão utilidade pública; a sociedade quer funções e não fugas.

Mas o pior sucede mesmo à carroça. Se os cavalos se separarem dela, ela não mais se moverá.

Claro que é o cientista com o seu chicote que direciona cavalos e carroça.

Se entrarmos em terrenos psicanalíticos poderemos dizer que a infância, os prazeres, e os medos, guiam o chicote do cientista.

Se entrarmos em terrenos místicos poderemos dizer que é o Destino que guia a infância, os prazeres e os medos de um indivíduo.

As investigações científicas dependem, pois, de Deus, do Acaso ou do Destino (ou do que se lhe quiser chamar).

Mas, apesar de tudo, dependem também da razão.

Gonçalo M. Tavares (2006)

Quero que o que fiz não seja desfeito. O mundo ficou diferente num dia em que, ao atravessar uma rua, encontrei um amigo e com ele regressei ao passeio para conversar: deixei de dar os passos que ia dar nos sítios e nos segundos em que ia dá-los; deixei de pisar um insecto que estava num certo sítio do meio da rua; deixei de dar sem querer um encontrão noutro cidadão; atravessando a rua mais tarde foi outro o insecto que sem querer esmaguei e outro o guarda-chuva que me atingiu e se estragou; se a atravessasse mais cedo, talvez...

Tenho o direito de reclamar que quis e fiz e senti o que senti e fiz e quis. E quero disso assumir a responsabilidade. Todos temos estes direitos. E essas responsabilidades.

Reclamo a liberdade de, no preciso momento em que escrevo estas linhas, interromper a escrita aqui mesmo — olhem, afinal, não interrompi, porque nada exterior o impôs e também porque não quis. Não quis. Decidi assim. Quero essa liberdade. Não quero que tudo esteja já decidido, já escrito no destino.

É grande a responsabilidade, mas quero-a, a liberdade.

Quando exclamas num ponto da tua investigação: chegou ao fim!, deverias exclamar: chegou ao início!

E não por humildade ostensiva, pelo contrário: por um ego ostensivo. Cheguei a mim — é o que deverias exclamar — e como é difícil chegar a mim!

Gonçalo M. Tavares (2006)

Eu quero estes direitos, esta liberdade, estes deveres, estas responsabilidades.

Pelo menos, enquanto o espaço-tempo-matéria-energia de que agora sou feito não estiver desfeito e refeito em quarks e antipartículas e oscilações dispersos por estrelas de outras galáxias noutro universo de matéria escura e a oito dimensões e meia para além de um buraco negro que afinal o não era.

Entretanto, desejo uma ciência compatível com os meus desejos. Aqui a agora neste referencial, até lá e então talvez noutro, até que invenções e culturas e palavras profiram que aqui e agora e lá e então e ciência e tecnologia e cultura e invenção e criatividade e desejo são palavras que deixaram de ter sentido mesmo com as devidas correcções relativistas e quânticas e possíveis demais, exijo os espaços-tempos-matérias-energias de que somos feitos e as correlativas interacções e liberdades e responsabilidades.

Quero que o mais sólido e seguro garante ético seja uma compaixão diligente para com todos os seres vivos e não vivos... sem esquecer que sou um deles.

Não quero "duas culturas", mas "uma".

Não quero uma Cultura, mas mil.

Quero pois mil e uma Culturas.

E serei intolerante com a intolerância.

E não quero estar só.

Creio que cheguei ao início.

X. EPÍLOGO A PENDER SIMPLESMENTE

Um leitor com sentido de humor perceberá que eu quis fui chegar a Ele.

Ao Leitor.

Espero ter chegado a esse Início.

Concluo, desse desejo pendente.

Notas

¹ Por exemplo ao passar num piano de uma tecla branca para a preta adjacente, passamos de uma nota para outra com ela relacionada por um factor multiplicativo $2^{1/12}$. Ao percorrermos todas as teclas de uma oitava, vamos sucessivamente multiplicando a frequência por aquele factor. E, como o fazemos 12 vezes, a multiplicação final é $(2^{1/12})^{12}$, ou seja, 2 (uma oitava). Nós ouvimos as frequências (sons mais agudos ou mais graves) logarítmicamente. O logaritmo de um produto é a soma dos logaritmos dos factores. Recordemos: O logaritmo (na base 10) de um número x é o número y tal que $10^y = x$. Escreve-se: $y = \log x$. Ilustrações: a) $10^3 = 1000$; $\log 1000 = 3$; b) $\log 316,23 = 2,5$; $10^{2,5} = 316,23$. Note que, sendo assim, $\log(a \times b) = \log a + \log b$. Ilustração: $\log(10^4) = \log(10 \times 10^3) = \log 10 + \log 10^3 = 1 + 3 = 4$. Outras ilustrações: $\log a^2 = \log a + \log a = 2 \times \log a$; $\log 2^{1/12} = 1/12 \times \log 2$; $\log(2^{1/12})^{12} = 12 \log(2^{1/12}) = 12 \times 1/12 \times \log 2 = \log 2$. Se uma frequência f for multiplicada por 2, antes ouvimos $\log f$ e depois da multiplicação ouvimos uma frequência $\log(2f) = \log f + \log 2$. A multiplicação é *percepcionada como uma adição*. Isto não é só Matemática: é também Biofísica.

Tudo isto se radica no seguinte: ouvimos porque na cóclea do ouvido humano existe uma membrana com pêlos minúsculos que vibram e excitam terminais nervosos; O logaritmo está inscrito na cóclea. A resposta em frequência dos nervos cocleares depende da sua posição: as frequências mais altas, ≈ 20 kHz (20 000 Hz), são detectadas mais fora, mais perto da janela oval; e as mais baixas mais, ≈ 20 Hz, no interior, mais perto do centro da espiral. E esta variação de sensibilidade ocorre de modo regular: por cada 3,5 mm para o interior da cóclea, a frequência a que os nervos têm sensibilidade máxima é reduzida para metade. Ora, como a membrana nervosa — a membrana basilar, que está ao longo de toda a cóclea — tem um comprimento aproximado de 35 mm, uma pessoa saudável ouve desde as frequências mais baixas até frequências 2¹⁰ mais elevadas. O factor 10 vem de 35 mm / 3,5 mm = 10. Ora, $2^{10} = 1024$; ou seja, $2^{10} \approx 1000$. É daqui que vem o factor multiplicativo 1000 entre as frequências mais baixas, 20 Hz, e as mais altas, 20 kHz, que os humanos conseguem ouvir. Ver, e.g., Keller F. J. et al. (1993).

Já agora: nós também percepcionamos as intensidades sonoras (sons mais ou menos energéticos, potentes, intensos) logarítmicamente! Já agora, parte 2: o nosso sistema de visão é tal que nós também percepcionamos as intensidades luminosas logarítmicamente! Bom... Nós não ouvimos e vemos de modo exacta e precisamente logarítmico, mas esta aproximação é suficientemente boa para a generalidade dos fins práticos e teóricos.

O corpo humano é muito (aproximadamente) logarítmico!

127

² Medir é sempre interactuar. Tratando-se de medições no mundo microscópico (electrões, fotões, ...), a interacção — medição pode alterar significativamente o que está a ser medido. Ora, este aspecto óbvio introduz nas argumentações sobre a Física Quântica um ruído que silencia o essencial. Por isso Schrödinger foi ao mundo macroscópico. Trouxe para o debate um ser que ficou famoso: o "Gato de Schrödinger". Em "experiência de pensamento"/"thinking experiment" (expressão inventada por Einstein) meteu o Gato numa caixa fechada, juntamente com um dispositivo quântico: um fotão que era ou não emitido; e que, ao sê-lo, desencadeava uma série de eventos que acabavam por libertar um veneno letal que matava o Gato.

Suponhamos que havia uma probabilidade de 50% de que tal tragédia ocorresse. Antes de abrir a caixa, não se sabia se o Gato estava vivo ou morto. Mas sabia-se que depois de a abrir haveria uma probabilidade de 50% de encontrar o Gato completamente morto (comprovada e consensualmente, sem actividade cerebral, coração parado, sem respiração, a entrar em decomposição, ...); e uma probabilidade de 50% de o encontrar completamente vivo (comprovada e consensualmente, com todas as funções vitais

normais, a miar, a comer, contente, a dar turrinhas carinhosas, capaz de acasalar,...).

O que diz a Física Quântica sobre como estava o Gato antes de abrir a caixa? Diz que o Gato estava num "estado composto", "misto": 50% vivo e 50% morto. Não diz que o Gato tinha uma probabilidade de 50% de estar vivo e uma igual de estar morto! A Física Quântica não tem o poder de dizer isso! Apenas pode dizer que o estado dele é descrito como uma "sobreposição de estados entrelaçados", descrito por uma "função de onda".

Tal função de onda permite calcular a probabilidade de se obter um certo resultado numa medição sobre o estado do Gato — neste caso sobre se ele, ao abrir-se a caixa, é encontrado vivo ou morto. Portanto, antes de abrir a caixa, a Física Quântica não sabe dizer sobre a vida ou morte do Gato, nem sequer qual a probabilidade de ele estar morto ou vivo. Apenas sabe dizer algo, uma probabilidade, sobre o resultado que se obterá depois de abrir a caixa.

O que conclui daqui quem quer com isto demonstrar que "a consciência cria a realidade"? Conclui que antes de abrir a caixa o Gato não estava nem vivo nem morto, e que ficou uma coisa ou outra depois. Conclui que foi o observador que transformou a realidade — só porque a mediu / viu.

Mas quem assim conclui não percebeu o que quis Schrödinger evidenciar com a experiência do Gato. Aliás, percebeu... tudo ao contrário!

Com a sua experiência, Schrödinger lançou um grito de alerta às limitações da Física Quântica! Evidenciou que esta era — e é ainda hoje em dia! — incapaz de dizer como estava mesmo o Gato, não em termos matemáticos, mas físicos, antes de se efectuar a observação. Apenas diz que "o Gato é descrito quanticamente como estando num estado quântico que consiste em estar, sobrepostamente, "meio completamente vivo" e "meio completamente morto".

Ora, Schrödinger considerou que tal não era satisfatório: como pode um Gato estar, simultaneamente, meio vivo e meio morto? Não pode.

Por isso, a Física Quântica limita-se a dizer que, antes da medição, o Gato é descrito por um função de onda e que tal descrição permite prever o resultado da medição: "morto" com 50% de probabilidade e "vivo" com 50% de probabilidade. Não pode, não sabe, dizer mais. É pouco? Há quem considere que sim. Schrödinger considerava que sim; Einstein também; e, permitam-me, eu também. Mas Schrödinger e Einstein não estavam de acordo sobre o modo de encarar a Física Quântica; e, permitam-me, eu estou em desacordo com ambos (baseando-me em físicos que estão em desacordo com ambos). Há aqui algo de contraditório? Provavelmente. Mas é assim.

Quer isto dizer que foi a observação que criou ou alterou a realidade (vida ou morte do Gato)? Não. Quer dizer que a Física Quântica tem (ainda?) grandes limitações. Não tem ferramentas para representar /descrever satisfatoriamente como está o Gato dentro da caixa. Não dispõe de modelos ou teorias que especifiquem o modo como evolui o estado do Gato.

Este era — e é — o estado actual da Física Quântica.

Esta é a melhor Teoria que temos enquanto não tivermos uma melhor.

³ Quanto ao domínio da electricidade consultar, e.g., Silva (1999 b)

⁴ (Não, não vem de "praxe".) Vem de *práxis*: conjunto de actividades e vivências, teoricamente fundamentadas, tendo em vista resultados, finalidades, intervenções transformadoras. (Mas *praxe* e *práxis* vêm ambas do grego *práxis*, ação.)

⁵ Considera João Caraça que os quatro grandes domínios da matemática, física, química e biologia constituem o corpo habitualmente designado como o das ciências básicas; e que da evolução científica,

sobretudo a ocorrida depois do século XVIII, emergiram corpos de conhecimentos habitualmente designados por ciências aplicadas e ciências sociais. As ciências aplicadas surgem a partir de conhecimentos tecnológicos (explícitos) do mesmo quadrante cognitivo que as ciências básicas, adoptando os procedimentos destas e aplicando-os a objectivos societais definidos. Delas fazem parte quatro grandes domínios: ciências da terra, ciências médicas, ciências da agricultura e ciências da engenharia. As ciências sociais surgem de modo diferente: por sistematização e tematização cruzada ou sobreposta de categorias técnicas e políticas e de conhecimentos explícitos tecnológicos e administrativos. Desenvolvem por isso métodos e procedimentos particulares que de modo algum rejeitam os métodos e procedimentos científicos e filosóficos, mas que não se podem classificar científicos ou filosóficos. É este facto que se encontra na raiz do estatuto impreciso das ciências sociais — note-se que o autor utiliza a designação «ciências» sociais—, que faz com que elas sejam por vezes apelidadas de ciências “moles” (*soft sciences*, em inglês), por oposição a ciências “duras” (*hard sciences*, em inglês), nome por que seriam designadas as ciências básicas. João Caraça prossegue tratando apenas das ciências aplicadas.

⁶ Pode dizer-se que o último filósofo de reputação mundial que atribuiu importância crucial a este problema e a ele dedicou boa parte do seu trabalho foi Karl Popper. No entanto — e sem que isso ponha em causa o seu valor e estatuto como filósofo — é hoje consensual que ele não conseguiu resolver o problema.

Deixo apenas umas palavras chave para que um leitor interessado possa com mais facilidade pesquisar sobre o tema e, de um modo mais geral, sobre História e Filosofia das Ciências:

- Geralmente é Karl Popper (1902-1994) que está a ser referido quando se fala em *falsificacionismo*, em *falsificação* ou *corroboração* de uma hipótese / teoria / conjectura;

- Ao tratar de *paradigmas*, *incomensurabilidade*, *estruturas de revoluções científicas*, geralmente está a pensar-se em Thomas Kuhn (1922-1996);

- *Programas de investigação científica* (PIC) em competição, geralmente remetem para Imre Lakatos (1922-1974).

- E, claro, tenho que referir o químico-físico Ilya Prigogine (1917-2003) e os filósofos Stephen Toulmin (1922-) e Isabelle Stengers (1949-), extensamente referidos ao longo destas Notas.

Isto, para listar apenas alguns autores chave a partir dos quais o leitor facilmente chegará a outros. As visões epistemológicas e as preferências que marcam estas Notas estão mais marcadas pelo que julgo ter aprendido com Prigogine, Stengers, Toulmin e Lakatos do que com o que consigo vislumbrar nas visões e opções de Popper ou Kuhn. Com este último muito aprendi. No entanto, tal como Toulmin, prefiro o “Kuhn historiador” ao “Kuhn filósofo”: ao ler o seu delicioso livro *A estrutura das revoluções científicas* (Kuhn, 1983), apreciei mais a sua faceta de História das Ciências Físicas do que a sua visão epistemológica.

Popper, talvez o mais conhecido de todos estes prestigiados intelectuais, é o autor cujas visões menos aprecio e com as quais menos consigo aprender. Prezo de modo especial estas suas palavras (Popper, 1989): «A compreensão do facto de Xenófanes ter antecipado há 2500 anos a minha teoria do conhecimento conjectural, ensinou-me a ser humilde. No entanto, também a ideia de humildade intelectual teve uma antecipação quase idêntica. Ela tem a sua origem em Sócrates.»

⁷ Ball (2002); Carrilho (1994); Directiva 2000/60/CE; Martinez Gil (1997); Meyer (1994); Pereira (2007); Perelman (1999); Perelman & Olbrechts-Tyteca (2006); Prigogine I. (1994); Ramage J. (1997); Savater F. (2005); Schopenhauer (2006); Sousa (2008); Stengers (1997 b); Stengers (1997); Toulmin S. (1990); Toulmin S. (2003); Water Basics.

⁸ De um modo mais geral, há pelo menos os seguintes quatro níveis de percepção e de gestão: Nível hidráulico – a água como um simples recurso para ser explorado; Nível hidrológico – todas as águas da Terra estão integradas num grande ciclo hidrológico, e um rio é uma corrente natural não só de água, mas também de sais e sedimentos que cumprem funções; Nível ecossistémico – todas as variáveis que influenciam a qualidade do ecossistema; Nível holístico – percepção hidrológica e ecossistémica acrescida de percepções sobre a identidade territorial, o bem-estar, a beleza, a oferta lúdica, os sentimentos humanos, a capacidade de evocação de valores metafísicos.

Acrescento uns comentários.

Muito se fala na Escola em "ciclo da água", um ciclo planetário para muitos alunos algo abstracto (por exemplo, para aqueles que nunca viram o mar), um ciclo em relação ao qual os cidadãos individuais, ou mesmo os de uma pequena região, nada podem fazer em termos interventivos locais. É necessário falar mais do "ciclo de uso da água", este bem mais concreto e próximo e no qual cada um de nós pode ter importante e efectivo papel.

Pouco se fala de águas subterrâneas, sobretudo nas cidades. A questão da "escassez da água" tem que ter em conta a poupança, mas também a gestão da procura. Muito se fala de cheias como desgraças, e pouco se fala de que as cheias são fenómenos naturais (nos quais aliás se basearam importantes civilizações) e que é necessário planificar o uso e a ocupação de leitos de cheia. Muito se fala da água desperdiçada quando se deixa aberta uma torneira ao lavar os dentes, mas pouco se fala das imensas perdas nos circuitos de distribuição de água às populações e que mais de 90% da água doce disponível é usada na agricultura. Pouco se fala de que cerca de 64% do território continental de Portugal está integrado nas bacias hidrográficas de rios internacionais (ibéricos). Muito se fala da gestão da oferta de água, e pouco da gestão da procura.

Folheto informativo referido na página 42

EVCICAFI ®	<i>Leia este folheto antes da toma. Caso tenha dúvidas, consulte alguém ligado à filosofia ou à física das ciências.</i>
Informação preliminar	EVCICAFI ® é acrónimo de EVolução Ciências CAso Física. Leitura de letras gregas utilizadas: φ (fi); ψ (psi).
Forma de apresentação	Texto em papel.
Categoria	Intertexto.
Fabricante	AAS – Ácido Acetil-Silvico.
Princípios activos	CéC e EVCICAFI ®. O composto CéC é um princípio activo de largo espectro que comprovadamente potencia outros da mesma categoria farmacológica. Contém pontes de hidrogénio que permitem ligações com outros compostos. Em EVCICAFI ®, fez-se uma ligação a este mesmo princípio activo, um macrocomposto de espectro variável.
Composição	EVCICAFI ®: ≈ 12,5%. CéC e excipiente (água metida) q.b.
Indicações	Processos críticos com atingimento de reflexos de vários pendores, sobretudo físicos e filosóficos.
Contra-indicações	Hipersensibilidade a compostos com radicais gregos tipo φ (fi) e ψ (psi).
Advertências	Evitar contacto com feridas abertas e olhos fechados. Não deve ser tomado por menores de 16 anos.
Efeitos secundários	Ocasionalmente, ansiedade (muito raro) e irritação (raro). Infundadas sensações de literacia física (<< 99%). Podem ocorrer efeitos sistémicos. O risco aumenta com a profundidade e o tempo das tomas e retomas.
Condução e máquinas	Não foram observados efeitos sobre a capacidade de conduzir e utilizar máquinas.
Interacções	EVCICAFI ® pode melhorar a absorção de CéC, não sendo conhecidos casos em que a piora. É reconhecido que os intertextos, em geral (> 50%), aumentam os efeitos uns dos outros. Assim, em princípio, recomenda-se a sua toma juntamente com EVCICAFI ®. No entanto, a co-toma de um número exagerado (> 99) de intertextos pode originar ($\pm 50\%$) estados de leveira confusão, mas passageiros (< 2 semanas). A co-toma de um número mesmo muito exagerado (> 101) de intertextos pode originar ($\pm 80\%$) estados de grande confusão persistentes (> 2 semanas; < 15 dias), havendo relatos de casos (muito raros) em que um deles funciona como agente inibidor (< 24 horas).
Posologia	A posologia diária é da responsabilidade do tomador. No entanto, só são garantidos efeitos a quem tome duas embalagens completas de EVCICAFI ®. PREPARAR – EMBALAR – TOMAR; Repousar; PREPARAR – EMBALAR – TOMAR.
<i>!! Casos de omissão !!</i>	Se for omitida a toma de uma ou mais doses, a toma pode retomar-se em qualquer altura.
	<i>Não esquecer que pode tomar-se a decisão de não tomar (pelo menos para já) qualquer dose de EVCICAFI ®!!</i> Não são conhecidos efeitos graves desta tomada de decisão. Há relatos de casos benignos de remorso e arrependimento tratados com sucesso pelos próprios por simples mudança... da referida decisão. Há ainda relatos de casos (raríssimos) de decisão irreversível de não tomar jámás e em tempo algum de seja qual for a dose, casos acompanhados apenas de uma leveira sensação de perda de oportunidade para melhorar a literacia, misturada com contradiária sensação de certo alívio e por vezes de autocmplacente conjectura do tipo "pode ser que qualquer dia".
Suspensão	Não é necessária qualquer precaução especial para suspender a toma.
Sobredosagem	Apesar de a aplicação ser interna, não há casos conhecidos de intoxicação. A toma excessiva, sobretudo se físicaamente demasiado profunda, pode provocar convulsões no CéC, assim como fundados sentimentos críticos de tipo hostil em relação ao fabricante. Não há qualquer processo de lavagem propriamente dito. Em 99% dos casos, os sintomas esbatem-se espontaneamente ao fim de 7 a 365 dias. Para diminuir este tempo e para tratar o restante 1% dos casos, as concludências indicam não ser necessário recorrer a um psicólogo ou a um psiquiatra, bastando um derivado de φ para prender o CéC (assim impedindo as suas convulsões) e um tv-guia ou sucedâneo para distrair ou anestesiárem sentimentos críticos de qualquer tipo.

Referências bibliográficas

- DELP (2001) – *Dicionários Editora da Língua Portuguesa* (Porto: Porto Editora). CD-ROM.
- DLPC (2001) – *Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea* – Academia das Ciências de Lisboa (Lisboa: Verbo).
- Arrhenius S. (1922) *Presentation Speech* - Nobel Committee for Physics of the Royal Swedish Academy of Sciences - http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1921/press.html
Consultado em 16 Julho 2009.
- Ball P. (2002) *H₂O- Uma biografia da água* (Lisboa: Temas e Debates)
- Ball P. (2005) *Histoire vivante des couleurs* (Paris: Hazan).
- Baptista, A. M. (2002) *O discurso pós-moderno contra a Ciência – Obscurantismo e irresponsabilidade* (Lisboa: Gradiva).
- Beaufils D. (1991) *L'ordinateur outil de laboratoire dans l'enseignement des sciences physiques*, Thèse de Doctorat, Universidade Paris VII, Paris, França.
- Borja-Santos R., com Lusa (2009) Duplica percentagem de reprovações a Matemática nos exames do 12º ano – *Público (on-line)*.
<http://ultimahora.publico.clix.pt/noticia.aspx?id=1390670&idCanal=58>
Publicado em 7 de Julho de 2009. Consultado no mesmo dia.
- Brockman J. (2000) *A Terceira Cultura* (Lisboa: Temas e Debates).
- Bruner J. (1997) *Actos de significado – Para uma psicologia cultural* (Lisboa: Edições 70).
- Bunge M. (2001) *Philosophy in crisis – The need for reconstruction* (New York: Prometheus).
- Calvino I. (1993) *Cosmicóricas* (Lisboa: Teorema)
- Campos C. (2009) – Ciência 5-11: Fundamentos – A Educação em Ciência no 1º Ciclo do Ensino Básico – http://www.cfaematosinhos.eu/Ciencias_5_10_1_Fundamentos.pdf – Ozarfaxinars (N.º 10) – e-revista – http://www.cfaematosinhos.eu/Ed_ozarfaxinars_n10.htm – Consultado em 24 Julho de 2009.
- Caraça J. (1997) *Ciência* (Lisboa: Difusão Cultural).
- Carneiro R. (2009) Fazer ciência pode ser «tão criativo como escrever um livro», *Ciência Hoje (on-line)*.
<http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=34956&op=all>
Publicado em 14 Setembro 2009. Consultado em 17 Setembro 2009
- Carrilho M. M. (1994) *Jogos de racionalidade* (Porto: ASA)
- Carroll L. (2003) *A caça ao Snark* (Lisboa: Assírio & Alvim).
Escrito na década 70 do século XIX. Tradução de Manuel Resende.
- Coutinho C. V.G. (1937) *Mecânica Clássica e Mecânica Relativista – Dedicado aos alunos de Física liceal* (Lisboa: Seara Nova).
- Directiva 2000/60/CE - Parlamento Europeu e Conselho, de 23 de Outubro (Geralmente designada como "Directiva Quadro"). Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 22-12-2000.
Ver <http://dqa.inag.pt/>
Actualizado em 20 de Julho de 2009. Consultado em 11 de Agosto de 2009.
- Dyson F. J. (2000) *O Sol, o Genoma e a Internet* (Lisboa : Temas e Debates).
- Eco U. (1998) *Cinco escritos morais* (Algés: Difel).
- Eco U. (2005) *História da Beleza* (Algés: Difel).

- Erduran S., Simon S., Osborne J. (2004) TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse (Wiley InterScience)
www.interscience.wiley.com
Publicado em 4 de Outubro de 2004. Consultado em 10 de Maio de 2008.
- Fourez G. (1996) *La construction des sciences* (Bruxelles: De Boeck).
- Garrido H. (2009) Regresso às origens na economia.
http://www.jornaldenegocios.pt/index.php?template=SHOWNEWS_OPINION&id=391313
Publicado em 15 de Outubro de 2009. Consultado no mesmo dia.
- Gerschenfeld A. (2009) Ratinhos criados de raiz a partir de células adultas programadas, *Público*, 24 de Julho de 2009, p. 25.
- Gieseke L. (2008)
http://blog.uncovering.org/archives/2008/07/exploracao_3d_d.html
Publicado em 3 de Julho de 2008. Consultado em 03 Agosto 2009
- Hofstadter D. (2000) *Gödel, Escher, Bach: Laços Eternos – Uma fuga metafórica sobre mentes e máquinas no espírito de Lewis Carroll* (Lisboa: Gradiva). Original: 1979.
- Hawking S. (1988) *Breve história do tempo* (Lisboa: Gradiva), p.203.
- Hawking S. (1994) *O fim da Física* (Lisboa: Gradiva).
- Jacob F. (1977) *O ratinho, a mosca e o homem* (Lisboa: Gradiva).
- Kuhn S. (1983) *La structure des révolutions scientifiques* (Paris: Flammarion).
- Keller F. J., Gettys W. E., Skove M. J. (1993) *Physics: Classics and Modern* (New York: McGraw-Hill).
- Kundera M. (1990) *A Imortalidade* (Lisboa: Dom Quixote).
- Kundera M. (1997) *Os testamentos traídos* (Porto: ASA).
- Kundera M. (2005) *A Cortina* (Porto: ASA).
- Lakatos I. (1970) Falsification and the methodology of scientific programmes. In: I. Lakatos, A. Musgrave (Eds) *Criticism and the growth of knowledge* (Cambridge: University Press), Vol. 4.
- Lopes J. B., Silva A. A., Cravino J. P., Costa N., Marques L., Campos C. (2008). Transversal traits in Science Education Research relevant for teaching and research: a meta-interpretative study, *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (5) pp. 574-599. No âmbito do Projecto *Formação em Ciências e seu ensino em contextos do Ensino Superior: avaliar e intervir para melhorar a sua qualidade* (Referência: CED/36466/99-00) financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia.
- Lusa (2009) – Notícia no Expresso (on line)
<http://aeiou.expresso.pt/exames-nacionais-media-das-notas-a-portugues-abaiixo-dos-10-valores-pela-primeira-vez-em-tres-anos=f359503>
Publicado em 4 Julho 09. Consultado em 4 Agosto 09.
- Lusa (2009 b), Notícia na RTP (on line)
<http://tv1.rtp.pt/noticias/?t=Ministra-sublinha-reducao-de-disciplinas-com-media-negativa.rtp&article=231093&layout=10&visual=3&tm=8>
Publicado em 7 Julho 09. Consultado em 4 Agosto 09.
- Marques N., Azevedo V. (2009) Portugal e Espanha entram na corrida mundial da nanotecnologia.
<http://aeiou.expresso.pt/portugal-e-espanha-entram-na-corrida-mundial-da-nanotecnologia=f526501>
Publicado em 17 de Julho de 2009. Consultado no mesmo dia.
- Martinez Gil F. J. (1997) *La nueva cultura del agua en España* (Bilbao: Bakeaz – Coagret).

- ME (2001) Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais, Ministério da Educação.
http://www.dgdc.min-edu.pt/curriculo/LivroCompetenciasEssenciais/indice_competencias_essenciais.htm
Dia e mês de publicação não indicados. Consultado em 6 de Agosto de 2009.
- Meyer M. (1994) As bases da retórica. Em: Carrilho M. M. (Ed) *Retórica e comunicação* (Porto: ASA), 31-70.
- Mónica M. F. (1977) «Deve-se ensinar o povo a ler?»: a questão do analfabetismo (1926-39), *Análise Social*, XIII (50), 1977 – 2º, 321-353. <http://analisesocial.ics.ul.pt/documents/1223915576N2ulW7kz6Wc55GA7.pdf>
Dia e mês de publicação não indicados. Consultado em 04 Agosto 2009.
- Moura L. (2009). O Problema da Cultura.
http://www.jornaldenegocios.pt/index.php?template=SHOWNEWS_OPINION&id=374962
Publicado em 26 de Junho de 2009. Consultado em 28 Junho 2009.
- Moura L. (2009 b) As duas culturas.
http://www.jornaldenegocios.pt/index.php?template=SHOWNEWS_OPINION&id=359872
Publicado em 20 de Março de 2009. Consultado em 23 Junho 2009.
- Moura L. (2009 c) Sem desculpa.
http://www.jornaldenegocios.pt/index.php?template=SHOWNEWS_OPINION&id=385504
Publicado em 4 Setembro 2009. Consultado em 5 Setembro 2009.
- Nicolis G., Prigogine I. (1992) *À la rencontre du complexe* (Paris: Presses Universitaires de France).
- Novak J. D., Gowin D. B. (1984) *Learning how to learn* (Cambridge: University Press).
- Oliveira M. J. (2009) *Para credibilizar debate de ideias nas campanhas eleitorais – Intelectuais lançam manifesto com “questões prementes” destinadas aos partidos políticos*
<http://ultimahora.publico.clix.pt/noticia.aspx?id=1392254&idCanal=12>
Publicado em 17 de Julho de 2009. Consultado em 18 Julho 2009.
O Manifesto, com o título *O nosso presente e o nosso futuro: algumas questões prementes - Contributo para um debate político*, estava publicado em: <http://static.publico.clix.pt/docs/politica/manifesto.pdf>
- Penzias A. (1989) Ideas, In *Science and Technology Education - Document Series*, Nº 48 (1995), Ed. D. K. Nachtigall / UNESCO, pp. 84-98.
- Pereira. D. C. (2007) *Nova Educação na Nova Ciência para a Nova Sociedade – Volume I – Fundamentos de uma pedagogia científica contemporânea* (Porto: Universidade do Porto).
- Perelman C. (1999) *O Império Retórico – Retórica e argumentação* (Porto : ASA), Original: 1977.
- Perelman C., Olbrechts-Tyteca L. (2006) *Tratado de Argumentação* (Lisboa : Instituto Piaget). Original : 1958.
- Perrenoud P. (2001) *Porquê construir competências a partir da escola? – Desenvolvimento da autonomia e luta contra as desigualdades* (Porto: ASA).
- Pinto R. J. (2009) *Os efeitos do clima na Economia*.
<http://aeiou.expresso.pt/os-efeitos-do-clima-na-economia=f524836>
Publicado em 7 de Julho de 2009. Consultado no mesmo dia.
- Poças M. F. (2009) Novos Paradigmas da Embalagem, INGENIUM (Revista da Ordem dos Engenheiros), II Série, n.º 111.
- Pombo O. (2004) *Interdisciplinaridade: ambições e limites* (Lisboa: Relógio D'Água).
- Pombo O. (?) *Quem foi Lewis Carroll?*
http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/seminario/alice/lewis_carroll.htm
Data de publicação não indicada. Consultado em 20 de Julho de 2009.
- Popper K. R. (1989) *Em busca de um mundo melhor* (Lisboa: Fragmentos)

- Porlán R. (1993) *Constructivismo y Escuela — Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación* (Díada: Sevilla).
- Prigogine I., Stengers I. (1986) *A Nova Aliança*, (Lisboa: Gradiva)
- Prigogine I. (1994) *Les Lois du Chaos* (Paris: Flammarion).
- Ramage J. (1997) *Energy – a guide book* (Oxford: University Press).
- Reis P. (2006) Ciência e Educação: que relação? - INTERACÇÕES (N.º 3, pp. 160-187),
<http://www.eses.pt/interaccoes>; <http://nonio.eses.pt/interaccoes/artigos/C11%281%29.pdf>;
 Dia e mês de publicação não indicados. Consultado em 23 Junho 2009.
- Russell B. (1958) *The Divorce between Science and "Culture"*
<http://www.scribd.com/doc/2576732/ebook-PDF-Philosophy-Russell-Bertrand-The-Divorce-between-Science-and-Culture?autodownload=txt>
 Dia e mês de publicação não indicados. Consultado em 20 Julho 2009.
- Santos A.C., Tolda J., Caldas J. C., Reis J., Centermeri L., Pereira T. S., Neves V. (2009) O Nobel e a economia das instituições não-mercantis, *Público*, 16 de Outubro de 2009, p. 39.
- Santos B. S. (1996) *Um discurso sobre as ciências* (Porto: Afrontamento).
 1ª Edição: 1987.
- Savater F. (2005) *Ética para um jovem* (Lisboa: Dom Quixote).
- Silva A. A. (1994) Overcome inertia: go to an amusement park!, *Physics Education*, 29 (5), 295-300.
- Silva A. A. (1998) Uma modelização didáctica das marés, *Gazeta de Física*, 21 (3), pp. 2-8.
- Silva A. A. (1999) *Didáctica da Física – Perspectivas centradas na natureza da evolução conceptual* (Porto: ASA).
- Silva A. A. (1999 b) *Conversas de Física – Electricidade* (Porto: ASA).
- Silva A. A., Topa P. (2001) A magenta gap in the colour wheel, *Physics Education*, 36 (1), pp. 71-74.
- Schopenhauer A. (2006) *A arte de ter sempre razão* (Lisboa: Frenesi). Original: meados do século XIX.
- Serres M. (1996) *Diálogo sobre a Ciência, a Cultura e o Tempo – Conversas com Bruno Latour* (Lisboa: Instituto Piaget)
- Sousa M. F. (2008) *Argumentação e aprendizagem das Ciências em diferentes contextos laboratoriais: Um estudo com alunos do 10º ano, centrado na Termodinâmica*, Tese de Doutoramento, U. Minho.
- Stengers I. (1997) *Cosmopolitiques* (Paris: La Découverte). (Obra em 7 Tomos).
- Stengers I. (1997 b) *Sciences et pouvoirs – La démocratie face à la technoscience* (Paris: La Découverte).
- Tavares G. M. (2006) *Breves Notas sobre Ciência* (Lisboa: Relógio D'Água)
- Toulmin S. (1990) *Cosmopolis* (Chicago: University Press).
- Toulmin S. (1970) Does the Distinction between Normal and Revolutionary Science Hold Water? In: I. Lakatos, A. Musgrave (Eds) *Criticism and the growth of knowledge* (Cambridge: University Press), Vol. 4, 39-47.
- Toulmin S. (2003) *The Uses of Argument* (Cambridge: University Press). Original: 1958.
- Toulmin S. (1977) *Human Understanding — The Collective Use and Evolution of Concepts* (Princeton: University Press).
- Toulmin S. (1994) Racionalidade e razoabilidade. Em: Carrilho M. M. (Ed) *Retórica e comunicação* (Porto: ASA), 19-30.
- Vasconcelos J. A. S. (1996) Um problema de análise de funções: contribuição para a fixação do conceito de engenheiro e para a caracterização e definição da profissão de engenharia - II Parte - A preparação e a formação em engenharia, *Ingenium -Revista da Ordem dos Engenheiros - II Série*, Nº 7, pp. 62-70.

Water Basics (?)

<http://www.admwebstudios.co.uk/GlobalEnvironment/documents/waterbasics.pdf>

Data de publicação não indicada. Consultado em 12 de Agosto de 2009.

Wikipédia -Goethe (?)

http://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Wolfgang_von_Goethe.

Data de publicação não indicada. Consultado em 29 Junho 2009.

Zevi B. (2002) *Saber ver a arquitectura* (São Paulo: Martins Fontes). Original: 1984.

POSFÁCIO

{OéG}

Notas sobre notas: rondando a ciência, que é cultura!

Limiar: ao leitor

Tomemos à letra a conclusão deste livro, que se dirige ao Leitor como seu ponto de chegada e de partida: "Espero ter chegado a esse Início" [p.126].

Trata-se de uma conclusão que muito nos responsabiliza, recordando-nos com particular acuidade a própria condição do leitor, viajante de uma obra em que recolhe impressões, tece devaneios, faz-se marcar e tatuar pelos muitos sentidos do seu sentido. Trata-se da Ciência/Cultura inerente ao ser-se leitor.

Se acaso seguiu o "cânone" da leitura, já leu o livro de António Alberto Silva na altura em que lê estas linhas. Já sentiu então o desconforto em que declaradamente o autor o imergiu — "desejavelmente desconfortável leitor" [p. 83] —, ao experimentar os mesmos instantes de surpresa, de enriquecimento e de avidez que só um bom livro proporciona. Já se assumiu também como seu Início, concordando que é um livro que dá e que se dá a pensar, na permanente interpelação da sua escrita. Compreenderá então, por conseguinte, que as linhas que a seguir se escrevem não sejam senão a confirmação de um outro leitor que, assinando o após deste posfácio, se configura como um dos Inícios para o qual tende este Livro que é, para dizer o menos possível, um livro que se lê com prazer genuíno. Ora vejamos.

Algures pelo *Prazer do Texto*, Roland Barthes dá medida à capacidade de voo de uma obra pelo modo como esta leva a que dela nos despeguemos, levantando a cabeça várias vezes para "ouvir outra coisa" (Barthes, 1988: p.63). Tomemos esta "outra coisa" como o Início de uma leitura, diáfana e voadora, que do texto entretece uma nota sobre *as Notas*. Tomemos esta leitura esparsa, fragmentária, de *CéC*, como o início de algo que retomaremos, responsabilizados por estar no Início conclusivo do livro de António Alberto Silva.

Resta ao comentador palavras de superfície, correspondentes ao erguer dos olhos entre leituras, num gesto de confirmação e homenagem ao Autor que lhe permitiu o voo, a escuta deferida, o *Prazer do Texto*.

O que adiante se dirá não são senão considerações de um *professor pendente da Filosofia*, que pensa em voz alta sobre as notas de um *professor pendente da Física*. Notas sobre as notas, portanto, assumindo as implicações de uma Ciência que é, realmente, Cultura.

Nota 1: Ciência vs. Cultura?

A separação entre a palavra *Ciência* e o étimo *Cultura* é folhetim compacto e enovelado, com pormenores saborosos e alguns becos sensaborões. Sem excessivas *démarches* epistemológicas, abreviemos a narrativa.

A partir do Renascimento, onde António Alberto Silva situa o início da Modernidade [p. 117], prepara-se um período temporal relativamente extenso que vai escavando a ruptura entre a Idade Média e a Idade Moderna no período que preparou a Revolução Científica, no século XVII. Duas tradições se opõem a partir daqui: uma *tradição aristotélica*, cujo evoluir da ciência se dá a partir do horizonte vasto das finalidades, retomada com o crescimento da hermenêutica nos séculos XIX e XX; uma *tradição galilaica*, centrada na causalidade eficiente, no mecanicismo e na matematização do real (Cf. André, 1993: p.8). Nesta querela, facilmente se adivinha a prevalência da segunda sobre a primeira, com o dualismo cartesiano entre *res extensa* e *res cogitans* a acentuar um desenho científico que, séculos mais tarde, já no século XIX, se concretizaria na oposição entre “Ciências da Natureza” e “Ciências do Espírito”.

Ora, para que bem se conte, é necessário sublinhar que a nossa História não se resume a Comte, no seu Positivismo mono-metodológico e na sua busca desassombrada do Facto e da Lei. Do outro lado está Dilthey. A palavra “experiência”, tão prontamente aposta à palavra “ciência”, vivia em relativo empobrecimento porque confinada à “explicação” causal; daí que Dilthey tivesse querido alargar o seu âmbito, ao assegurar-lhe uma dimensão “compreensiva”, associada ao que o próprio designou por “Ciências do Espírito”¹. Neste seguimento, Rickert, atento seguidor de Dilthey, substitui este domínio autónomo por “Ciências da Cultura”, na tentativa de esvaziar uma conotação excessivamente psicologista da palavra “Espírito”. Estábamos no coração de um dualismo, como estamos também no plano das justificações para um equívoco que se mantém hoje em dia, em muitos aspectos, do senso comum ao mais comum dos senso mediáticos. Ignorando-se, pois, aquela que foi a Revolução da Ciência Moderna, passando-se em branco o salto paradigmático da Física Clássica para a Teoria Quântica, com as suas renovadas hipóteses de (auto-)reflexão científica e com a sua definitiva ultrapassagem dos moldes de “exactidão” que regeram a ciência newtoniana da natureza, continua a pensar-se ou a atalhar-se o pensar com ilusões de corte sem costura entre ciência e cultura, entre ciência e educação, entre ciência e responsabilidade político-social.

¹ A acepção de “explicação” em Dilthey é diametralmente oposta à de Toulmin, explorada por António Alberto Silva [Vd. p. 101]. Numa dualidade muito característica do século XIX, Dilthey assume um modelo de racionalidade, a que chamou “compreensivo” e “vital”, como característico das ciências do espírito, em oposição ao nexo “explicativo” e “causal” das ciências da natureza. A irreduzibilidade da “compreensão” face à “explicação” é, em Dilthey, um dos factores determinantes para fundamentar a autonomização metodológica das ciências do espírito (Vd. Gadamer, 1997: pp.101-104).

A argumentação de António Alberto Silva, erigida contra equívocos persistentes e *apartheids* re-correntes no que toca aos círculos da Ciência e aos retículos da Cultura, não deixará dúvidas ao demonstrar por A + B e por B + A que sim, que Ciência é Cultura, que Ciência pertence ao domínio das narrativas que tecem os símbolos e os significados. Pedindo emprestado o termo a Boaventura Sousa Santos, António Alberto Silva advoga e personifica, neste *CéC*, um “conhecimento-emancipação” (Santos, 2003: p.49), onde radica a ciência como cultura: uma cultura vigilante, responsável, atenta e emancipatória, em que a diversidade metodológica corresponde e faz-se corresponder com uma necessária diversidade axiológica. E finalmente, o que não é nem será de somenos importância, uma ciência que, como o Deus de Nietzsche e ao contrário do Homem de Fausto, sabe dançar e traz o humor na lapela. Sobre humor e outras afecções trataremos em nota seguinte.

Nota 2: Atenção: CéC, não CéC!

Não é preciso sermos versados em Lógica Formal para concluir que, se podemos dizer, com António Alberto Silva, que Ciência é Cultura, já não poderemos afirmar com a mesma desenvoltura que Cultura é Ciência. O primeiro dos termos do enunciado é de maior extensão e de menor compreensão, excedendo o território científico para assentar âncora (também) por outros portos. Exploremos brevemente esta assimetria.

Quando procuramos uma definição de Cultura e nos vemos a braços – mas sem grandes embraços – com uma definição provisória, construída e situada, encontramos em toda a dimensão a ousadia da frase motriz de António Alberto Silva, que abre e intitula este livro. *Ciência é Cultura* equivalerá então a assumir que a Ciência, tal como a Cultura, não é naturalizável ou essencializável já que, como cultura que é, afirma-se e valida-se na História e no Tempo. E sendo cultura, a Ciência dá consistência e confere discurso ao que nos surge fragmentariamente aos sentidos, como ao que se dá à experiência, como ao que simplesmente acontece. Ora acontece que, tal como a cultura com a qual se identifica, a ciência conta na sua produção com o que uma duradoura tradição tratou de ocultar, mais da ciência do que da cultura: a função activa do sujeito no conhecimento, a influência da conjuntura, a acção da ideologia.

Acompanhemos a este respeito António Alberto Silva [p. 32] que por sua vez acompanha G. Foucault:

«Em C&T, há casos em que as marcas ideológicas são claras: a partir de que momento um embrião deve ser considerado um indivíduo humano? o que é a vida humana? o que é o amor (hormonas?)? esta central nuclear é segura? [...] Noutros casos, tais marcas são bem menores e por vezes apenas residuais ou indirectas, como no cálculo da trajectória de um foguete.»

Desenha-se a partir daqui, perseguindo o intento de Fourez, dois tipos de “véus ideológicos”, sendo um deles inevitável e constituinte da própria Ciência (grau 1) e o outro embusteiro e manipulador (grau 2). A esta gradação, António Alberto Silva acrescenta mais três níveis para, de 3 a 5, distinguir cargas ideológicas de vocação propagandista (grau 3), publicitária (grau 4), impositiva (grau 5), no que se poderia considerar uma dimensão perniciosa, ora voluntária ora involuntária, da contaminação ideológica que, crescendo em solo científico, acaba por se construir como um dos seus opostos: a obscuridade e o engano.

Ainda antes desta assunção mas já no seguimento dos seus efeitos, encontramos a fundação do *Cambridge Scientists Anti-War Movement* (Cf. Santos, 1977: p.196), exemplo possível de um assumido empenhamento científico já afastado da candura positivista. Nos anos 30 do século passado, esta organização salvou cientistas da máquina persecutória nazi, como muitas outras vidas ao tentar diminuir as baixas civis em cenário de guerra. Reacção científica de pendor ideológico (de grau 1), contra a instrumentalização nazi de uma ciência que, variando de intencionalidades e de graus de engano (de 2 a 5), colocava a sua aparente neutralidade do lado do opressor. Encontrar hoje os registos, desejavelmente plurais, da investigação científica passada e presente, implica desvendar situações de poder, admitindo-as ou recusando-as enquanto parte do processo de se construir ciência. A lição histórica é clara: recusando a sua faceta ideológica e cultural, a ciência corre o risco de se recusar a si mesma. No dizer de Martin Heidegger, a técnica, se considerada como “qualquer coisa de neutro” – sem a preciosa incursão do *logos* marcada na palavra “tecnologia” [p. 88] – domina-nos da pior maneira, perdendo-se da sua *essência* (Cf. Heidegger, 1997: p.10) ou, já no exterior do idioma do filósofo da Floresta Negra, despe-se culturalmente, com todos os perigos advenientes desse desnudamento. *Quem te avisa...*

141

Nota 3: You must remember this: A ciência não é cultura.

Crer no “é” de António Alberto Silva significa duvidar seriamente da possibilidade analógica (e lembre-se: “A analogia consiste na relação entre a estrutura do tema e a do foro”, [p. 97]) do itinerário que a seguir propomos. Tratar-se-á de um mero ardil ensaístico, com uma vaga pretensão didáctica, com um afago de imaginação literária e uma breve pitada de metafísica. À parte isto é tudo verdade, o que nos complica necessariamente a vida enquanto leitores e hermeneutas possíveis. Olhemos para trás do tempo, num tempo em que, antes de António Alberto Silva e da Ciência/Cultura que o enquadra, temos reunidas as condições para um desencontro essencial: a cultura não é ciência; a ciência não é cultura. A hipótese a enunciar neste relance sobre o passado é clara: a ciência, como a cultura, nutre-se de desencontros e de enganos, aqui arrumados pela expressão transitória “isto não é cultura”. Ora vejamos.

Em 1895, fazia já quase meio século que Augusto Comte tinha escrito e publicado o seu *Discurso sobre o espírito positivo* (1848), a Revolução Industrial e seus indicadores de progresso estavam

em plena e exacerbada expansão e, de uma forma entusiasmada, o mundo dito evoluído rejubilava com a evolução mecanicista das novas Eras. As exigências do progresso faziam com que a ciência não tivesse mãos a medir, no seu suposto alheamento perante a aparente falibilidade de outros saberes e outras aproximações, menos experimentáveis e mensuráveis, por vezes meramente (e imperfeitamente) especulares. Por cá, Eça de Queirós escrevia *A Cidade e as Serras*, com um indisfarçável desdém para com aparelhos e aparelhómetros que cada vez mais secundavam o humano e os seus modos de habitar. Mas por outro lado tínhamos a locomotiva e, com ela, os livros novos e uma acessibilidade mais plana aos renovados avanços do Globo. Diríamos, com um cientista exemplarmente culto como foi Abel Salazar, que *o mundo tinha mudado de medida*.

Encontremo-nos num café, neste ano de 1895. Estamos no Grand Café, em Paris, o que torna mais cosmopolita a nossa breve jornada pelo século XIX e, perante os nossos espantados olhos, dois irmãos (um do outro, antes de serem nossos por afinidade científica e cultural), de nome Lumière, expõem o que consideram ser um importante progresso de foro tecnológico, ideal para corresponder aos novos imperativos da ciência. Numa altura em que já se esboçavam condições para a revolução da Ciência Moderna da Natureza, os irmãos Lumière inventavam um “olho mecânico”, um instrumento que permite captação de imagens fora do olhar directo e da influência contaminadora por parte de quem observa. Acontecia o cinematógrafo. Surgia o instrumento que cumpria, na observação dos fenómenos da natureza, a mesma “função do microscópio para o anatomista”.

E é neste contexto que nos encontramos no Grand Café, para assistir à apresentação desse enorme progresso, de interesse “meramente” científico.

Olhemos para o lado². Aqui encontra-se um invulgar companheiro de café, de seu nome Georges Méliès. Era um prestidigitador, um mágico. Se testarmos um pouco mais a nossa visão periférica, olhando não apenas para o lado como um pouco para trás, encontramos algures, ainda antes do Renascimento, a Razão Científica como Razão Alquímica (Vd. André, 1987: pp.27-41), o que responsabiliza o nosso mágico e companheiro de mesa como descendente de produtores de saber. Para já, respeitemos a inscrição temporal de Méliès, chamando-lhe apenas um mágico que, por mera coincidência, assiste connosco a um evento científico, que cedo se responsabilizará por um dos mais felizes desencontros da História da Ciência. Foi uma das pessoas que concretizou o desencontro entre os Lumière e o seu instrumento de medição quando, recusando-se a ver ciência, decidiu ver cultura – e, sem querer, reconcilia-lhes o percurso. Cruzados sobre a mesma tela, os olhares de Méliès e de Lumière desencontravam-se, como se desencontraram quando o mágico, entusiasmado com a máquina, propõe-se adquiri-la para efeitos lúdicos, mágicos, culturais, ante a recusa céptica dos seus inventores. “Isto não é cultura, é ciência”, recusava um dos Lumière; “Isto não é ciência, é cultura”, teimava Méliès.

² Se olharmos para o outro lado, vemos que não estamos sozinhos nesta viagem no tempo. Um outro observa, chamando-se este outro Edgar Morin, que interroga a deriva do cinematógrafo em cinema no livro *O cinema ou o homem imaginário* (Morin, 1997).

Conclui-se que se torna impossível estar em paz e sossego, no café... ou seja onde for... Entre um esgar e outro, lá se nos insinua a “inoportuna cultura” como a “impertinente racionalidade”, nas palavras de António Alberto Silva. Entre a visão de Méliès, insistente quanto à questão da cultura, e o célebre descanso de Newton sob a frondosa macieira, há muito em comum, se deste comum retirarmos ingenuidades, “eurekas” fundadoras ou graus zeros de ciência/cultura. Uma como a outra não surgem do nada, mas recaem sobre interrogações profundas, informadas por profunda teorização e treinadas por fina e cuidada educação – um culto, um cultivo que, à imagem do conceito em Hegel, surge vagarosamente e nunca tem pressa. Assim se afoitam reconciliações entre terrenos que, outrora, se achariam inconciliáveis e que ainda hoje são recorrentes fontes de equívoco para os mais desatentos.

Como num filme romântico, desses que hoje vemos aos domingos num culto silencioso a Méliès, depois do desencontro há o encontro, o aperto de mão, o beijo fundador num melífluo *happy end*. O progresso científico ganhou alcance cultural, tecnológico, industrial e, por vezes (a julgar pelas parangonas *hollywoodescas* nas revistas da especialidade), quase religioso. A evolução científica deu em cultura, em arte e em espectáculo... Tratou-se sem dúvida, *do princípio de uma bela amizade!*

Nota 4: A Ciência como culto cultivo

143

Perguntamos: *O que é a Ciência?* Encontramos na pergunta, desde logo, um pendor essencialista de que a Ciência se despoja, cada vez mais. Veja-se o esforço de interlocução presente neste livro, onde é frequente um dos elementos em diálogo resistir ao que é dito e proposto, ao que é profusamente argumentado – trata-se realmente de um diálogo; trata-se obsessivamente de Ciência. Trata-se pois de diálogos sobre Ciência onde, recordando-se a exposição de Feyerabend evoca-se também a Retórica de Perelman. Ciência é cultura, se bem que nos confrontemos uma vez mais com a questão fundadora: *O que é Ciência?* Em vez de definir, articulemo-nos com a pergunta, para a partir dela podermos argumentar.

O físico e epistemólogo Thomas Kuhn foi um dos que claramente reorientou o sentido da pergunta pelo sentido da Ciência. Ao introduzir a noção de “paradigma” — conjunto de leis, regras, pressupostos e teorizações que enquadram interna e externamente a prática científica —, Kuhn não apenas convoca a necessidade de enquadrar historicamente a definição de Ciência (o que já a “desessencializa”) e a prática científica como formula os tempos da ciência enquanto descontínuos e dissimétricos (Vd. Kuhn, 2009a). A partir da noção abrangente e polissémica de “paradigma”, a clássica separação entre Ciências e Humanidades, porque dependente de definições estanques e essencialistas, deixa de ter sentido. Ambas se cruzam, se influenciam e se (re)orientam; Ciência é Cultura.

Thomas Kuhn foi um dos pensadores que forneceu armas conceptuais ao desvendamento da prática científica como dado sociológico, ao permitir ver a céu aberto as imposições que, do interior ou do exterior das “comunidades científicas”, não apenas alvitram acerca do que é válido ou inválido como concorrem para a formação da própria forma de fazer ciência. O que significará sempre, claro, influir sobre os modos de conceber, produzir e entender a historicamente difusa palavra “cultura”. Sem tergiversar demasiado, estamos também implicados na reflexão acerca das venturas e desventuras do ensino das ciências, acentuando a preocupação tanto no termo “ensino” como no étimo “ciências”.

Por se construir sobre os recorrentes silêncios educativos sobre a (usemos a expressão Física) disciplina “Nuclear” que é a Matemática, o recente livro *Cartas a uma jovem matemática* (Stewart, 2006) torna-se um recurso precioso. Nele, Ian Stewart lamenta o facto da maioria dos alunos desconhecer a Matemática fora do Manual Escolar, resultando esta iliteracia na exclusão da Matemática da pléiade das chamadas “disciplinas criativas”. É que, como explica o autor, algo hiperbolicamente, na quarta epístola à sua querida Meg, trata-se mesmo da “actividade mais criativa do planeta” (Stewart, 2006: p.38). Por outro lado, para o autor, é inegável que o ensino da Matemática se constrói numa base inicialmente limitada; a abertura, progressiva, deverá construir-se a partir de um vértice estreito que constitui o seu ponto de apoio. Se fosse um edifício, a Matemática seria uma pirâmide invertida, com a base como condição para um progresso cada vez mais lato.

144

O leitor mais atento terá percebido, nesta sucessão explicativa de Stewart, dois movimentos distintos: o criador; o evolutivo. Um aponta para um *pensamento divergente* a aplicar à Matemática. O outro é fruto de um *pensamento convergente*, que não deixa de atentar à arrumação do previamente edificado. Se este segundo, tido por si mesmo, correria o risco de estreitar o campo de actuação científica (a Matemática, neste caso), já o primeiro poderia induzir o equívoco de que o quotidiano científico é feito de acordo com um torvelinho de invenção permanente. Na verdade, ambos são necessários, caracterizando o que Kuhn designa como “tensão essencial” (Cf. Kuhn, 2009b: pp.262-273), já que ambos desembocam no que o mesmo autor considera fundamental para o rigor metafórico da sua construção piramidal:

“Existiriam pequeninas excrescências esquisitas a despontarem por todo o lado [...]; elementos decorativos como minaretes e domos e gárgulas; escadarias e passagens secretas que ligassem, inesperadamente, salas distantes” (Stewart, 2006: p.40).

No que para alguns seria meramente ornamentativo reside, afinal, o mais importante. Trata-se do que não permite grande arrumação ou prevenida economia, mas que se impõe ao professor de ciências como requisito profissional e cultural: a capacidade de transmitir; o encorajamento para ir mais além – a locomoção no espaço difícil desta tensão essencial. Voltamos à Ciência, voltamos à Cultura e, dizendo que Ciência é Cultura, dizemos também a permanente capacidade migratória do discurso científico, que o ensino não deve descurar. O exemplo está aqui mesmo, neste livro,

explícito desde a sua primeira afirmação e implícito no passo a passo da sua evolução. Trata-se de um livro irreverente escrito por um professor de Física, que afirma irreverentemente a Ciência no solo irreverente da Cultura. Torna-se instrumento de crítica, ferramenta de ensino, instância em que a Ciência adia a sua definição para se desvendar nos processos e nos palcos do que é comumente entendido como o seu reverso. “Pronto: está dada a matéria!”

Nota 5: Da árvore à esfera: o apelo da interdisciplinaridade

Acompanhemos o evoluir de um berlínge que, na sua esfericidade perfeita, rola por cima da mesa até tombar, saltitante, no chão.

A imagem, servida por António Alberto Silva, ilustra a contradição entre a reversibilidade das leis fundamentais da Física e a irreversibilidade dos fenómenos da Natureza. Por falta de engenho e de arte (ou de engenho *que é arte*), não repetiremos a descrição da experiência, convidando à releitura.

145

Com a mesma metáfora, a da esfera, Himsorth substitui a imagem da árvore como raiz do progresso disciplinar em ciência, contrariando um modelo botânico que vinha desde Porfírio, com paragem decisiva em Descartes, passando pelo Chanceler Bacon. A substituição não é inocente: de um modelo rígido, fixista, enraizado, passamos a uma ideia progressiva de se fazer ciência, com o encontro, o acaso, o desconhecimento como dinâmicas fundamentais. É esta aliás a formulação de Himsorth, quando articula o movimento desta esfera com a ignorância que a faz mover, com o enigma constituinte do “piparote” que, não sem moléstia, a faz progredir como um berlínge sobre o tampo de uma mesa. A Ciência é assim um jogo histórico, quotidiano e, acima de tudo, colectivo, ante a realidade fragmentária que nos vai surgindo ao caminho, o que coloca a velha questão da interdisciplinaridade, já não como moda institucional de promoção de congressos e de candidaturas a financiamentos, mas como exigência da própria progressão científica. A velha árvore, que fazia com que a comunicação em ciências estivesse dependente de cedências na especialização inerente a qualquer um dos seus ramos (era preciso recuar, chegar próximo do tronco para se cumprimentar a ramificação vizinha e, placidamente, voltar ao registo do nosso cultivo específico), dá agora lugar a uma evolução dinâmica, em que a pluralidade disciplinar se desenvolve desde uma acção quotidiana ditada pelo problema que nos surge ao caminho. A interdisciplinaridade, em vez da tentação de alcançar a tal “visão universal” acusada e recusada por António Alberto Silva, torna-se assim o dia-a-dia da prática científica.

Partamos, pois, da árvore ancestral das ciências para a aparente juventude do berlínge. Ao impulso do que resta por saber, o berlínge reage em franca progressão, como o jogo da ciência lançado no imprevisível do tempo.

Nota 6: O sorriso de Kant ou a consumação dos factos

Bergson, um pensador de intuições, foi um dos raros filósofos que concedeu ao riso a dignidade de se tornar um tema filosófico (Bergson, 1991). Atribuindo ao humor a propriedade da *pura inteligência* (Bergson, 1991: p.14) Bergson analisa, entre outras coisas, o riso como denúncia e exagero da profunda desproporção das coisas. Não estando em causa, nesta nota, desenvolver o riso em Bergson, optaríamos apenas por sublinhar estes aspectos dizendo que o humor, sentido permanentemente reclamado como acesso a *CéC*, provindo de um mundo confessadamente assimétrico, não deixa de ter em si mesmo *qualquer coisa de Moderno*. Além da ironia, forma clássica e correcta de retórica, a eloquência bem-humorada deste livro não oculta nem mascara preocupações profundas e genuínas.

António Alberto Silva revela-nos as inquietações de um cientista, de um professor de Física comprometido globalmente com a Cultura como com todas as manifestações do saber humano. Fá-lo com um sentido de humor contagiante, fluente, um sentido de humor que é um dos sentidos de apuramento científico/cultural que reclama ao leitor. Sem ele, impossível acompanhar o ardil desta trama em que, de fio a pavio, nos vamos enredando na paixão do argumento. Do argumento, que é a única coisa contra a qual não existem factos. Notam a inversão? É assim mesmo, sem engano.

146

Não deixaram de notar, com certeza, que esta é a obra de um cientista culto, que chama em seu favor, como todos os cientistas cultos, os muitos enredos dos saberes, da Filosofia, à Literatura, passando pela Sociologia. Nas suas incursões literárias, um dos autores mais citados é Milan Kundera, num livro que, pela sua lucidez e beleza ensaística, merece ser lido com toda a atenção. Retenhamos uma das passagens:

“Quando Deus abandonava lentamente o lugar de onde tinha dirigido o universo e a sua ordem de valores [...] Dom Quixote saiu de casa e já não estava em condições de reconhecer o mundo” (Kundera, 2002: pp.18-19).

Obviamente, a posição de Kundera não se alimenta de qualquer ateísmo ou do seu contrário, mas de um processo essencial comum ao progresso cultural e científico da Era Moderna: a *Secularização*. Neste processo complexo, a verdade deixa de ter um fundamento metafísico para passar a assumir-se, sob a cortina rasgada por D. Quixote, como plural, precária e provisória. Há uma certeza que progressivamente nos abandona, deixando-nos a sós com o processo multiforme que é o conhecimento humano; passamos a locomover-nos no que Kundera chamará uma “sabedoria da incerteza” (Kundera, 2002: p.19), como errância num jogo de muitos sentidos dinâmicos e irrequietos. Com Cervantes nascia também o riso, ou não fosse o romance a forma de arte “cuja esfera privilegiada é a análise, a lucidez, a ironia” [p. 78] e o humor “o relâmpago que descobre o mundo” [p. 123]. A errância quixotesca, mais do que uma simples perda de coordenadas, traduz

risonhamento a arte de se enfrentar o horizonte de incertezas que nos tem em sobressalto.

Nunca será demais lembrar que um mundo de incertezas não é um mundo de relativismos, de ausências de rigor ou de laxismos e concessões face a ignorâncias e obscurantismos. É antes um mundo discrepante, de interesses infinitos, de categorias e categorizações insondáveis, dissimétricas, que arrancam risos criativos à sisudez instalada, despertando o humor da própria circunspeção kantiana [p. 104]. O sentido de humor é virtude fundamental numa poética científica, como numa sabedoria da incerteza, como na reorganização dos conceitos de medida e de objectividade a partir da Teoria Quântica. – “E agora os factos?” –, perguntamos numa preocupação bem-humorada, deixando a resposta para o final da presente nota. Não lhe responderemos sem o conforto da citação, numa breve insistência por terrenos literários.

Numa tese de doutoramento subordinada à questão da crítica literária – aliás uma tese criativa, original e ousada, como deveriam ser todas as teses de doutoramento, como produções científicas/culturais que são –, Eduardo Prado Coelho recorre à noção kuhniana de Paradigma para a transportar para o domínio das ciências humanas (Coelho, 1987). De uma certa forma, o percurso é inverso ao aqui trilhado por António Alberto Silva, o que lhes possibilita o encontro a meio do caminho.

Parte-se de uma crise instalada no coração do que se entendeu ser o centro da actividade científica: a produção de objectividades; a determinação dos *factos*. É esta reconstrução que permite a reconhecida insolência do epistemólogo Paul Feyerabend, quando escolhe para epígrafe de um dos seus artigos, demolidor para com os padrões modernos da objectividade científica, a seguinte passagem literária de Wilkie Collins:

147

«“Os factos? [...] Beba um outro copo de Rum, senhor Franklin, e já não vai precisar de acreditar nos factos!”» (Cit. Coelho, 1987: p. 38).

Atrevemo-nos a concluir esta nota com um sorriso filosófico ou, se quiserem, um sorriso pendente da Filosofia, que se ri ao riso de Kant e que acena cumplicemente ao sorriso de António Alberto Silva. Não sem admitir, com enorme gosto, que o humor que inunda este livro não pode deixar de aguçar o apetite científico de quem há muito deixou de acreditar na produção dos saberes como algo meramente (sisudamente) factual, respondendo quanticamente à pergunta deixada em suspenso há pouco:

«E os factos? O homem de ciência bebeu mais um copo de rum – e a ciência, essa, como diria Musil, sorriu na sua barba» (Coelho, 1987: p.40).

Nota sobre Notas

Num território onde é difícil conseguir harmonia, ou seja, onde se exigem qualidades mais características de um espírito renascentista do que de uma fragmentária consciência de índole pós-moderna, esta obra surge com uma coerência extrema, desusada. Trata-se de uma lição de ciência, de um exemplo de cultura, de uma demonstração rara e preciosa de capacidade de escrita e de vigor retórico, com um sentido de humor provocador e penetrante. A prosa de António Alberto Silva diverte e mobiliza, com a lucidez e a tenacidade características de um espírito inquieto, num livro notável. Num livro em que, permitam-me um envaidecido acento vivencial em contexto científico, reconhecemos o tom e o timbre de um colega com o qual temos a sorte e o privilégio de conviver.

António Alberto Silva cita Bach, evoca Beethoven. Não sei se o leitor se terá lembrado, no decorrer do texto, da magistral sequência de *2001 Odisseia no Espaço*, onde Stanley Kubrick filma uma dança planetária ao som de Danúbio Azul, numa das mais belas cenas da História do Cinema. Ele aqui fica como sugestão, se acaso a memória tiver esbatido esta referência maior da cultura, este hino enternecedo ao Homem como produtor de ciência.

Termino citando um mestre da metamorfose, um ícone da cultura popular. No ano de 1969, ano de aterragem da Apolo 11 em solo lunar, David Bowie lança *Space Oddity*, música produzida em torno da viagem sem regresso de "Major Tom" (personagem ficcional) ao espaço. O mistério e, de certa forma, a chave do encanto deste clássico, é a combinatória entre tecnologia e lirismo, no encontro das promessas da evolução com as hesitações sem idade que nos devolvem à humanidade, de onde afinal nunca saímos. Trata-se da magia de uma Ciência que é dúvida, mistério, Cultura, tensão contraditória de quem domina o cálculo, as leis, os teoremas, mas que não deixa de pedir as graças dos deuses, dedicando-se, poética e científicamente, ao lado mágico das coisas.

Check ignition and may God's love be with you...

Hugo Monteiro

Porto, Novembro de 2009

Referências bibliográficas do Posfácio

- André, J. M. (1987). *Renascimento e modernidade: do poder da magia à magia do poder*. Coimbra: Minerva.
- André, J. M. (1993). "Natureza e Espírito: tópicos para uma reflexão sobre a articulação entre as Ciências da Natureza e as Ciências Sociais". *O Professor*, 35.
- Barthes, R. (1988). *O prazer do texto*. Lisboa: Ed. 70.
- Bergson, H. (1991). *O riso*. Lisboa: Relógio d'Água.
- Coelho, E. P. (1987). *Os universos da crítica*. Lisboa: Ed. 70.
- Gadamer, H.-G. (1997). *Verdad y método* (Vol. I). Salamanca: Sigüeme.
- Heidegger, M. (1997). "La question de la technique". In *Essais et conférences*. Paris: Gallimard.
- Kuhn, T. (2009a). *A estrutura das revoluções científicas*. Lisboa: Guerra & Paz.
- Kuhn, T. (2009b). *A tensão essencial*. Lisboa: Ed. 70.
- Kundera, M. (2002). *A arte do romance*. Lisboa: D. Quixote.
- Morin, E. (1997). *O Cinema ou o homem imaginário*. Lisboa: Relógio d'Água.
- Santos, B. d. S. (1977). "Da sociologia da ciência à política científica". *Biblos*, LIV.
- Santos, B. d. S. (2003). "Introdução". In B. d. S. Santos (Ed.), *Conhecimento prudente para uma vida decente*. Porto: Afrontamento.
- Stewart, I. (2006). *Cartas a uma jovem matemática*. Lisboa: Relógio d'Água.

