

INTERCOMPREENSÃO NA EDUCAÇÃO FORMAL E NÃO-FORMAL EM CIÊNCIAS – O DESAFIO ACTUAL

Abstract

Today, the education in Sciences is almost irrefutably considered as a main area in the instruction of the common citizen. Knowledgeability does not disregard a considerable acquaintance with scientific matters.

The central aim of this work is the analysis of the particular characteristics of the two main routes that can, in the modern societies, conduct to a balanced scientific preparation in basic education. Formal teaching, as the main route, is focused under the pertinence of the curricula and programmes towards the fundamental goal of the education for a sound and informed citizenship in parallel with the need to create solid basis for further studies. The potential of non-formal teaching, and in particular of the new science centers that are conceived and organised as structures dedicated to attract public attention to relevant scientific information and to facilitate the comprehension of the processes, is analysed under the perspective of the formative exercises that are still to be explored. The specific objectives of each of these routes are distinguished and analysed as well as their difficulties, with suggestions for improvement. It is defended that science learning can qualitatively benefit from the drawing up of joint action programmes between formal and non-formal education institutions, programmes that might be shaped according to the specific goals to be reached.

L'éducation en sciences est actuellement un élément de plus en plus incontestable de la formation des individus et nombreux de ses défenseurs assument qu'il est impossible d'être cultivé étant inculte du point de vue scientifique.

L'idée centrale de ce travail est de présenter deux voies qui, dans les sociétés modernes, contribuent le plus (ou devraient contribuer) pour cette formation: l'enseignement formel (on met ici en relief le rôle des cours et des programmes scolaires) et l'enseignement non-formel (les centres de science en particulier, en tant que systèmes organisés pour attirer l'attention du public sur la recherche de savoirs scientifiques). Pour chacune de ces voies on met en évidence des finalités, on identifie des problèmes et on défend des propositions à suivre. Finalement, on discute l'articulation qu'il devra y avoir entre les uns et les autres de façon à optimiser des apprentissages valables sur la connaissance et l'activité scientifique.

1. Os currículos de Ciências e a compartimentação do saber

1.1. Escolarização e formação

O crescimento científico e tecnológico verificado no século prestes a terminar tem implicações directas na vida das sociedades (sobretudo ocidentais), nas tarefas do quotidiano, nas expectativas que os indivíduos desenvolvem em relação ao futuro, nos sistemas de valores que defendem e nas próprias convicções. Todas estas modificações se têm repercutido ao nível da Escola enquanto sistema de ensino formal, condicionando decisões de política educativa sobre a organização do próprio sistema de ensino, dos currículos e programas, do tipo de recursos didácticos e, ainda, dos modelos e práticas de formação dos professores.

O aumento da escolaridade obrigatória verificado na maioria dos países bem como o aumento da taxa de escolarização em praticamente todos os níveis de ensino trouxe à Escola novos problemas e também novos desafios. A Escola deixou de ser para uma elite, e teve que se reorganizar para receber, acompanhar e desenvolver um grupo heterogéneo de alunos provenientes muitos deles de famílias com um passado escolar muito mais reduzido. Os problemas da escolarização passaram a ter novos contornos embora a intenção global continuasse a ser a de proporcionar formação e competências para o futuro a nível pessoal, social e profissional.

A par disto tornou-se também muito claro que nas sociedades modernas as vias de acesso à informação e formação são diversas, algumas delas pelas suas características bem mais cativantes da atenção e interesse dos jovens. Isto não significa, no entanto, que a Escola esteja a perder o seu papel na formação dos jovens mas tão só que terá que atender às potencialidades formativas de outras vias até porque os alunos trazem para a Escola muita informação e saberes adquiridos por via não-formal ou mesmo informal. Ora, se se pode dizer que a Escola não é o único lugar para a aprendizagem, ela terá de ser, seguramente, um lugar de eleição das aprendizagens, em particular daquelas que exigem actividades estruturadas.

No entanto, poucos serão os cidadãos que não têm comentários, ou até críticas, ao papel da Escola na educação/formação dos jovens, ouvindo-se com alguma frequência sugestão sobre outras orientações a seguir ao nível de políticas educativas (por exemplo, organização de currículos e de programas) e/ou de propostas de sala de aula. Tal posicionamento reflecte a preocupação do público em geral sobre os resultados das aprendizagens que a Escola proporciona. Se para muitos a expectativa está no resultado da avaliação que o próprio sistema educativo organiza, conduz e delibera, para outros situa-se para além disso. Com efeito, mesmo relativamente aos jovens que concluem com aproveitamento determinado ciclo de estudos é vulgar exprimir-se comentários sobre a preparação insuficiente para o prosseguimento de estudos (situação particularmente crítica no caso do ingresso no ensino superior) ou para o mercado de trabalho (praticamente em todos os níveis).

1.2. O ensino formal das Ciências

Se nos debruçarmos sobre a área das ciências, a situação é ainda mais flagrante no que respeita ao desfasamento existente entre aquilo que os alunos legitimamente podem aprender na Escola e o corpo de conhecimentos científicos que caracterizam a nossa época. Neste domínio as propostas apresentadas pelos educadores em Ciência apesar de abundantes e diversificadas, têm atingido algum consenso que pode ser sintetizado da seguinte forma: o ensino das ciências em contexto escolar deverá fornecer ao aluno as bases para aceder a mais conhecimento científico (por via escolar ou não) e tornar-se um cidadão esclarecido e informado para a tomada de decisões. Para se atingir este objectivo tão amplo não bastará atender ao corpo de conteúdos da Ciência; o ensino das ciências terá que contribuir para a formação da mentalidade problematizadora e da atitude crítica próprias de um espírito científico¹.

Ora os estudos sobre a compreensão pública da Ciência (PUS – Public Understanding of Science) iniciados nos anos 50 através de questionários administrados a variados sectores da sociedade, revelaram que, mesmo naqueles que apresentavam maior desenvolvimento científico e tecnológico, os conhecimentos sobre Ciência e acerca da Ciência eram muito reduzidos, indiciadores portanto de um baixo nível de literacia. Por exemplo, segundo Canavarro (1999), Miller verificou, em 1983, que apenas 7% dos norte-americanos apresentavam um nível aceitável de literacia científica, embora 8% parecessem estar atentos à ciência.

Tais resultados, reforçados também pela autoconsciencialização manifestada porventura por grupos mais exigentes, vieram pôr em questão o tipo de ensino das ciências praticado na Escola, aparecendo diversas propostas alternativas, enfatizando ora os conteúdos (por conceitos ou por temas), ora os processos e metodologias.

Embora haja sempre lacunas a apontar à Escola, no que respeita à educação em ciências ela tem, para a generalidade dos indivíduos, um papel fundamental. Com efeito, a maioria dos conceitos da Ciência são contra-intuitivos e precisarão de um sistema formal de ensino para serem aprendidos.

O papel da Escola² na promoção da literacia científica dos jovens de hoje e dos adultos de amanhã, exige que nela se desenvolva o ensino inteligente das ciências, uma questão bastante complexa e vasta. Destaquemos três aspectos para discussão: finalidades da ciência escolar, a quem ensinar ciências e adequação dos currículos de ciências.

1.2.1. O ensino das ciências deve ser para todos

Significa isto que todos os alunos deverão ter alguma formação em ciências, e não apenas aqueles que prosseguem carreiras em ciências e/ou tecnologias. Daí que os currículos e programas da escolaridade obrigatória devam incidir em temas e conceitos seleccionados pelo seu interesse hoje do ponto de vista pessoal, social e cultural e que constituam uma boa base para o saber no futuro.

Mas a organização de currículos com esta lógica não deve alhear-se da necessidade de tais currículos também proporcionarem aos alunos as bases necessárias para o prosseguimento de estudos em ciências. A tarefa não é simples e embora o princípio reúna um largo consenso, o mesmo não acontece quando se propõem conteúdos e processos.

¹ Não se trata de formar cientistas, mas sim de desenvolver características que praticamente todos os cidadãos devem e podem alcançar.

² Consideramos neste momento apenas o ensino não-superior.

Por outro lado, tratando-se de um ensino obrigatório, ele deve despertar também os alunos para profissões de cariz científico, técnico e tecnológico indispensáveis ao desenvolvimento industrial e económico das sociedades modernas. Para isso deverá fornecer informação sobre profissões e âmbitos de aplicação.

É claro, pois, que não basta ensinar conteúdos (conceitos, leis, princípios e teorias) da Ciência. Também se tornou cada vez mais claro que o ensino das ciências deve começar muito cedo, nos primeiros anos de escolaridade, mas continuam as interrogações sobre os conteúdos científicos e os processos de trabalho a adoptar para estas crianças.

1.2.2. Os currículos de ciências devem motivar os alunos para a aprendizagem das ciências

Muitos dos jovens sentem hoje pela Ciência escolar um grande desinteresse (Gil, 1994), embora se sintam atraídos pelas notícias acerca da Ciência, sobretudo aquelas que são difundidas na comunicação social. Não é justo pois considerar que cresce o desinteresse pela Ciência nas camadas jovens e que isso terá, necessariamente, um efeito catastrófico na procura de cursos de ciências, a nível superior. Claro que este risco existe, e seria desastroso para o desenvolvimento sócio-económico de qualquer país não dispor de uma base larga de recrutamento de quadros científicos e técnicos. A grande questão é saber que Ciência deve ser ensinada e como deve ser ensinada.

Abordemos o primeiro aspecto: que conteúdos incluir em cada disciplina.

Sobre esta questão, pode dizer-se que tem prevalecido em muitos países a ideia de que à Escola competirá a estruturação da aprendizagem sobre conceitos fundamentais, a maioria deles contra-intuitivos, e que sendo tais conceitos de aplicação válida em diferentes contextos, os alunos que os aprendam saberão sempre aplicá-los e usá-los em casos particulares. Esta tem sido a ideia que subjaz, por exemplo, à avaliação quando se preocupa em averiguar o grau de “aplicação de conhecimentos a novas situações” que os alunos apresentam. Nesta visão da Ciência escolar a preocupação é mais com a pertinência dos conceitos do que com os interesses dos alunos.

Ora, os alunos mostram um elevado interesse pelo aprofundamento de temas de cariz societal e consideram mesmo que gostariam de os ver aprofundados nas aulas de ciências. Por exemplo, C. Dias, (1999), apurou o elevado interesse de uma amostra de mil alunos portugueses do Ensino Secundário sobre 18 temas relacionados com a Biologia, dos quais só três são abordados nos actuais programas. Para tentar inverter a situação do desinteresse pela Ciência escolar (não pela Ciência!) e por um aumento dos níveis de literacia da população, surgiu em meados dos anos 80, um movimento para o ensino das ciências que procurava centrar o ensino em temas, em vez de o centrar em conceitos, sendo então os conceitos desenvolvidos de acordo com a sua relevância para a compreensão dos temas. Além disso, uma forma de dar relevância a esses temas seria seleccioná-los a partir do cruzamento entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (CTS). Por esta razão designou-se tal orientação para o ensino das Ciências como o Movimento CTS, o qual tem vindo a granjear adeptos em diversos pontos do mundo (por exemplo, Gardner, 1994; Layton, 1994) e a aumentar a motivação dos alunos pela aprendizagem das ciências.

1.2.3. A ciência escolar não deve ser a fragmentação do currículo

As modificações político-sociais ocorridas em Portugal nos últimos 25 anos introduziram mudanças acentuadas no sistema educativo trazendo à Escola um número cada vez maior de alunos e “obrigando” os responsáveis políticos a acompanhar o que

noutros países estava a acontecer. O ensino das ciências foi, em particular, uma área da educação onde, em muitos países, algumas mudanças ocorreram a partir dos anos 60, desviando o centro do processo de ensino-aprendizagem do professor para o aluno, dos conteúdos da Ciência para os processos, duma visão da aprendizagem por recepção para uma aprendizagem construtivista. Em Portugal, com algum atraso, também estas perspectivas foram chegando, embora nunca se impondo de uma forma generalizada. Os currículos sofreram alguns ajustes nas designações e cargas horárias das disciplinas, e os programas foram sujeitos a ligeiras modificações. O papel da experimentação na escolaridade básica foi sendo reduzido e embora recentemente tenha havido um esforço para repor no currículo a sua importância educativa (por exemplo, com o desdobramento das turmas em dois turnos, no 3º ciclo do EB, nas disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais), de um modo geral, são muitas as Escolas onde o trabalho experimental é pouco proveitoso para a aprendizagem.

Uma maneira de apreciar a importância de uma dada área do saber num currículo pode ser a percentagem de tempo que lhe é dedicada. É claro que são vários os domínios em que a Escola deverá proporcionar formação, mas apesar disso parece ser muito reduzido o tempo dedicado às ciências nos 2º e 3º ciclos EB e que representa 10% (5º, 6º, e 9º anos), 13% (7º ano) e 23% (8º ano). No Ensino Secundário, organizado por áreas de estudo, e no caso dos cursos de ciências para prosseguimento de estudos, o valor sobe para 27% (10º e 11º anos), e para 38% no 12º ano. No caso do 1º ciclo do EB, não é possível adiantar valores dada a forma como está organizado, mas nada indica poder a situação ser mais favorável para o nosso país. Ora, no Reino Unido a “Association for Science Education” recomenda que nos primeiros anos de escolaridade (para nós o equivalente ao 1º ciclo EB) se dedique 20% ao ensino das ciências.

Considerando agora o conteúdo dos programas das disciplinas, a situação é pouco tranquilizadora quanto ao estado da educação em ciências de âmbito escolar, no nosso país. Num estudo recente sobre o currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências (Martins e Veiga, 1999), foram identificadas repetições, desfasamentos e omissões importantes no que respeita a uma articulação transversal e vertical dos programas das diferentes disciplinas, do 1º ao 9º ano, as quais poderão justificar alguma desmotivação dos alunos e o insucesso a que muitos poderão ser conduzidos.

Também a organização estritamente disciplinar, e sobretudo de carácter não articulado, não propicia a compreensão global dos temas de cariz científico-tecnológico. Com efeito, os problemas são globais e a sua “divisão” por domínios disciplinares distintos não facilita, aos olhos dos alunos, a intercompreensão das explicações que emergiram duma especialização dos saberes científicos. De facto, o crescimento do conhecimento científico que vai permitindo compreender cada vez mais de cada vez menos, não deverá traduzir-se, no contexto escolar, numa “especialização precoce” dos alunos. Também não será nunca correcto que os fenómenos físico-naturais sejam rotulados por domínios diferentes, já que possivelmente para todos haverá perspectivas científicas distintas para os interpretar, embora, conforme o caso, umas possam pesar mais do que outras.

Em resumo, um desenho curricular de cariz disciplinar exclusivo não facilita a perspectiva global da Ciência com lugar para temas multi-inter-transdisciplinares e onde o verdadeiro significado da Ciência possa emergir.

2. Os Centros de Ciência na perspectiva da aprendizagem

2.1. Os Centros de Ciência

Os centros de ciência são uma novidade que se expande só nos anos 90 quando se individualizam, na estrutura e nos objectivos, dos museus de ciência com que, em alguns casos, estiveram associados. Os próprios museus de ciência nasceram no séc. XVIII com a revolução industrial e ainda na primeira metade deste século funcionavam como lugares de colecções de objectos onde se documentava a história da Ciência. As ciências eram geralmente apresentadas aí como actos acabados, sem preocupações de aliciamento do público não especializado para os processos da descoberta, limitando-as o museu à condição de ciência longínqua que só poderia ser venerada.

Os primeiros museus de ciência e tecnologia nasceram para treino de artesãos e operários. A faceta do entretenimento dos visitantes foi acrescida mais tarde em resultado da filosofia em vigor nas feiras internacionais. Nos cem anos que mediam de 1850 a 1950 as feiras foram enriquecendo os museus com materiais que tinham sido temporariamente expostos e foram, assim, desenvolvendo a componente lúdica do visitante na exploração das exposições, tarefa facilitada pela natureza eminentemente prática dos processos industriais.

Quando os centros de ciência surgiram demarcaram-se dos museus de ciência pela forte vinculação à função educativa dirigida não a um público especializado mas sim a um público altamente heterogéneo. Nasceram para concretizarem uma nova filosofia sobre a ciência, sobre os cientistas e sobre o público. Neles procurou-se e procura-se estimular a curiosidade, a participação e a interacção não com os objectos em si mas com a ideias e os conceitos científicos de que estes objectos são o reflexo (Chagas, 1993). Nestes centros a ciência torna-se viva, desafia o visitante, torna-se inteligível sem se adulterar. Passa a ser privilegiado no discurso científico o receptor, e não o emissor como acontecia anteriormente, criando uma nova figura central do discurso da aprendizagem – a do comunicador científico especializado. Os museus de ciência precederam, por mais de um século, os centros de ciência e há até quem diga (Durant, 1993) que se eles tivessem feito o que deviam não teria havido necessidade de criar os centros de ciência.

O fulcro da questão nos centros de ciência é saber divulgar ou até popularizar, uma tarefa sem dúvida mais difícil do que ensinar (Borsese, 1999). Esta tarefa exige dos especialistas muitas competências desde a competência científica à linguística, à psicopedagogia e ao *design*. É o discurso científico que deve ser adaptado à linguagem comum tornando os conceitos acessíveis, é zelar para que não ocorram distorções a par da necessária simplificação. Como diz Galopim de Carvalho (1993), ‘...os centros de ciência devem dar o espectáculo da ciência através de estratégias próprias e eficazes. Têm que vencer a barreira da rejeição da ciência que não se entende, daquilo que parece reservado a poucos eleitos, não só tornando atraente o percurso da análise científica como desvendando em linguagem simples os métodos que lhe dão acesso’. Os centros de ciência aproximam os factos científicos do visitante não especializado, revelam o processo da pesquisa e até mostram, humildemente, como as conclusões são tantas vezes provisórias. O percurso do avanço histórico das ciências torna-se interessante à luz das aplicações que têm modificado a vida das sociedades.

Mas porquê divulgar ciência e tecnologia? Porque se está a tornar tão clara a necessidade de o fazer?

Primeiro que tudo – segundo um ângulo de visão – porque a evolução económica assim o exige. A competitividade cresce cada vez mais à custa de alta tecnologia, a alta tecnologia exige alta produção científica e sofisticada preparação a todos os níveis técnicos. Todos os países já entenderam estas premissas incontornáveis do desenvolvimento e prepararam-se, segundo as suas próprias estratégias, para aumentarem a disponibilidade de acesso à ciência e à tecnologia, para compensarem ou rectificarem os factores negativos da percepção do fenómeno científico e tecnológico. A ciência e a tecnologia ganharam a maioria neste século. Estima-se (*vide* Revuelta, 1999) que 80% dos cientistas conhecidos viveram nos últimos 100 anos. A divulgação científica, inicialmente sem grande significado social – tinha expressão apenas nos círculos restritos de intelectuais e em raras sessões públicas – passa agora a ser um trunfo para a não-exclusão da vaga científico-tecnológica que controla a economia do planeta.

E também com a maior importância – agora segundo outro ângulo de visão – porque o entendimento da cidadania assim o exige. Quando é criado o Estado Democrático, quando a escolarização é democratizada, e quando se percebe que a informação é instrumento do poder, não há como negar o acesso à ciência e à tecnologia no diálogo que se impõe entre cientistas e o público. Por outras palavras, o público tem direito à ciência e o público precisa da ciência para exercer, com verdadeiro sentido de responsabilidade, o seu direito de cidadania.

Por outro lado, o próprio posicionamento do cientista, e das instituições onde se faz a ciência, perante a sociedade é frequentemente objecto de reparos a que é necessário atender. É interessante ouvir Briggs (1999) quando diz: *‘O contrato social entre grupos de especialistas e o resto da sociedade está a mudar. Não é um contrato definido mas a liberdade de o cientista prosseguir os seus trabalhos também é determinada por esse contrato. O público já entende que o desenvolvimento científico pode ter grandes impactes nas suas vidas. Impactes tanto positivos como negativos, nas pessoas como no ambiente, no lazer e nas oportunidades económicas. O público já quer saber o que se passa no campo da ciência – quer entender. O contrato social depende de o cientista aceitar a responsabilidade, a par do direito que lhe é conferido pela sociedade de explorar as fronteiras do saber sem obstáculos ou impedimentos, de comunicar aberta e imparcialmente os avanços científicos e de discutir os riscos e benefícios da sua aplicação. Só assim o cientista pode dar as necessárias garantias para a sua aceitação e para a indispensável confiança da sociedade.’*

O público diz confiar mais em cientistas de umas organizações do que de outras. Que significa esta confiança ou desconfiança? De que modo é que a desconfiança ou a confiança excessiva afectam as políticas nacionais? Como é que os centros de ciência podem chegar aos interesses diferenciados dos vários grupos sociais? Que é preciso resolver, antes ou a par da divulgação da ciência e da tecnologia, para que o público valorize a educação e procure a divulgação do saber?

A Conferência Mundial sobre a Ciência, que teve lugar em Budapeste (1999) registou nas suas conclusões, e com grande destaque, aspectos fundamentais da ética científica e da utilização da ciência. Destacamos os seguintes apelos:

- “...Hoje, com a previsão do avanço sem precedentes das ciências, impõe-se a necessidade de um debate democrático vigoroso e informado sobre a produção e uso do conhecimento científico.
- O conhecimento científico tornou-se um factor crucial de riqueza e, assim, a sua distribuição tornou-se ainda mais desigual. O pobre distingue-se do rico (seja

gente ou país) também porque é excluído da criação e dos benefícios do conhecimento científico. A ciência é um recurso cheio de poder!

- *O conhecimento científico é necessário para a tomada de decisões (privadas ou públicas), incluindo o delinear de políticas e a elaboração de regulamentos. Queremos cidadãos informados, cidadãos activos, queremos ciência endógena e não só importada.*

- *A educação em ciência, no seu sentido geral, sem discriminação e abrangendo todos os níveis e modalidades, é um pré-requisito fundamental para a democracia e para se assegurar o desenvolvimento sustentado.*

- *A ciência e a sociedade têm que colaborar para fazerem frente aos problemas mais prementes da pobreza, degradação ambiental, saúde pública inadequada, carência de água e alimentos, problemas associados com o crescimento da população mundial. Queremos ciência para o saber e saber para o progresso. Ciência para a paz. Ciência para o desenvolvimento.*

- *Educação em ciência, comunicação e popularização da ciência são vias concorrentes para assegurar a literacia científica em todas as culturas e vectores da sociedade, para capacitar e habilitar a discussão construtiva e a apreciação dos valores éticos, para dar força e mérito à participação pública nos processos decisórios.” ‘*

Tem sido notado, no entanto, que a promoção de atitudes, como objectivo dos centros de ciência, não abrange igualmente as diferentes áreas temáticas. A promoção de atitudes é mais frequente em temas que se debruçam sobre a Natureza e sobre o Ambiente do que em temas científicos e tecnológicos estritos (Escalas, 1999). Talvez isto se deva ao facto, que é bem sabido, de o cientista concordar facilmente em disponibilizar ‘histórias da ciência’ destinadas à divulgação mas de lhe ser difícil envolver-se na análise e compreensão do modo como a ciência opera na sociedade, isto é, na sua perspectiva social (Arnold, 1996). Estas conotações são por vezes difíceis de divulgar e até talvez exijam recursos ainda pouco habituais. Por vezes, é uma questão de meios e técnica de abordagem. Arnold (1996), citando Bywaters e Richardson (1993), lembra-nos que ‘os objectos não falam mais alto do que as palavras’ sobretudo quando se trata de intervenção humana directa. Sugere-nos que a abordagem através do teatro e de intérpretes reais pode conseguir não só ser o meio mais barato de divulgação, mas também mais eficaz e menos técnico, capaz de fazer realçar os aspectos subtis e sofisticados das implicações da ciência em assuntos de abordagem difícil como os sociais e culturais. ‘O teatro desperta emoções e as visitas aos centros de ciência (quando há recurso ao teatro) tornam-se acontecimentos memoráveis’ – uma recomendação a não esquecer.

2.2. Os Centros de Ciência e as vias da aprendizagem

O processo da aprendizagem, como todos sabemos, é complexo e não há fórmulas únicas que garantam o sucesso. Muitos factores se cruzam na comunicação entre o objecto, o agente e o destinatário promovendo, dificultando ou facilitando a conquista do conhecimento. A mensagem pode brotar de forma aparentemente tão intuitiva, tão fácil de articular, que o receptor se sente perfeitamente integrado como parte e parceiro do discurso intelectual. Os problemas surgem quando o acesso à informação aparece envolto em complexidade excessiva, quando conduz a um mundo estranho sem referências identificadas, quando a mensagem não tem eco na vivência e no quotidiano dos que a

buscam. A qualidade da comunicação é, portanto, um factor forte, ou mesmo fortíssimo, no acesso à aprendizagem e deverá constituir uma área nuclear de formação e treino para todos os que pretendem uma especialização na transmissão do conhecimento não só nos centros de ciência mas também no ensino formal, desde o nível básico ao superior.

O grande público dos centros de ciência é a população escolar, sinal de que há factores que ainda barram a comunicação com a população adulta. Este é um facto a que os centros devem estar mais atentos mas que não abordaremos no contexto deste documento. Os centros de ciência, pela própria natureza do projecto que se propõem, têm investido na investigação dos processos da comunicação, particularmente nos aplicados às populações jovens, e retirado daí conclusões importantes para a sua programação e para a montagem e organização dos próprios centros. O sucesso dos centros de ciência e dos museus convertidos às exposições interactivas, mostra que se avança no rumo certo.

As orientações pedagógico-didácticas dos centros de ciência visam particularmente aflorar, confrontar e reforçar atitudes. Assim, devem criar espaços para a criatividade, estimular a autoconfiança e a partilha de experiências. Poder-se-ão gerar, e até estimular, ângulos de visão diferentes entre os participantes e estes devem exercitar-se na sua defesa.

A grande heterogeneidade do público torna inevitável que muitos dos desafios de percepção científica propostos nos módulos interactivos dos centros de ciência possam, nuns casos, exceder a capacidade interpretativa e, automaticamente, o interesse do visitante. Noutros casos podem ficar, pelo contrário, aquém do estímulo desejado. Afigura-se assim necessária, em muitos casos, uma concepção nova sobre módulos científicos que se caracterize por oferecer níveis crescentes de interpretação, articulados de modo a que convidem o visitante a progredir e decidir sobre o nível de interpretações que mais o satisfaça.

Assim, aquilo que defendemos é que o acesso à informação deveria ocorrer a gosto do visitante, por patamares distintos de objectivos. Cada patamar diria respeito a uma atitude do visitante/participante podendo incorporar, mas não necessariamente, diferentes níveis de rigor explicativo.

No primeiro patamar (o da percepção directa), o mais comum na maioria dos centros, a interacção só raramente seria apenas lúdica: ela conduziria deliberadamente à interrogação sobre a interpretação científica de um dado fenómeno e à descoberta.

Num segundo patamar – o do relacionamento de fenómenos – ainda pouco comum nos centros, colocaríamos domínios em que se aplica a mesma técnica científica, seja na análise de fenómenos aparentemente díspares, seja na análise multidisciplinar de um fenómeno complexo. Aqui passar-se-ia, por um lado, à percepção da transferência da aplicação tecnológica de umas áreas científicas para outras e, por outro, à percepção da necessidade de integração do conhecimento de várias disciplinas na análise de fenómenos mais ou menos complexos, numa perspectiva de estudo de casos. Seria a oportunidade de entender o significado das ciências como ferramentas do conhecimento, dimensão tão ausente dos programas escolares.

No terceiro patamar – o da criação – a interacção do centro com o seu público atingiria o seu nível máximo. Neste caso o centro aceitaria o desafio de despoletar e acolher atitudes criativas através das características das suas exposições e/ou através de acções específicas propiciadoras. Não cremos que a resposta criativa possa ser mais do que um limite antecipado e nunca um resultado esperado. Neste nível o centro seria também uma oficina de projectos propostos do exterior, e funcionaria numa perspectiva de diálogo com a comunidade e de revelação de valores.

Este tipo de módulos deveria explicitar claramente, inclusive através da sua estrutura física, que em cada nível era feita ao visitante uma nova proposta de progressão no saber.

Deste modo, a ciência diferenciada em níveis num mesmo módulo de exploração, tornaria possível uma nova atitude do visitante – a atitude de gerir o nível de saber a que quer ter acesso – e ainda uma nova perspectiva – a do percurso do saber.

Outro desafio que se coloca aos centros de ciência diz respeito à divulgação do processo de construção do conhecimento.

Os métodos e técnicas com que se faz a ciência são mais difíceis de divulgar do que os resultados obtidos na investigação e, por essa razão, raramente a metodologia é incluída nos programas dos centros de ciência. É necessário investir em novos meios de comunicação, tanto nos centros como nas escolas, que ultrapassem esta limitação quer porque se reconhece o enorme valor heurístico da metodologia, quer também porque esta lacuna deixa a história da ciência, senão mal contada, pelo menos empobrecida no que é fundamental no progresso científico.

Também a cultura científica para o exercício da cidadania é ainda muito pouco visível nos centros de ciência (e nos programas escolares), não só nos nacionais como também nos estrangeiros. Alguns centros que chegam a fazer alguma aposta nesta direcção apontam particularmente para a capacitação profissional e para os métodos científicos subjacentes a algumas actividades económicas, o que é importante mas não suficiente. Na generalidade dos museus e centros, a ciência não é questionada quanto à sua rentabilidade e utilização, a gestão dos recursos nacionais e regionais em face do conhecimento científico não é analisada, as diferentes operações financeiras (bolsa, créditos, juros, investimento, impostos) ainda não são explicadas pelo seu conteúdo estratégico e económico, o efeito da globalização da comunicação e das transações no desenvolvimento do mercado também não foi posto em evidência. É verdade que, na maioria dos casos, não é fácil tornar estas matérias aliciantes e compreensíveis convertendo-as em linguagem simples, mas não é impossível – parece-nos ser essencialmente uma questão de estratégias e de recursos de comunicação.

3. Convergência de acções entre as Escolas e os Centros de Ciência

É verdade que os objectivos específicos dos centros de ciência exigem que eles criem oportunidades de aprendizagem em moldes bastante distintos dos do ensino formal, tanto no que respeita à vivência que é oferecida, como às temáticas abordadas ou ao grau de sistematização dos conhecimentos que é exigido. Não cabem no universo da escola as experiências enriquecedoras, muitas delas até reveladoras que os centros proporcionam. Não cabe no âmbito dos centros nem a estrutura programática articulada do ensino-aprendizagem, nem a sistematização e a avaliação típicas do ensino formal. No entanto, a complementaridade das duas abordagens de aprendizagem deverá ser um aspecto a ter presente.

A complementaridade dos centros e das escolas advém da diversidade na oferta de vias de acesso ao conhecimento científico e das diferentes oportunidades de confrontação entre ciência de base e ciência aplicada. Vejamos algumas dessas vias. Os centros podem ter mais facilidade do que as escolas na dramatização de atitudes sociais perante a ciência o que, ao gerar melhor percepção das implicações do conhecimento científico, pode reflectir-se em maior receptividade por parte dos jovens em relação às ciências fundamentais. A educação não-formal veiculada em centros de ciência, em periódicos, na televisão, na Internet, tem elevado grau de liberdade e pode ajustar-se aos interesses regionais ou nacionais, a temáticas específicas e à novidade momentânea dos acontecimentos científicos, proporcionando a sensação agradável de se ‘estar sobre a actualidade’. De

facto, os jovens, na generalidade, não apreciam a história da ciência, os fundamentos das técnicas e do saber a não ser que expliquem algo de muito curioso, de muito actual ou de muito espectacular. A cogitação científica não é um exercício comum nem precoce no desenvolvimento humano.

A colaboração entre centros de ciência e escolas pode tomar formas diversas que vão desde a simples visita programada de grupos de estudantes ao estabelecimento de protocolos de trabalho conjunto. É necessário pois que os eventuais parceiros dessa colaboração possam antecipar o enquadramento possível e desejável das suas acções, que prevejam e hierarquizem os efeitos a alcançar em termos de abrangência e das formas de aprendizagem e que sopeiem o seu impacte em termos escolares, formativos e sociais.

Mas o primeiro passo a dar neste sentido será o de preparar os professores para a utilização e exploração deste recurso em proveito da aprendizagem da Ciência escolar. Ora, em Portugal, atrevemo-nos a dizer, esta dimensão tem sido praticamente ignorada dos cursos de formação inicial e contínua de professores e pouco se sabe sobre o que eles próprios pensam das suas potencialidades formativas. É certo que a difusão dos centros ainda é reduzida, mas também é provável que haja muitos professores que nunca visitaram nenhum centro ou, pior ainda, não saibam sequer os que existem!...

Reconhecemos que nem todas as escolas podem dispor ou organizar acessos regulares a centros de ciência e essas são, em geral, as que maior carência têm de intercâmbios e reforços educativos. Há que explorar, portanto, outras vias. Ora, o recurso às redes informáticas, já tão aliciante para os jovens portugueses, (fortemente promovido e apoiado pelo governo) pode ser um instrumento fácil e expedito de comunicação a nível do globo. No caso da divulgação das ciências, podemos mencionar o exemplo da Rede de Aprendizagem da Ciência (*Science Learning Network*, SLN), que é uma rede na Internet que abrange vários museus e centros dos EUA (Exploratorium de S. Francisco, Franklin Institute Science Museum em Filadélfia, Boston Museum of Science, etc.) num serviço interactivo com as escolas norte-americanas. Através deste serviço professores e alunos podem fazer visitas à distância aos módulos dos museus, podem obter informações mais ou menos específicas, podem realizar experiências didácticas e até incluir os resultados obtidos nessas experiências nas páginas da Rede (Cuesta *et al.*, 1999).

Há, contudo, outras formas de interacção à distância que são também eficazes. O caso paradigmático do programa Ciência pelo Correio (*Science by Mail*), iniciado há cerca de onze anos pelo Boston Museum of Science, associou vários factores que justificam o seu grande sucesso (actualmente abrange mais de 20000 jovens e 2300 cientistas (Briggs 1992)). Trata-se de um programa de aprendizagem à distância no qual se proporciona um contacto estreito (neste caso via correio normal ou electrónico) entre grupos de jovens (de 4 a 5 elementos) e os seus cientistas-tutores. O cientista, para além da participação na montagem do programa de trabalho, assume a função de companheiro ou tutor que sugere pistas para os jovens contornarem dificuldades, que responde a dúvidas e que encoraja o curso da pesquisa. Por outro lado, os projectos propostos aos jovens, pois é disso que se trata, têm sobretudo a ver com os métodos da ciência e não com questionários sobre factos científicos; os jovens sentem que lhes é posto um desafio aliciante – algo que apreciam – em que será necessário incluir criatividade e que até dispõem de um cientista para consultarem. Do ponto de vista da socialização da ciência e da figura do cientista, o programa tem, por isso, muitas potencialidades.

Mas a socialização da ciência também pode passar pelas estruturas do ensino formal. Nas escolas há docentes de áreas não-científicas e pessoal não-docente, há alunos que não prosseguem estudos na área de ciências e há acções na esfera da área-escola que, no seu conjunto, podem criar fóruns e oportunidades muito interessantes para o debate do papel

das ciências nas sociedades modernas. O debate seria enriquecido com as diferentes visões de uma assembleia etária- e culturalmente heterogénea, eventualmente alargada a outras escolas na forma de tele-conferências. Se admitirmos que o que se passa nas escolas se repercute, em maior ou menor grau, no seio das famílias, vemos que o potencial educativo do ensino formal passa para além dos muros das escolas.

Os centros de ciência e as escolas deveriam articular projectos de grande alcance na esfera da informação e do debate público dos grandes temas científicos da actualidade, dos temas de interesse nacional e regional, e de temas também importantes mas que escapam à percepção pública, mas são importantes para a vida pessoal e social.

Só articulando objectivos de formação e vias de aprendizagem de percursos complementares como a escola e os centros de ciência será possível alcançar a alteração qualitativa do posicionamento dos jovens perante as ciências e as tecnologias.

Isabel P. Martins

Fernanda Alcântara

*GADI – Gabinete para a Divulgação das Ciências e das Artes
Universidade de Aveiro*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnold, K. (1996). Presenting Science as the Product or as Process: Museums and the Making of Science. In Pearce, S. (ed.) *Exploring Science in Museums*. London & Atlantic Highlands, NJ: The Athlone Press, pp 57-78.
- Borsese, A. (1999). Hacer divulgación científica: uma tarefa muy delicada. *Alambique-Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 21. pp 41-48.
- Briggs, P. (1999). Science and Society. *Science & Public Affairs*. June 1999. British Association. pp 12-14.
- Canavarro, J.M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora. Coleção Nova Era.
- Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal / formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação*. vol. III. nº1. pp 51-59.
- Cuesta, M., Diaz, M. P., Echevarria, I., Morenton, M. e Pérez, C. (1999). Los museos y centros de ciencia en Internet. *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 21. pp 49-52.
- Dias, C.M.C. (1999). *A Biologia no Ensino Secundário: das Orientações Curriculares aos Interesses dos Alunos*. Tese de Mestrado (não publicada). Universidade de Aveiro.
- Durant, J (1993). Rising to the Challenge. *Museums Journal* (October): 26. Cited in Arnold, K. (1996). Presenting Science as the Product or as Process: Museums and the Making of Science. In Pearce, Susan (ed.) *Exploring Science in Museums*. The Athlone Press, London & Atlantic Highlands. NJ. pp 57- 78.
- Escalas, T. (1999). Un análisis de la divulgación científica en Cataluña. *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 21. pp 35-40.
- Galopim de Carvalho, A. M. (1993). Os museus e o ensino das ciências. *Revista de Educação*. vol.III. nº1. pp 61-66.
- Gardner, P. (1994). Representations of the relationships between science technology in the curriculum. *Studies in Science Education*. 24. pp 1-28.
- Gil-Pérez, D. (1994). The future of science education or why pupils reject it? In Gago, M. (Coord.) *O futuro da cultura científica*. Lisboa: Instituto de Prospectiva. pp 89-97.

- Koran Jr, J., Koran, M. L. e Ellis, J. (1990). Research findings in museums: Applications to elementary and secondary school science classrooms. Comunicação apresentada na Conferência da National Science Teachers Association. Atlanta. GA. EUA (in I. Chagas 1993).
- Layton, D. (1994). STS in the School Curriculum: a movement overtaken by History? In Solomon, J. e Aikenhead, G. (editors) *STS Education – International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press. pp 32-44.
- Martins, I. P. e Veiga, M.L. (1999). *Uma Análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da Educação em Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Revuelta, G. (1999). Relaciones entre científicos y periodistas. *Alambique-Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 21. pp 27-34.
- World Conference on Science (1999). Declaration on Science and the Use of Scientific Knowledge – Budapest. 2 July .