

Inovações na Educação Científica e Tecnológica

I. Modelos Curriculares para um Curso de Tecnologia (*)

ANABELA MARTINS

Royal Danish School of Educational Studies, Dep. Physics,
Emdrupvej 115 B, DK — 2400 Copenhagen NV, Denmark

Participar na Segunda Conferência Nórdica sobre Educação Científica e Tecnológica na Finlândia em Agosto de 1989, sobre o tema «Innovations in Science and Technology Education» despertou uma enorme necessidade de dialogar sobre este assunto com outros professores e sobretudo, de dar a conhecer alguns dos numerosos trabalhos e projectos em curso em diversos países e organizações internacionais relacionados com este tema.

Neste artigo, depois de uma apresentação de diversas definições de Tecnologia, descrevem-se dois modelos curriculares para um curso de Tecnologia como disciplina autónoma (movimento recente em alguns países europeus), algumas considerações sobre problemas e perspectivas da Formação de Professores de Ciência e Tecnologia e, finalmente, uma descrição sucinta de recomendações e resoluções de conferências recentes na área da Educação Científica e Tecnológica. Apresenta-se também uma lista não exaustiva de bibliografia e instituições ou organizações ligadas ao desenvolvimento e inovação naquela área, para informação e possível uso dos professores das escolas secundárias.

1. A Educação Científica e Tecnológica. Definições de Tecnologia

Em Portugal como em outros países europeus, a educação científica, praticamente inexistente no Ensino Primário, muito reduzida no Ensino Básico Elementar (antigo Ciclo Preparatório) e orientada principalmente para a preparação de alunos para a Universidade ou outros cursos superiores, no Ensino Secundário, tem sido, de qualquer modo predominante sobre a educação tecnológica, sobretudo desde 1974. O desaparecimento das Escolas Técnicas Comerciais e Industriais criou um vazio que só recentemente está a ser recuperado, com a criação das novas escolas técnicas e profissionais, finda a escolaridade obrigatória. Mesmo a criação de disciplinas opcionais de carácter prático desde o 7.º ano da escolaridade obrigatória, tais como a Mecanotecnia, a Electrotecnia, a Quimicotecnica, Madeiras, Têxteis, Práticas Administrativas, Arte e Design, Música, Economia Doméstica, Jornalismo, Saúde, Computadores, etc., não prepararam os alunos

para actividades práticas, como seria de esperar de tais disciplinas. E isto deve-se basicamente, à falta de oficinas de trabalho, laboratórios, recursos materiais e equipamento na maioria das escolas, deixando aos professores a alternativa teórica em cadeiras como a mecanotecnia ou a electrotecnia. Este estado de coisas, veio contribuir para o aumento do «enciclopedismo científico», da vertente científica, já em si tão pouco experimental e prática, com a agravante de, em certos casos, ser uma abordagem repetitiva e/ou desfasada do currículo de outras disciplinas afins, como a Física e a Química, pois os professores são em geral técnicos ou engenheiros e não professores de ciências.

Na grande maioria dos países da CEE, sobretudo na Inglaterra e Alemanha e, de certo modo, nos países nórdicos, o sistema educacional tem uma grande tradição da componente técnica. Na Dinamarca e Suécia, por exemplo, a escolaridade básica unificada desde

(*) A parte II deste artigo será publicada em próximo número da Gazeta de Física.

os 7 até aos 16 anos de idade existe desde 1976, com um ano opcional pré-escolar e um 10.º ano opcional também, para alunos com dificuldades de aprendizagem. Mas a educação tecnológica sob a forma de disciplinas práticas como madeiras (carpintaria), têxteis, economia doméstica e outras tarefas directamente relacionadas com a vida prática tais como, tratar de uma bicicleta, pintar e isolar a casa, etc., têm mais de 50 anos de existência. Durante os anos 60 e 70, mudanças radicais marcaram os sistemas educacionais nos países nórdicos, como por exemplo a criação das escolas de formação técnica e vocacional, em grande parte para acompanhar o desenvolvimento industrial, mas também porque através de um grande consenso nacional se decidiu que a educação a todos os níveis deveria ajudar a remover barreiras sociais e preparar os jovens como futuros cidadãos numa sociedade democrática. Finda a escolaridade básica, os alunos podem continuar com a educação secundária complementar (10.º, 11.º e 12.º) no «Gymnasium» (antigos liceus) ou nas escolas vocacionais e técnicas (aprendizes, educação básica vocacional e cursos que preparam para um exame básico técnico e comercial), seguida da educação superior ou superior média. Esta educação para a vida continua, mesmo para aqueles que abandonam a escola ou não seguem cursos técnicos e passa a ser ministrada pela municipalidade em cursos nocturnos na chamada «Natskolen» (escola da noite) ou na «Folk-Højskole» (universidade para o povo), nas quais todos os indivíduos com mais de 18 anos podem assistir a uma variedade enorme de cursos práticos desde a aprendizagem de línguas estrangeiras, pintura e história até ao aprender a cozinhar, carpintaria, têxteis, etc.

Em Portugal, as ligações entre a educação na escola e a tecnologia e a vida do dia a dia são muito ténues e insuficientemente definidas, dependendo sobretudo dos recursos disponíveis e da boa vontade dos professores de ciências e áreas vocacionais. Os alunos aprendem muito pouco sobre o como fazer coisas de interesse prático fora do «laboratório da escola» ou como aplicar os conhecimentos teóricos na

resolução dos problemas reais com que deparam todos os dias. Em Portugal, tal como na maioria dos países da CEE, é uma prática comum assumir que a educação tecnológica está associada às ciências aplicadas e trabalhos manuais. De certo modo, quase tudo o que fazemos na vida diária, desde o simples manipular do botão do aparelho de televisão, ao uso do «automático picar» dos bilhetes dos transportes públicos ou gravação de uma «cassette» ou uso do computador pessoal, tem a ver com a tecnologia, mas muito pouco é ensinado na escola. Sendo a tecnologia um assunto constantemente presente na vida do dia a dia, não tem, no entanto, história como assunto independente reconhecida nas escolas, i.e., não tem sido entendida tendo em atenção a sua natureza, como assunto académico com estruturas progressivas de aprendizagem. Mas confundir-se tecnologia com educação vocacional e equacioná-la no ensino das disciplinas referidas no 1.º parágrafo deste ponto é uma abordagem reducionista do problema.

Pelo facto de a tecnologia estar ligada àqueles que produzem trabalho manual enquanto que a educação é controlada por aqueles que não o fazem, tende-se a dar à tecnologia um estatuto menor do que o da ciência. Sendo o progresso em geral e a certos níveis, medido mais pelo desenvolvimento tecnológico do que científico, pode ser argumentável o facto de a humanidade poder «também progredir» sem as ciências experimentais em muitas áreas ou o facto de saber até que ponto um exagerado desenvolvimento tecnológico pode vir a contribuir para a destruição da própria humanidade. Mas será o desenvolvimento tecnológico possível sem as descobertas da ciência ou estas possíveis sem o desenvolvimento tecnológico? «Como fazer isso?» ou «Como fazê-lo melhor?» não serão questões tão importantes como «Como é que isto funciona?» ou «Quais serão as implicações sociais e técnicas de uma descoberta científica?» Toda a gente é capaz de utilizar a televisão ou o telefone ou a máquina de lavar a roupa mas poucas são aquelas que sabem explicar como é que tais aparelhos

funcionam ou as melhores condições de funcionamento e poupança de energia, aspectos fundamentais nas sociedades actuais dada a permanente crise energética e ambiental. Mas é possível «fazer coisas» sem ser necessário explicá-las.

A educação tem de ter em consideração, para cada estágio, a dupla função de preparar os jovens para estudos superiores e para a vida e mundo do trabalho. Tradicionalmente os sistemas educativos europeus estabelecem uma distinção clara entre os dois tipos de educação, associando educação científica com a primeira função e educação tecnológica com a segunda. As razões desta separação são complexas, sendo necessária uma detalhada análise histórica do estabelecimento de estudos vocacionais/técnicos por um lado e académicos por outro, o que está fora do âmbito deste artigo. Poderemos, no entanto, dizer que as duas áreas educacionais, científica e tecnológica, cada uma é uma faceta da outra e, a sua separação precoce pode trazer efeitos indesejáveis, não só na qualidade da educação geral básica como um todo, mas também na quantidade de oportunidades disponíveis para o desenvolvimento adequado de cada criança ou jovem. A forma como as sociedades actuais estão a ser governadas implica uma necessidade crescente de técnicos, mas cuja preparação básica seja comum e com características humanistas. Este aspecto estrutural não é contraditório com a necessidade de delimitação tão clara quanto possível de ambos os tipos de educação, dado o incessante desenvolvimento quer de uma quer de outra área e a necessidade dessa clarificação junto dos professores.

O problema da educação científico/tecnológica para a escolaridade obrigatória deve ser abordado sem referir em primeiro lugar, a complexidade do conceito de Tecnologia e os objectivos educacionais a ele associados.

Como definir então Tecnologia?

Num recente simpósio internacional organizado pela UNESCO sobre «O Ensino da Tecnologia dentro do contexto da Educação

Geral Básica» (Paris, 1985), os participantes acordaram na seguinte definição:

«Technology is the know-how and the creative process that may utilize tools, resources and systems to solve problems, to enhance control over the natural and man made environment, in an endeavour, to improve the human condition».

- Assegurar o equilíbrio entre o saber fazer, a teoria e a prática, a cultura escolar e a cultura do quotidiano;
- Valorizar a dimensão humana do trabalho;
- Desenvolver a aquisição de conhecimentos básicos que permitam tanto a continuação de estudos como a inserção do aluno em esquemas de formação profissional.

Existem vários problemas quando se fala de tecnologia, dos quais citaremos apenas dois:

1—O conceito de tecnologia entre os professores depende geralmente e em primeiro lugar da sua formação inicial: para os professores com formação básica de natureza técnica, a tecnologia consiste essencialmente «no conjunto de capacidade relacionadas com futuras actividades vocacionais (artes industriais)»; para os professores com formação básica de natureza científica, a tecnologia é essencialmente «uma ciência aplicada»; para os professores das chamadas humanidades e ciências sociais, a tecnologia «está fora do seu âmbito de actividades». Enquanto que os professores de ciências experimentais, sobretudo os que têm formação profissional, têm em geral uma formação social e humanista (Ramos Educacionais, História da Ciência, Sociologia, Psicologia, etc.), os professores de ciências sociais ou humanidades têm na sua formação inicial uma ausência total de formação básica quer científica quer tecnológica. Nos sistemas educacionais dos países nórdicos, os alunos da linha «Humanidades ou Letras» têm como assuntos obrigatórios no seu currículo até ao 12.º ano, Matemática e uma disciplina de

Ciências, bem como opções técnicas, tal como os alunos de ciências têm Literatura, Filosofia, Psicologia, História de Ciências e Tecnologia, etc.

2 — A disparidade e/ou profusão de diversos conceitos de tecnologia e ciência que aparecem nos livros de texto dos alunos, «mass media» ou em livros escritos por especialistas e o conceito de que a Tecnologia é o estudo das ciências aplicadas, tal afirmação não é correcta se pensarmos, por exemplo, que a máquina a vapor foi descoberta antes do estabelecimento da Termodinâmica como «ciência da energia» ou que a lei de Ohm só passou a ter verdadeiramente importância quando o telégrafo foi inventado. A Física do Estado Sólido ou a Fusão Nuclear são duas áreas nas quais a Ciência e a Tecnologia se desenvolvem paralelamente, não sendo possível dizer onde começa uma e acaba a outra ou se uma predomina sobre a outra; o mesmo se passa por vezes em certas áreas da Medicina e da Astronáutica. Ao longo dos tempos é fácil observar que umas vezes a Tecnologia antecede a Ciência e outras vezes se verifica o contrário.

Vejamos alguns exemplos de definições de Tecnologia compilados por William Dejjsselberg, Hogeskole Katholieke Leergagen, Tilburg, the Netherlands (1988):

- Definiremos tecnologia, pelo menos agora, como o uso do conhecimento, meios e capacidades de resolver problemas e melhorar as capacidades humanas (Todd *et al.*, 1985);
- Tecnologia é o uso do conhecimento para a transformação dos recursos em bens e serviços que a sociedade necessita (Hackor and Bardon, 1988);
- Tecnologia é a soma de todo o conhecimento humano usado para transformar os recursos de forma a satisfazer as necessidades humanas:
- o processo do fazer com que as coisas funcionem melhor;
- a estratégia para a sobrevivência da nossa espécie;
- os meios pelos quais o homem controla e modifica o ambiente natural;
- a aplicação prática do conhecimento teóricos (como a ciência);

- a aplicação do conhecimento e o conhecimento da aplicação (Melvin Kranzenberg);
- a grande e crescente máquina da mudança (Alvin Toller);
- um processo disciplinado que usa recursos científicos, materiais e humanos para atingir objectivos de desenvolvimento humano;
- a utilização dos principais meios para adaptação o meio ambiente.

- Os objectivos da educação tecnológica são aprender a compreender como é que a tecnologia pode ajudar-nos a melhorar as coisas que nos rodeiam, formular opiniões acerca dos usos e abusos da tecnologia e a manusear e resolver problemas reais da nossa sociedade;
- A educação tecnológica é o estudo da natureza de sistemas adaptativos para incluir os seus elementos básicos (meios, recursos, energia, informação e seres humanos); o crescimento daqueles sistemas; o uso de conhecimento e meios técnicos na resolução de problemas práticos; e os impactos destes elementos, sistemas e actividades nos indivíduos, sociedade e cultura (Todd, 1987);
- Tecnologia é um processo de resolução de problemas que tem como metas, o melhoramento da qualidade de vida humana tendo como ponto de partida, as necessidades humanas e como companheiros contínuos, os recursos e limitações do conhecimento humano e dos recursos naturais ((Page, 1988);
- Tecnologia é o campo da actividade do homem, baseado no conjunto de conhecimentos e capacidades através do qual o homem proporciona a si próprio os meios para adaptação do ambiente às suas necessidades, no seu próprio interesse e no interesse da sociedade (SLO, 1986, Netherlands).

Entre abordagens sistémicas ou centradas na resolução de problemas não é fácil encontrar uma única definição de Tecnologia como não é possível encontrar uma só definição de Ciência. No entanto, é necessário chegar a uma definição básica, antes da elaboração de um currículo ou do planeamento de cursos de formação de professores de ciências e tecnologia. Olhar atentamente as mudanças tecnológicas dos últimos 100 anos ajudarnos-á na decisão de qual será a definição mais adequada a utilizar na formação quer inicial quer contínua de professores para as actuais e futuras gerações de jovens. Isto não é novo se pensar-

mos que muitos de nós fomos ensinados nos anos 50/60 por professores preparados nos anos 20/30 ou talvez ainda antes e, que temos de educar neste momento, jovens que serão adultos nos anos 2000 (séc. XXI).

Ficaremos por agora, no âmbito deste artigo, com a definição de Tecnologia adoptada pela UNESCO no simpósio sobre «O Ensino da Tecnologia dentro da Contexto da Educação Geral (Básica)».

2. Modelos Curriculares para um Curso de Tecnologia considerando esta como disciplina autónoma

Modelo de G. B. Harrison

O professor G. B. Harrison, da Trent Polytechnic School em Nottingham, Inglaterra, começou por analisar os vários aspectos da natureza da Tecnologia afim de obter os fundamentos da educação tecnológica e da formação de professores de ciência e tecnologia (Fig. 1).

Harrison está representado na Fig. 2. É um modelo generalizado e o seu uso como indicador imediato para uma educação tecnológica é questionável. O modelo não é aqui discutido em detalhe, mas focar-se-ão apenas os três aspectos fundamentais necessários a um planeamento curricular:

- a) o **PROCESSO** central da Tecnologia na identificação e resposta a necessidades humanas;
- b) as **METAS** que a Tecnologia se propõe atingir;
- c) os **RECURSOS** de conhecimento, capacidades e qualidades pessoais necessários para atingir as metas propostas.

Por exemplo, os processos de elaboração de um projecto base e a resolução de problemas são usados por vezes como modelo completo para um curso para alunos, durante o qual estes têm de resolver problemas sem qualquer forma de progressão lógica quer no processo

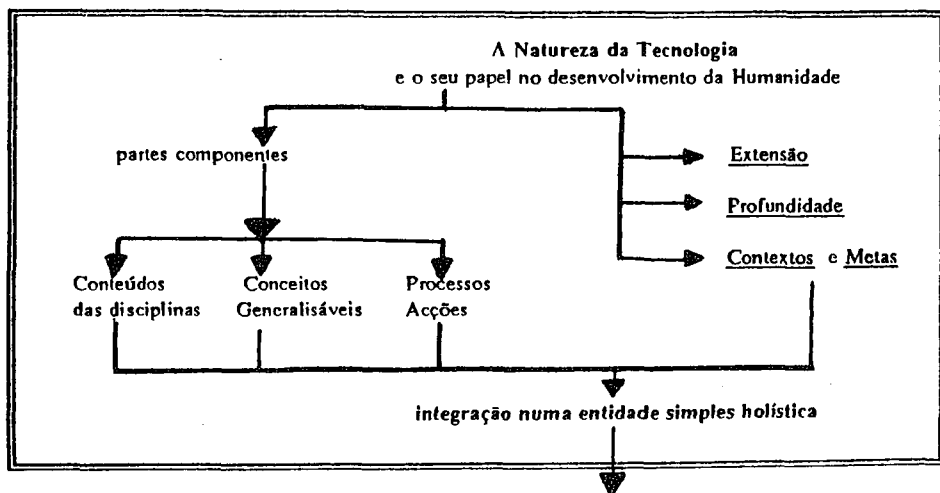


Fig. 1 — Aspectos da natureza da Tecnologia.

Isto requer a elaboração de um modelo sobre a complexidade do conceito de Tecnologia o qual possa ser usado como estrutura padrão de forma a relacionar não só as componentes umas com as outras, mas também a mostrar um padrão geral de interacção. Um dos modelos convencionais adoptado por

quer na aquisição de recursos, conhecimentos ou capacidades. Por outro lado, pode também planear-se um curso centrado apenas numa área específica, por exemplo, a electrónica, a qual será ensinada como ciência sem nunca ser usada para tomar decisões que impliquem acção. Outros cursos de Tecnologia, podem

ainda ser planeados para analisar as formas como a Humanidade no passado e presente atingiu tão elevado grau de desenvolvimento. Todas estas três abordagens podem ser utilizadas, mas cada uma por si só não representa a Tecnologia.

semos superficialmente a extensa gama de aplicações tecnológicas nestas áreas (Fig. 3).

Resumindo:

— a Tecnologia não é uma ilha, deve ser vista numa abordagem holística;

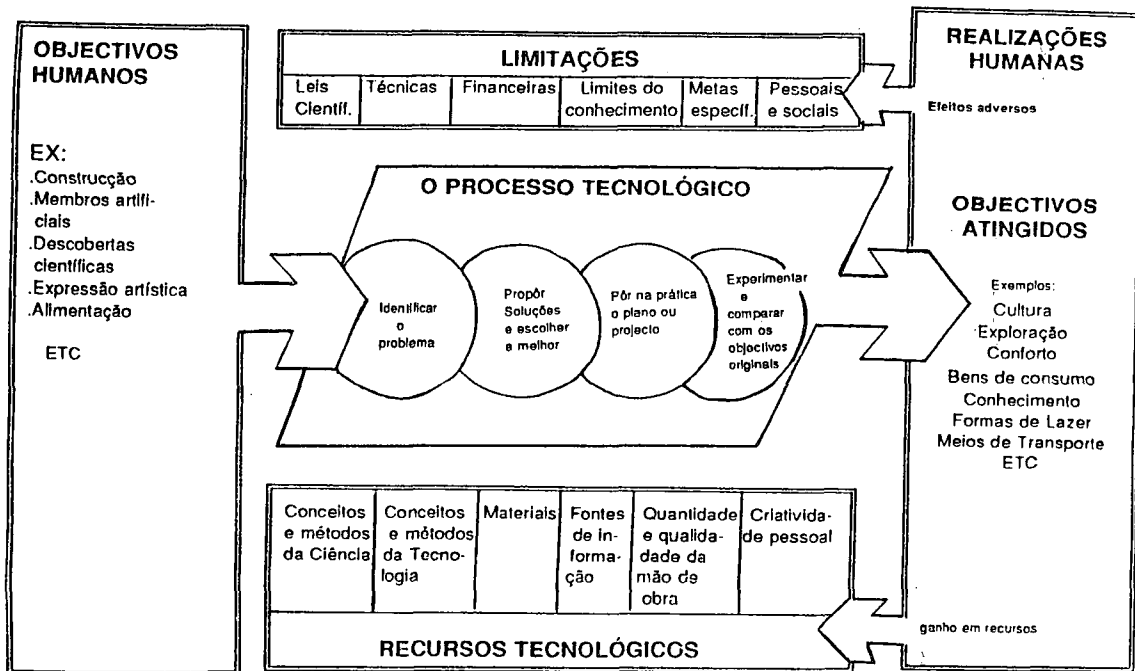


Fig. 2 — Um modelo para o conceito de Tecnologia (Project Technology, 1970, G. B. Harrison in «Basic Principles of School Technology, 1988, p. 487).

Olhando a tecnologia de uma forma holística (acentuando a importância do todo e a interdependência das partes; uma visão holística mostra um todo que é muito mais do que a simples soma das partes) vejamos em primeiro lugar alguns exemplos de contextos onde a tecnologia é essencial:

- Transporte
- Construção
- Comunicação
- Defesa
- Alimentação
- Manufaturas
- Medicina
- Casa
- Segurança
- Desporto
- Saúde
- Artes, etc.

De todos estes contextos onde a tecnologia desempenha um papel de liderança, tomemos como exemplo, a Casa e a Medicina, e anali-

- a Tecnologia influencia todas as áreas da actividade humana (e cada disciplina na escola);
- cada disciplina do currículo escolar pode contribuir potencialmente para o conceito global de tecnologia;
- os objectivos educacionais da tecnologia nem sempre são abordados em outras disciplinas.

Com base nestes aspectos, pode afirmar-se que o ensino da tecnologia necessita de ser feito progressivamente numa disciplina independente e claramente articulada com as outras áreas específicas do currículo escolar e por professores especialmente preparados para esse fim.

A TECNOLOGIA NA CASA

VIVER

Família { Relações pessoais } Local, Regional
 { Comunidade }

HABITAÇÃO

Estrutura { Edifícios } Pré-fabrico
 { Construção } Isolamento
 { Materiais } Aquecimento e Decoração

Aquecimento { Fontes de Energia } Gás, Electricidade,
 { } Petróleo, Solar,
 { } Eólica, Geotérmica, etc.

Ventilação { Controle atmosférico

Alimentação { Cozinhar } Controle e Energia,
 { Electrodomésticos } Eficiência e Economia
 { Dietas }

Segurança { Controle } Sensores de infra-vermelhos
 { de Entradas } Sensores ópticos

Alarmes contra roubos

Custos

SERVIÇOS

Saúde ambiental { Controle do Ambiente
 { Economia

Sistemas de aquecimento

Distribuição de gás, água e electricidade

Conservação de energia

Manutenção e reparação de edifícios e equipamento

Comunicação e entretenimentos (Rádio, TV, Satélite, Telefone, Estereo, Vídeo, Compact Disc, etc.)

Economia

Instrumentos de controle e medida

A TECNOLOGIA NA MEDICINA

SOBREVIVÊNCIA

Medicina Preventiva

Saúde Pública { Sistemas de controle,
 { Economia, Engenharia Sanitária

Epidemias

SAÚDE

Diagnóstico { Raios X, laser, RMN,
 { endoscópios, termómetros,
 { infra-vermelhos, ultra-sons, etc.
 { Sistemas de controle
 { e manutenção dos instrumentos

Medicamentos { Controle da doença
Tratamento }

Cirurgia { Sistemas de monitorização,
 { bio-engenharia, controle
 { de infecção,
 { sistemas de substituição,
 { instrumentos para operar

Terapias { Radioterapia, fisioterapia, etc.

SERVIÇOS

Hospitais { Sistemas, Energia, Economia

Ambulâncias { Sistemas, Comunicação, Energia

Investigação { Mão-de-obra, Economia

Educação { Médicos, Enfermeiras, Técnicos,
 { Administradores, etc.

Suporte { Ajuda a deficientes

Fig. 3

G. B. Harrison sugere que, mais ou menos arbitrariamente, se pode escolher um ou mais contextos e usá-los como base para um curso de Tecnologia, o qual deve ser holístico em termos de metas, processos e recursos. Um dos principais objectivos da educação tecnológica deve ser, ajudar os alunos a enfrentarem o futuro desconhecido. Como professores, não podemos antecipar qual o tipo de problemas que necessitam soluções tecnológicas, que os alunos terão de enfrentar. Contudo, se a educação tecnológica se basear em contextos reais e for desenvolvida de tal maneira que as competências e capacidades desenvolvidas possam ser transferíveis para novos contextos e os alunos ajudados a procurar situações originais e desafiadoras, então será possível prepará-los para se adaptarem a situações novas no futuro.

Quais serão os aspectos comuns aos contextos mencionados que possam vir a fazer parte de qualquer curso de tecnologia?

Apresentam-se na Fig. 4, alguns desses aspectos agrupados em 4 categorias: Visão global, Conceitos Gerais e Métodos, Conhecimentos e Técnicas específicas de cada contexto e ainda, Processos, Acções e Competências. Embora se apresentem independentemente do contexto não devem nunca ser desenvolvidos fora de um determinado contexto, o qual permitirá proporcionar as chaves para novos e imprevisíveis contextos.

Visão global	Conceitos generalizados	Conhecimentos e técnicas específicas	Processos, acções e competências
<p><i>História e Futuro</i></p> <p><i>Objectivos, valores e conflitos</i></p> <p><i>Controlo</i></p> <p> pessoal</p> <p> local</p> <p> nacional</p> <p> mundial</p> <p><i>Economia</i></p> <p> recursos</p> <p> capital/trabalho</p> <p> política</p> <p> emprego</p> <p><i>Cultura</i></p> <p> individualidade</p> <p> humana e cooperação</p> <p> dependência/interdependência</p> <p> empreendimento</p> <p> aproveitamento</p> <p><i>Estética</i></p> <p> intrínseca</p> <p> extrínseca</p>	<p><i>Materiais</i></p> <p> fonte</p> <p> recursos</p> <p> extracção</p> <p> custo</p> <p> economia</p> <p> produção</p> <p> processo</p> <p> propriedades</p> <p><i>Energia</i></p> <p> fontes</p> <p> recursos</p> <p> extracção</p> <p> custos</p> <p> economia</p> <p> produção</p> <p> processos</p> <p> propriedades</p> <p><i>Informação</i></p> <p> conceitos</p> <p> manifestação</p> <p> língua</p>	<p>Materiais</p> <p>Estruturas</p> <p>Electricidade</p> <p>Termodinâmica</p> <p>Aeronáutica</p> <p>Instrumentos</p> <p>Física</p> <p>Biologia</p> <p>Química</p> <p>Dietética</p> <p>Fertilizantes</p> <p>Genética</p> <p>Medicina</p> <p>Radiação</p> <p>Etc.</p>	<p>Identificação de necessidades</p> <p>Juízos de valor</p> <p>Pensamento criativo</p> <p>Planeamento</p> <p>Execução</p> <p>Reflexão</p> <p>Avaliação</p> <p>Etc.</p>

Fig. 4 — Aspectos de um Curso de Tecnologia comuns a vários contextos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARELSE, X. F. — *Technology Education in Relation to Science Education* in «Innovations in Science and Technology Education, Vol. II, pp. 101-112, UNESCO, Paris (1988).
- CORTE-REAL, L. — *Environmental Education—A Project Work done in a Secondary School in Portugal*. in Proceedings of «Teaching Chemistry at Low Cost», UNESCO Workshop, Karlslunde Strand, Denmark (1988).
- FOSTER, S. — *Streetwise physics*. «School Science Review», Setembro 89, 75 (254), pp. 15-21 (1989).
- HARRISON, G. B. — *Teachers for Technology* in Raat J. & al, «Basic Principles of School Technology», pp. 485-508, Report of PATT 3 Conference, Eindhoven University of Technology, the Netherlands (1988).
- KAMPMAN, J. — *Skolehistorie i Danmark*. Royal Danish School of Educational Studies (1989).

- KAHN, M. — *Physics in a technological context*. School Science Review, Setembro 89, 75 (254), pp. 9-13 (1989).
- Lei de Bases do Sistema Educativo, 1986.
- LEWIS, J. L. — *Science and Technology and Future Human Needs*. Pergamon Press (1987).
- MARTINS, A. — *In Service Teacher Training for Physics and Chemistry Teachers in Portugal*, estudos prévios de tese de doutoramento não publicados (1989).
- MOURÃO, C., RMINHO, J. — *A Educação Tecnológica na Escolaridade Obrigatória*. Gabinete de Estudos e Planeamento, Ministério da Educação, Lisboa, Portugal.
- Proceedings da 2nd Nordic Conference in Science and Technology Education—Innovations in Science Education. Heinola, Finland, August 1989.
- Proceedings da «Internation Foundation for School Improvement—The Dutch case», the Netherlands, Junho 1989.