

# **O PAPEL DO ENSINO SECUNDÁRIO NA CULTURA TECNOLÓGICA DOS JOVENS**

por

António Dias de Figueiredo  
Departamento de Engenharia Informática  
Universidade de Coimbra

Quero, antes de mais, felicitar o Departamento de Ensino Secundário por esta iniciativa e pelo contexto alargado em que ela se inscreve, de grande mobilização dos actores do sistema educativo para a urgente renovação do ensino secundário.

Quando frequentava o meu curso de Engenharia Electrotécnica, na Universidade do Porto, tive um colega – a quem chamarei aqui Alberto Antunes, omitindo o seu verdadeiro nome – que tinha um grande sonho: o de um dia vir a criar uma empresa. O Alberto Antunes era filho único e mencionava esse facto com frequência. Quando terminámos o curso, cada um seguiu o seu caminho. Só uns anos mais tarde o encontrei. Tinha um ar próspero e satisfeito, e quando lhe perguntei o que fazia, respondeu: "Lembras-te de que o meu sonho era criar uma empresa? Pois criei uma empresa!". E deitando a mão à carteira estendeu-me um cartão de visita onde se lia em letras garrafais: "Antunes & Irmão, Lda". Surpreendido, perguntei: "O quê? Mas tu tinhas algum irmão?". "Não tinha e não tenho!", respondeu ele com uma gargalhada, "Mas assim dá um ar mais empresarial!".

Se agora recordo este episódio, é porque sinto que, nas múltiplas evocações da expressão "Ciência e Tecnologia" que surgem amiúde no debate da renovação do ensino secundário, a palavra "Tecnologia" desempenha o mesmo papel que a palavra "Irmão", em letras garrafais, no cartão de visita do meu amigo Antunes. Está lá para conferir uma aparência, para sugerir uma adequação a remotos ideais, mas, na prática, não existe. O que existe, no espírito de muitos dos que evocam a Tecnologia ao nível do ensino secundário, é Ciência, Ciência e só Ciência.

Devo acrescentar que sou um eterno apaixonado pelos desafios da Ciência. Contudo, e porque não vejo ninguém defender a causa, vital, das tecnologias no ensino secundário, será sobre estas que irei, hoje, debruçar-me. Começarei por tecer algumas considerações sobre os desafios de uma educação para as tecnologias, levantarei algumas questões de enquadramento, procurarei realçar a eminente dimensão cultural das tecnologias no ensino secundário, proporei quatro paradigmas para caracterizar as profissões tecnológicas, procurarei analisar a distinção entre Ciências Tecnológicas, avançarei considerações sobre os novos contextos de aprendizagem e, finalmente, procurarei retirar algumas conclusões para um reflexão alargada, que proponho seja feita.

## **1. Desafios de uma educação para as tecnologias**

Embora representando uma parcela mínima da força de trabalho, mesmo nos países mais desenvolvidos, as profissões tecnológicas são responsáveis por uma parte gigantesca do

mundo em que vivemos. Pontes, auto-estradas, automóveis, aviões, sistemas telefónicos, sistemas de produção e distribuição de energia, computadores, redes de computadores, sistemas de distribuição e de logística, têxteis, combustíveis, produtos alimentares, fármacos, produtos de biotecnologia, são meros exemplos de uma infinidade de manifestações da acção dos profissionais das tecnologias, de quem dependem integralmente as sociedades modernas. Discretamente, cumprindo o seu próprio destino, dispensando o discurso glorificador de que a Ciência tantas vezes se serve, estes profissionais desempenham um papel cada vez mais decisivo neste mundo em mutação. Sem eles, não há nação que sobreviva, por muitos cientistas que possua. Por isso observamos que as sociedades mais desenvolvidas, e as que aspiram a posições de relevo na cena mundial, estão já a apostar maciçamente na formação dos seus engenheiros, dos seus profissionais que construirão o seu futuro e o do resto do Mundo.

Que tem feito Portugal neste sentido? Será que crê que cultivando apenas a Ciência irá, algum dia, recuperar do seu crescente subdesenvolvimento tecnológico? Há pouco, alguém, na sala, comentava como era importante que os alunos compreendessem que o Homem foi colocado na Lua graças às Leis de Newton. Ora é este simplismo do discurso de glorificação da Ciência – ainda que carinhosamente bem intencionado – que eu considero perigoso no contexto do nosso ensino secundário. Um aluno – uma geração de alunos – que se convença de que o Homem chegou à Lua pela miraculosa aplicação de uma ou duas leis da Física está a ignorar que foi graças ao trabalho fascinante, mas também árduo, de milhares e milhares de engenheiros químicos, mecânicos, de materiais, aeronáuticos, electrónicos, de telecomunicações, informáticos, que a Humanidade conseguiu tal proeza. Se esse é o discurso de promoção da Física, mal estarão a Física e o nosso Ensino Secundário, isolados em visões assépticas, simplificadas, mitificadoras e contemplativas do Mundo. No mundo de hoje, promover a Física esquecendo as Engenharias não é apenas prejudicial às Engenharias. É, sobretudo, prejudicial à Física, que assim surge descontextualizada, transformada em mito, desligada da realidade que os alunos reconhecem. É a Física ensinada como se fosse História, e, ainda por cima, como história mal contada.

Os Estados Unidos, a Austrália, Israel, a Finlândia, a Irlanda, a Holanda, o Reino Unido, uma combinação interessante de países do Oriente, começaram já a investir fortemente na formação dos seus recursos humanos para as tecnologias. Na Europa, há preocupações crescentes, que, estranhamente, parece não chegarem à nossa terra. A Universidade de Southampton divulgava, há cerca de um mês, um estudo no qual concluía, com grande preocupação, pela falta de apetência dos jovens para as profissões da tecnologia. Com efeito, respondendo aos inquéritos do estudo, os jovens consideravam – sabe-se lá por influência de que discurso glorificador alternativo e simplista! – que as tecnologias eram sujas e complicadas. Ora restam poucas dúvidas de que o futuro, daqui a quinze anos, será dos países que estão, agora, a investir nas tecnologias. Não estou a querer minimizar a importância das Ciências, tanto mais que as Tecnologias não vivem sem as Ciências, mas insisto em que cultivar Ciências sem cuidar das Tecnologias é como deitar sementes à terra e crer – ingenuamente – que, sem mais trabalhos e cuidados, elas vão transformar-se em abundante colheita.

A complicar este cenário, assiste-se a uma mutação profundíssima das sociedades motivada, não só pelos progressos tecnológicos, mas também pela globalização das economias, pela explosão das mobilidades físicas e virtuais, pela mudança dos estilos de vida e pela própria

alteração das formas de trabalhar. A nossa Escola, no entanto, parece manter-se indiferente a esta mutação, como se tudo estivesse na mesma, como se pudesse manter-se como uma instituição de prestação burocrática de ensino, socialmente isolada da envolvente em que devia inscrever-se. A escolaridade, enquanto sistema dirigido às massas, foi criada no século XIX, para corresponder às necessidades de massificação da educação criadas pela Sociedade Industrial e para manter as crianças protegidas das realidades do sistema económico – as indústrias – que as exploravam vilmente como mão de obra barata. Na alvorada do século XXI, nenhum destes pressupostos se mantém, e já não é necessário isolar as crianças da sociedade, em escolas antisépticas. Pelo contrário: pretende-se que a construção do seu saber possa ser uma actividade social plenamente integrada.

Por outro lado, continua a prevalecer nas nossas escolas uma lógica pedagógica de transmissão simbólica de conteúdos. Mesmo quando se afirma, ao nível do discurso, uma filiação incondicional nos princípios do construtivismo, a interiorização individual, pelos alunos, é quase sempre relegada "para casa", enquanto que a interiorização por processos de interacção social é de um modo geral ignorada. Para que o ensino das Tecnologias (como, aliás, das Ciências) tenha sentido é necessário complementar a lógica dos conteúdos com uma lógica de contextos de aprendizagem, que permita que as crianças construam o seu saber como uma actividade social plenamente integrada. Numa altura em que se discutem currículos, não será demais insistir em que tanto, ou mais, importantes do que os conteúdos são os contextos em que esses conteúdos são interiorizados – as actividades e estratégias de exploração.

## **2. Questões de enquadramento**

### **2.1. Reinventar a escola**

Para que os contextos façam sentido, para que toda a actividade escolar seja o contexto de uma juventude aprendente, num mundo inundado de informação e de tecnologia mal interiorizada, é necessário que a própria escola seja reinventada. Cada vez mais, as crianças se sentem perdidas num mundo de informação. Como dizia Naisbitt: "Estamos sedentos de conhecimento e afogados em informação!". É, por isso mesmo, essencial que a escola os ajude, ainda mais do que antigamente, a contextualizarem as suas aprendizagens. Por outro lado, o discurso das tecnologias que invadem o nosso dia-a-dia – e que a escola não tem ajudado a reconciliar com os futuros cidadãos – tem que ser temperado com o discurso dos valores humanos. Também Naisbitt dizia "High-tech calls for high-touch!" – "Alta tecnologia pede calor humano!". Onde, senão na escola (e na família, quando há uma família equilibrada e estável!), se poderá encontrar esse calor humano? Numa palavra, é necessário que a escola reinventada promova contextos para a aquisição de saberes e competências chave para uma autonomia de sucesso, que auxilie a estruturar a grande diversidade de vivências do mundo exterior em torno desses saberes e dessas competências e que forneça as respostas humanas compensatórias das quais se tem, tão perigosamente, afastado.

### **2.2. Papel do professor**

Que papel deverá ter o professor nesta escola reinventada? Deverá continuar a ser a autoridade suprema, que sabe tudo, incumbida de ensinar o aluno que nada sabe? Que fazer quando o aluno, usando a grande variedade de canais alternativos que a tecnologia coloca ao

seu alcance – como acontece com a Informática e a Internet – aparece na escola a falar de coisas que o professor, muito naturalmente, ignora? Será que deve ser mandado calar, porque está a "perturbar a disciplina" – porque está a falar de coisas, bem reais, de que a escola não sabe falar-lhe? Ou deveremos começar a explorar outras parecerias de aprendizagem, mais consentâneas com o mundo em que vivemos? Outras parcerias verticais, horizontais e oblíquas? Uma parceria riquíssima, de natureza oblíqua, que a Idade Média nos legou, é a parceria do mestre com o aprendiz, em que os dois aprendem, cada um à sua maneira! O mestre usa a sua maturidade e a sua longa experiência. O aprendiz usa a criatividade da sua inexperiência, o seu espírito de aventura, a sua destreza física porventura superior. Estas questões são hoje muito faladas, como acontece no livro *The Unschooled Mind*, de Howard Gardner, e em dezenas de riquíssimos sítios Web que debatem as questões da educação baseada em projectos – “project based education”. Penso que é neste contexto que, aos poucos, sem grandes rupturas, o papel do professor deve ser adaptado à criação de uma escola reinventada, onde possa saber criar contextos de aprendizagem fecundos, identificar muito mais as dificuldades da aprendizagem e estruturar as vivências exteriores do aluno, transformando-as em saberes estruturantes e operacionais.

### 2.3. Formação de professores

Falava-se há pouco da formação de professores. Também tenho alguma coisa a dizer a esse respeito. De facto, se pretende reforçar os saberes tecnológicos no ensino secundário, vai ser indispensável contemplar a formação de professores. Mas que formação deverá ser essa? Um debitar de palavras e de práticas para audiências mais ou menos passivas? Ou trabalho de projecto e reflexão, de reconciliação entre conteúdos e contextos, que mobilize integralmente o vigor e a criatividade dos professores? E porque não usar apoio à distância, via Internet, com a criação de espaços de debate? Trata-se, afinal, da questão que eu há pouco mencionava, a de dar contextos aos conteúdos: neste caso, aos conteúdos da formação dos professores.

### 2.4. Promover a mudança organizacional

Por outro lado, e porque existe neste momento uma desmobilização muito grande da classe dos professores, e uma grande indiferença por parte dos pais e do público em geral, era importante que a indispensável mudança organizacional das escolas decorresse no âmbito de um grande Projecto Mobilizador Nacional, que promovesse o sonho de sermos um país de sucesso e galvanizasse as vontades para que, colectivamente, o conseguíssemos. É certo que o Ministério da Educação tem vindo a lançar muitas iniciativas estratégicas de importância chave. Mas todas elas soam, aos olhos do público em geral, e dos próprios professores, como medidas avulsas. Era necessário explicar que elas fazem parte de uma mesma visão e explicar como elas fazem parte dessa mesma visão. Mostrar como todos nós, unidos nessa visão, poderíamos levá-la a bom termo.

Detenhamo-nos – porque é a questão central da mudança organizacional – sobre a questão da Autonomia das Escolas. A autonomia foi avançada como uma medida avulsa, desintegrada de um grande projecto de mudança global da Escola. Ora a autonomia, se assumida nos contornos em que a vemos ser explorada em outros países, é a medida crucial para a reinvenção das escolas – para evitar que as escolas continuem a comportar-se como

repartições estatais de fornecimento burocrático de conteúdos. Uma escola deve ter o seu próprio plano estratégico, deve criar o seu próprio sonho. Deve decidir, conjuntamente com os representantes dos seus utentes, de que formas se relacionará com o meio que a envolve. Isto já acontece em várias escolas inglesas, canadianas, australianas, americanas. Há escolas que, embora cobrindo com competência os diversos domínios que integram a sua missão, decidem tornar-se modelos de excelência num deles. É o caso daquela escola que a séria televisiva "Fame" nos apresentava. Era uma escola onde, como nas outras, se aprendiam todas as matérias escolares mas que, ao elaborar o seu plano estratégico – ao sonhar o que gostaria de ser aos olhos da sociedade –, tinha decidido que seria um estabelecimento de excelência no domínio da música e da dança. Porque não hão-de as nossas escolas, todas elas, ter os seus sonhos mobilizadores? Poderíamos ter, então, escolas de excelência em turismo, em jornalismo, em música, em literatura, em informática, em electrónica, em mecânica auto, em saúde, em centenas de temas que seriam motivo de orgulho das próprias comunidades em que estas escolas se inseriam e que, bem entendido, poderiam contemplar de forma muito mais expressiva a criação, a nível nacional, de uma componente cultural tecnológica.

### **3. Reconhecer a dimensão cultural**

Falando de cultura, há que reconhecer que à medida que a aquisição de saber se torna mais e mais um processo de exposição a uma multiplicidade de oportunidades de aprendizagem, essa exposição múltipla torna-se em motivo de crescente sobrecarga cognitiva, se não de total perda de referências. Uma das principais funções da cultura é, precisamente, a de operar como filtro altamente selectivo na nossa estruturação de visões do mundo e na nossa protecção contra sobrecargas cognitivas. A solução para superar estas sobrecargas situa-se ao nível dos processos de contextualização oferecidos pela cultura. A compartimentação do saber torna possível compreender uma coisa de cada vez, mas simultaneamente nega contextos. Ora, num oceano imenso de informação, aquilo a que prestamos atenção é aos contextos, e, em larga medida, são os contextos que oferecem estrutura. A grande preocupação das escolas do presente é compartimentar o saber, em vez de oferecer contextos para compreendermos o tal mundo de diversidade, em que vivemos cada vez mais sequiosos de conhecimento e mais afogados em informação. A reconciliação entre conteúdos e contextos exige que o desenvolvimento curricular se transforme num projecto de mudança cultural que concilie tecnologias com ciências e com humanidades e que desperte os futuros agentes dos nossos progresso tecnológico para as fascinantes perspectivas que se lhes abrem. Por isso penso que deverá decorrer no seio do um grande projecto mobilizador que, como referi, saiba criar uma adesão alargada por parte do corpo docente, dos alunos e pais e da própria sociedade civil.

### **4. Quatro paradigmas para as profissões tecnológicas**

Entrando agora na questão das profissões tecnológicas – engenharias e outras –, para as quais penso que devemos incentivar o interesse dos nossos alunos, penso que será útil apresentar um modelo que tenho vindo a defender ao longo dos últimos anos, inspirado nos trabalhos de *Rosabeth Moss Kanter*, uma especialista americana em gestão estratégica. Considero que podemos encontrar quatro dimensões distintas nas profissões tecnológicas: as tecnologias

como aplicação da Ciência, as tecnologias como domínio de projecto, as tecnologias como arte da realização, e as tecnologias como actividade económica:

- **Tecnologias como aplicação da Ciência.** Trata-se da dimensão das tecnologias como aplicações rigorosas das Ciências Básicas. A sua prática é fundada sobre os valores da lógica e do rigor e é orientada para a aquisição do saber pela experimentação e pela análise. No âmbito desta dimensão das tecnologias a criação de saber representa a actividade merecedora do mais elevado reconhecimento intelectual. A investigação científica é o seu *modus operandi* preferencial. É o domínio de excelência dos "pensadores".
- **Tecnologias como domínio de projecto.** Nesta dimensão, as tecnologias representam a arte do projecto. Mobilizam fundamentalmente, não o pensamento analítico, como as anteriores, mas sim o pensamento sistémico. A sua prática é fundada sobre representações holísticas, contextuais e integradoras, em vez de sobre representações parciais do mundo. Respeita de modo preferencial os princípios do compromisso, da alternativa, da sintonia com a envolvente socio-económica e material, da adequação às necessidades do utilizador e da decisão baseada em conhecimento incompleto. A este nível, atribui-se importância chave à intuição e à experiência individual e colectiva, conjugadas na justa medida com o rigor científico, mas recorrendo com frequência a modos de pensamento não científico. É o domínio de excelência dos "integradores".
- **Tecnologias como arte da realização.** Temos aqui a dimensão da concretização: as tecnologias como capacidade para levar à prática, para transformar o mundo, vencendo todos os obstáculos com flexibilidade, polivalência e determinação. São as tecnologias como artes do *homo faber*, na sua expressão mais pura, de capacidade para "arregaçar as mangas" e "sujar as mãos". A este nível, é a obra concluída – e não a descoberta, ou o modelo integrador – que merece o mais elevado reconhecimento. É o domínio de excelência dos "concretizadores".
- **Tecnologias como actividade económica.** É a dimensão que respeita preferencialmente as consequência socio-económicas. A sua prática é fundada sobre valores como a satisfação dos clientes finais e o desempenho financeiro e de mercado. Respeita em particular o espírito empreendedor, a necessidade da criação de valor e o papel do mercado como regulador das actividades tecnológicas. Dá corpo à convicção de que a ciência e a técnica devem estar ao serviço da obtenção de produtos e serviços que o mercado valoriza e está disposto a pagar. É o domínio de excelência dos "negociadores".

Na figura 1 podemos observar as quatro dimensões distribuídas sobre um referencial de quatro quadrantes onde figuram palavras-chave que caracterizam cada dimensão.

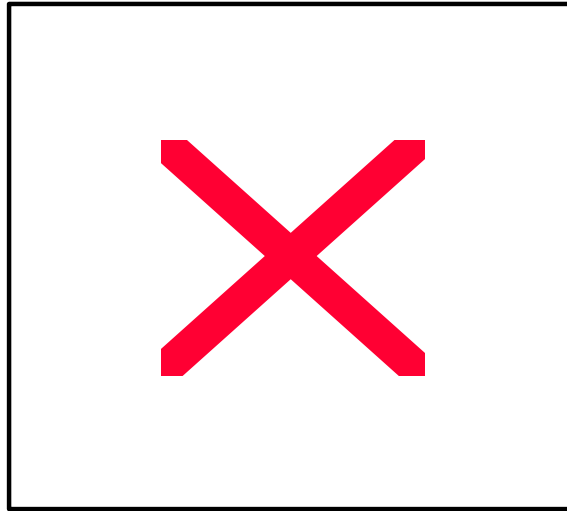


Figura 1 - Os quatro paradigmas das profissões tecnológicas

Operando sobre este referencial, podemos agora analisar os diversos tipos de combinação que caracterizam, ou deviam caracterizar, a acção nas nossas escolas. A figura 2 ilustra o perfil de sensibilização das nossas escolas para as profissões tecnológicas, que é ... nulo!

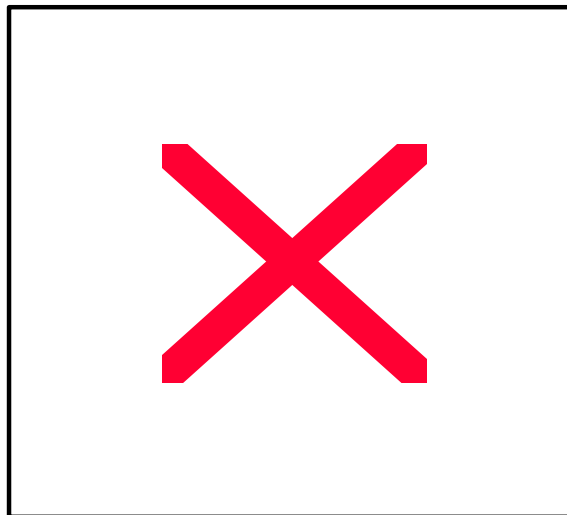


Figura 2 - O perfil de actuação preferencial das nossas escolas

A figuras 3 apresenta o exemplo de dois perfis de actuação, em matéria de formação tecnológica, que estão, desesperadamente, em falta nas nossas escolas. Sobre este tipo de quadrante podemos agora desenvolver análises estratégicas sobre os perfis desejados para

fazer face às necessidades nacionais, e possivelmente faremos apostas diferentes para objectivos estratégicos diferentes.

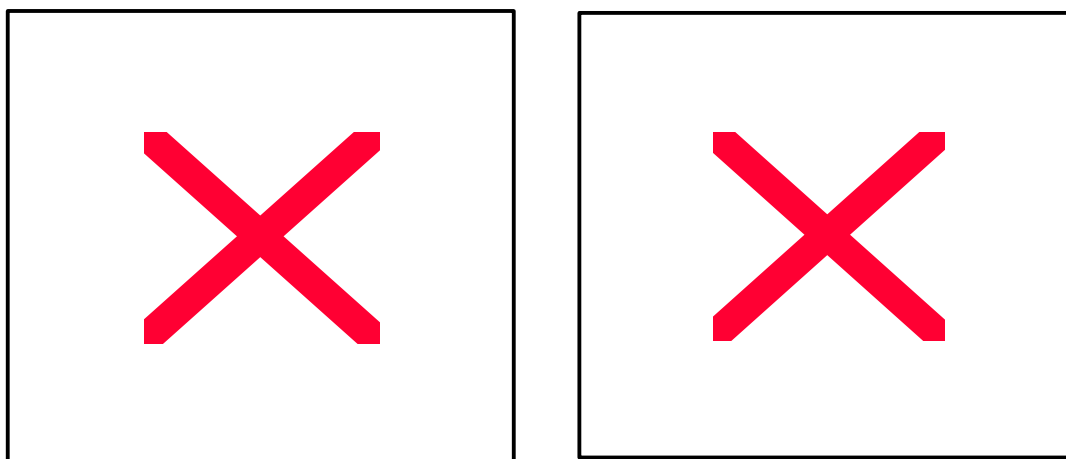


Figura 3 - Dois perfis de actuação, em matéria de formação tecnológica, que não existem nas nossas escolas.

## 5. Tecnologias *versus* Ciências

Penso que a distinção entre tecnologias e ciências terá ficado esclarecida no parágrafo anterior. No entanto, para reforçar essa distinção, não resisto a reproduzir aqui duas frases célebres. Uma, da autoria de *Edward Layton*, um eminente historiador e epistemólogo das tecnologias, que escrevia: "*Sob o ponto de vista da ciência moderna, **projecto** não é nada, mas sob o ponto de vista da engenharia **projecto** é tudo. Representa a adaptação sistemática de meios para atingir um fim previsto, a própria essência da engenharia*". Outra, atribuída a *Theodore von Kármán*, dizia: "*Um cientista descobre o que existe. Um engenheiro cria o que nunca existiu*".

## 6. Novos contextos de aprendizagem

Poder-se-á agora perguntar que contextos de aprendizagem deveremos explorar para a formação tecnológica correspondente a cada um dos quadrantes. As abordagens de aprendizagem pela descoberta, que se popularizaram já há muitos anos, como corolário dos trabalhos de *Piaget*, revelam-se particularmente adequadas à formação para a descoberta, para a Ciência, para os "pensadores" (Figura 4). Em contrapartida, para os restantes três quadrantes – da integração, da concretização e da negociação – revelam-se muito mais adequadas as abordagens de aprendizagem baseada em projectos – a "project based education" de que eu falava há pouco. Há, hoje em dia, um entusiasmo crescente pelos contextos de aprendizagem criados no âmbito de projectos, e bastará uma breve digressão pela Web para encontrar vários sítios com ideias muito proveitosas. Aí está um domínio ainda pouco conhecido – e ainda menos praticado – em Portugal, que merece a redobrada



atenção dos professores e um amplo debate que auxilie a explorar potencialidades associadas à realidade curricular que pretendemos construir.

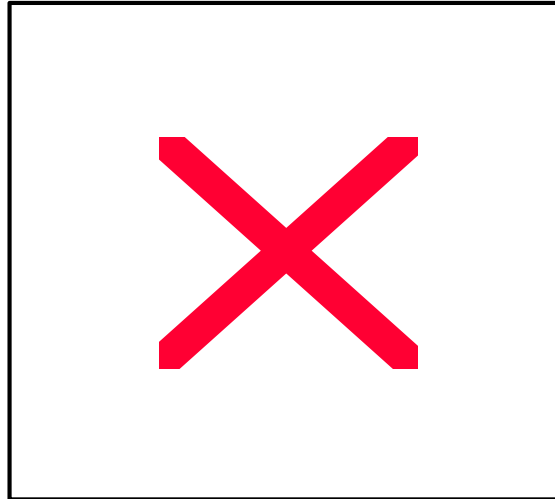


Figura 3 - Modalidades de aprendizagem mais vocacionadas para os diversos tipos de formação tecnológica.

## 7. Consequências para uma reflexão alargada

Penso que, se nos descuidarmos na preparação dos nossos futuros profissionais das tecnologias – os futuros engenheiros portugueses –, correremos o risco de, dentro de dez ou quinze anos, sermos os vendedores das tecnologias que outros países dominam. Poderemos ter uma população de cientistas coberta de prestígio internacional e, no entanto, na ausência de tecnólogos competentes, capazes de explorar industrialmente e rentabilizar no mercado o produto das suas descobertas, seremos incapazes de retirar quaisquer benefícios visíveis para o país. Por isso importa afirmar que, num mundo dominado pelas tecnologias, *não basta que a Ciência Viva!* Não basta contemplar os astros! Não basta partir à descoberta! É preciso que as tecnologias encontrem um contexto cultural de integração, de espírito de intervenção, de sentido da concretização e da utilidade socio-económica onde, então sim, possam florescer ... com imperiosa urgência! Há, por outro lado, que construir uma visão do que será Portugal no novo milénio, identificar uma visão, reconhecer os grandes objectivos, afirmar uma intencionalidade estratégica, assegurar um entusiasmo e um empenhamento colectivos. Dizia Séneca que "O vento só sopra a favor de quem sabe para onde quer ir!". Será que sabemos para onde queremos ir, num mundo que – gostemos ou não – é conduzido pelas tecnologias?