

TICAI 2006

TICs para el Aprendizaje de la Ingeniería

Editado por

Martín Llamas Nistal

(Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE)

Carlos Vaz de Carvalho

(Capítulo Portugués de la Sociedad de Educación del IEEE)

Carlos Rueda Artunduaga

(Capítulo Colombiano de la Sociedad de Educación del IEEE).

I.S.B.N.: 978-84-8158-375-5

**© IEEE, Sociedad de Educación:
Capítulos Español, Portugués
y Colombiano
Impreso Junio 2008.
Servicio Publicaciones Teleco Vigo, España.**

Capítulo 8

Novas Tecnologias para uma Nova Aprendizagem nas Instituições de Ensino Superior

E. L. Cardoso, P. Pimenta, e D. C. Pereira

Title—New Technologies for a New Learning in the Higher Education Institutions

Abstract—There is an enormous expectation in relation to the potential of Information and Communication Technology (ICT) applications in education, namely in Engineering, Science and Technology, supporting pedagogical contemporaneous approaches. While there isn't a corresponding real practice, in the teaching and learning processes in the Higher Education Institutions (HEI). In this context, constructivist learning environments, represent a general reference model for the design and development of learning environments in HEI. HEI have stronger responsibilities in the answer to a new learning model approach, that can be enhanced by ICT, that beyond facilitating the access to explicit knowledge, growing represented in digital formats, offer cognitive tools that support learners in the interpretation, organization and knowledge building. This new learning model and these new ways of using learning technologies are raising challenges for change, that we propose should be considered in an institutional perspective.

Keywords— ICT, Learning Environments, Higher Education Institutions, Engineering Education

Resumo—As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem sido associado um enorme potencial de aplicação em educação designadamente em Engenharia, em Ciência e Tecnologia suportando abordagens pedagógicas contemporâneas que não têm, no entanto, correspondência na realidade dos processos de ensino e aprendizagem nas Instituições de Ensino Superior (IES).

Este trabalho foi apresentado originalmente na 1ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação – CISTI 2006, Portugal.

Eduardo Luís Cardoso é da Universidade Católica Portuguesa – CRPorto, Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 4200-072 Porto, Portugal (e-mail: elcardoso@esb.ucp.pt).

Pedro Pimenta é da Universidade do Minho – Escola de Engenharia – Departamento de Sistemas de Informação, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal (e-mail: pimenta@dsi.uminho.pt).

Duarte da Costa Pereira é da Universidade do Porto – Faculdade de Ciências, Rua do Campo Alegre, 4169-007 Porto, Portugal (e-mail: dcpereir@fc.up.pt).

Neste contexto os ambientes de aprendizagem construtivista representam um abrangente modelo de referência para a concepção e o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem nas IES.

As IES têm, responsabilidades acrescidas na resposta a um novo modelo de aprendizagem que pode ser potenciado por um papel para as TIC que vai para além de possibilitarem o acesso a conhecimento explícito, crescentemente representado em formato digital, e constituem ferramentas cognitivas que apoiam o aluno na interpretação, organização e construção de conhecimento. Este novo modelo de aprendizagem e estas novas formas de usar as tecnologias colocam desafios de mudança que propomos devem ser analisados numa perspectiva institucional.

Palavras-Chave— TIC, Ambientes de Aprendizagem, Instituições de Ensino Superior, Educação em Engenharia

I. A EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA

A educação contemporânea pode ser compreendida como determinada por quatro elementos polarizadores, o indivíduo aprendiz que é o educado, a sociedade em nome da qual a educação se desenvolve, os conteúdos por intermédio dos quais a educação se realiza e a interação entre estes três aspectos que concretiza o acto educativo (Figura 1). Estes pólos estão presentes, com diferentes importâncias relativas, nas várias teorias da educação em Engenharia, em Ciência e Tecnologia e nas teorias do ensino e da aprendizagem associadas e são essenciais à análise, à reflexão e a propostas de mudança na área [1].

Ao pólo Conteúdos estão associadas as teorias académicas, mais tradicionais no ensino superior, para as quais os conhecimentos a ensinar têm uma estrutura objectiva e independente do aluno ou da sociedade.

Ao pólo Sociedade estão associadas teorias que definem como objectivo da educação a transformação da sociedade e a resolução de problemas sociais, culturais e ambientais.

Ao pólo Indivíduo estão associadas teorias espirituais que valorizam aspectos do ser humano na sua relação transcendental com o universo ou teorias personalistas que valorizam aspectos da dinâmica interna da pessoa humana relacionada com as suas necessidades, aspirações e intenções.

Ao pólo Interação estão associadas, de acordo com

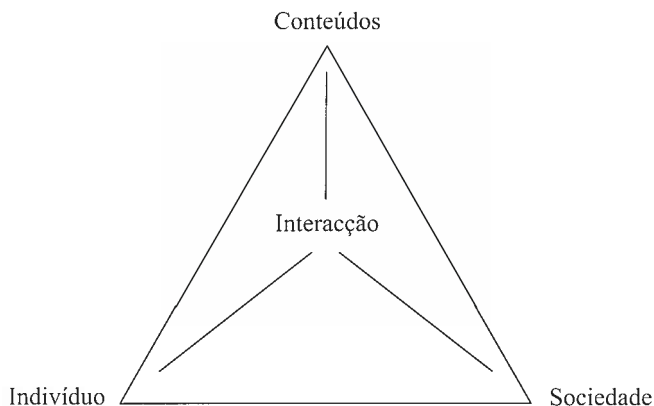


Fig. 1. Pólos das teorias contemporâneas em educação [2].

influências dos outros três pólos, teorias psicocognitivas, tecnológicas e sociocognitivas, com objectivos didácticos e centrados nos processos de ensino e aprendizagem [2].

As teorias psicocognitivas preocupam-se com o desenvolvimento dos processos cognitivos no aluno e em particular com os processos mentais associados à construção de conhecimento. As teorias sociocognitivas valorizam os factores e as interacções sociais e culturais no ensino e aprendizagem e no processo de construção de conhecimento. As teorias tecnológicas procuram com recurso a tecnologias apropriadas melhorar o ensino e a aprendizagem.

Na interacção didáctica será relevante considerar a comunicação educativa (síncrona e assíncrona, presencial, a distância e multimédia), a mediação humana da aprendizagem e também a mediação tecnológica, nomeadamente através de ambientes de aprendizagem, os processos de ensino e aprendizagem que constituem o acto educativo em sentido estrito e as organizações que os enquadram, como é o caso das Instituições de Ensino Superior (IES).

Se cada um destes pólos encerra princípios inspiradores das teorias contemporâneas em educação, também os binómios Conteúdos-Indivíduo, Conteúdos-Sociedade e Indivíduo-Sociedade, representam domínios de conhecimento relevantes numa pedagogia para o ensino superior designadamente em Engenharia, em ciência e Tecnologia [1].

A. Conteúdos-Indivíduo

A relação Conteúdos-Indivíduo pode ser caracterizada de acordo com Pereira [1] pelo conceito da psicologia cognitiva designado por cognição distribuída, que representa um mecanismo em que a agência dos processos cognitivos pode ser distribuída entre o indivíduo, outros actores do processo de aprendizagem, em particular docentes e alunos e os artefactos utilizados na produção de conhecimento, incluindo as tecnologias de informação e comunicação (TIC) [3]. E, no sentido contrário, estes oferecem ao sujeito aprendiz um andaimento cognitivo de suporte ao processo de aprendizagem. O andaimento pode ser implementado para motivar os alunos, reduzir a complexidade de tarefas e estruturar o processo de ensino e aprendizagem, através do fornecimento de *feed-back*, de exemplos, do apoio e

comunicação entre colegas e pela clarificação de papéis e de expectativas dos alunos, contribuindo para o processo de aprendizagem [4].

B. Conteúdos-Sociedade

As explicações da relação Conteúdos-Sociedade podem ser inspiradas de acordo com [1] no construtivismo social assente na tendência de evolução da ciência e tecnologia focada nos conteúdos para uma ciência e tecnologia focada nos contextos e sustentada socialmente, com reflexo na pedagogia associada à sua aprendizagem que inclui aspectos que podem ser potenciados pela tecnologia. A base metodológica desse construtivismo social é o postulado da simetria que não confere excessiva importância ao conhecimento iluminista científico mas considera, com igual peso, o conhecimento histórico.

Ainda, segundo [1], as exigências de uma crescente contextualização e socialização do conhecimento estão na origem das propostas de [5] que defendem um novo modo de produção de conhecimento científico e tecnológico, designado Modo 2, caracterizado por se basear nas pessoas em rede, mais do que nas instituições, por considerar mais a multidisciplinaridade, a heterogeneidade de contributos e a transdisciplinaridade, por contemplar mais a relevância e a responsabilidade externas e por ser mais condicionado pelos utilizadores e pela sociedade que pelas fronteiras disciplinares e pelos contextos académicos e organizacionais característicos do modo convencional, designado Modo 1. O Modo 1, correspondendo à produção de conhecimento factual e sistemático, conhecimento codificado de todos os tipos, fundamentalmente na forma de escrita, impressa, mas também, e cada vez mais, na forma de filme, fotografia e todas as formas de memória digital. A principal característica apontada para este tipo de conhecimento é a sua tendência para crescer de forma continuada e fragmentada conduzindo a mais e mais especializações. No designado Modo 2 trata-se da produção de conhecimento implícito, tácito, orientado pelo contexto e não pelo assunto, originando conhecimento holístico, multidisciplinar, envolvendo bases de conhecimento heterogéneo. Neste modo de produção de conhecimento são valorizadas competências pessoais e de personalidade, competências intelectuais, profissionais e manuais.

O conhecimento codificado tem tido um crescimento exponencial e uma enorme especialização de domínios, para além da sua difusão e utilização ser facilitada e a baixo custo, através do uso de TIC e da Internet em particular. Já o desenvolvimento de conhecimentos tácitos, de capacidades para aplicar conhecimento codificado exige processos contínuos de aprendizagem para suportar uma economia e uma sociedade baseada no conhecimento. Estas perspectivas suportam uma necessária mudança de paradigma de ensino e aprendizagem nas IES, de um ensino baseado nos conteúdos e dedicado à explicação, Modo 1, para uma aprendizagem baseada na aplicação contextualizada de conteúdos e dedicada à resolução de problemas, Modo 2, segundo [6]-[7], considerando, em particular, a Educação em Engenharia, Ciência e Tecnologia.

C. Sociedade-Indivíduo

A transição para uma sociedade do conhecimento, pós-industrial, implica uma nova relação entre Sociedade e Indivíduo que, em termos de aprendizagem, acontece ao longo de toda a vida, devido à crescente importância da formação contínua necessária, pelo menos, para a actualização dos sistemas de codificação de conhecimento e valoriza competências transversais em detrimento de competências específicas de um dado domínio de conhecimento. A aprendizagem ao longo da vida pode ser muito potenciada pelo desenvolvimento e generalização das TIC que suportam, em particular, novos modelos de comunicação tendencialmente mais personalizada, global e interactiva e alargam a capacidade de conhecimento e de acção do homem.

Com a relação entre o Indivíduo e a Sociedade caracterizada por ser sistémica e aberta, a aprendizagem dos indivíduos passa a ser determinante ao longo da vida na sociedade, bem como a aprendizagem organizacional continuada, indispensável a nível das organizações que se querem aprendentes e, portanto, também a nível das escolas e das IES [8]-[9]. As IES, como organizações aprendentes, com o duplo sentido – organizações que simultaneamente aprendem e promovem a aprendizagem [9]. Com aspectos individuais presentes nas disciplinas de mestria pessoal e modelos mentais, aspectos sociais presentes nas disciplinas de aprendizagem em equipa e visão partilhada, conduzindo à quinta disciplina, a visão sistémica aberta entre o indivíduo e a sociedade preconizada por [10]. As aprendizagens necessárias para competir nesta sociedade do conhecimento são caracterizadas mais pelo desenvolvimento de competências transversais, transferíveis entre actividades produtivas e menos pela aquisição de conteúdos. Competências transferíveis representando um conjunto de competências cognitivas e sociais de ordem elevada tais como a resolução de problemas, a colaboração e o trabalho em equipa, a flexibilidade e agilidade, a capacidade de adquirir recursos, o empreendedorismo e em geral o saber aprender, como sistematizado por [11].

A educação contemporânea apresenta-se, pois, com uma complexidade, em parte derivada da complexidade do mundo contemporâneo [12], da qual a diversidade de teorias associadas é um reflexo.

De uma outra forma o relatório Delors para a Unesco condensa a relevância destes pólos na educação ao considerar que os novos objectivos para a aprendizagem ao longo de todo o processo educativo têm que incluir a aprendizagem de saberes ou de conhecimentos, a aprendizagem do saber fazer, a aprendizagem do saber ser, na sociedade e na relação com os outros e a aprendizagem do aprender continuamente e ao longo da vida [13], sendo que este aprender a aprender pode ser visto como essencial e transversal à educação na sociedade contemporânea.

II. AS TIC NO ENSINO SUPERIOR

As tecnologias de informação e comunicação está associado um grande potencial de aplicação em educação e uma

expectativa de incorporação nos sistemas educativos que contribua para estes responderem adequadamente aos desafios que lhes estão colocados pela sociedade. Em particular, o potencial das plataformas de *e-learning* (PeL) na construção de ambientes de ensino e aprendizagem distribuídos, de suporte aos cursos de ensino superior e, na sua generalização, ao nível da pré-graduação, constituem oportunidades de inovação e desenvolvimento para as instituições de ensino superior.

Há um grande interesse na, por vezes designada, educação virtual, baseada na ideia da generalização de uma aplicação significativa de TIC nas actividades centrais à educação. No entanto, embora haja uma grande valorização, porventura exagerada do potencial das TIC em educação, o crescimento real da sua aplicação tem sido lento e as mudanças verificadas marginais [14]. Não obstante todas as possibilidades e todo o potencial de exploração, a sua utilização na prática lectiva está longe de ser generalizada nas IES [15]. À data, a maior parte das IES tem reagido à mudança tecnológica no ensino e aprendizagem, de uma forma que pode ser descrita como oscilante [16].

Os exemplos existentes levam [17] a considerar que a aprendizagem *online* deixou de ser periférica e tornou-se relevante na sociedade, embora com uma evolução limitada dos modelos organizacionais e pedagógicos subjacentes. “Houve um mar de mudança de atitudes, um nível enorme de investimento, grandes expectativas (em geral irrealistas), apesar do progresso limitado (muitas vezes glacial) das mudanças institucionais e pedagógicas” [17]. Paulsen [18] considera, que em termos da oferta educativa global, muitas IES estão a implementar serviços educacionais *online*, o que considera ser uma ilustração de que a megatendência actual na educação *online* é a transição de uma escala experimental para operações em larga escala. Embora, também, considere que poucas IES podem apresentar exemplos de sucesso económico e que muita da educação *online* oferecida tem sido transitória, sem sucesso e longe de ser sustentada.

É, em geral, aceite que o maior potencial para o *e-learning* é no desenvolvimento de uma educação e formação contínua, ao longo da vida e interligada com o desenvolvimento pessoal e profissional dos indivíduos [19]. Mas um dos maiores impactos das TIC poderá acontecer no ensino tradicional, com as tecnologias a suportar um modelo combinado de ensino e aprendizagem com componentes presenciais e a distância. As TIC no apoio ao aluno têm associada a promessa de acesso aos recursos significativos disponíveis no campus de uma IES [19]. Muitas IES tradicionais estão, de facto, no processo de integração de tecnologias avançadas nos seus métodos regulares de ensino *on-campus* [20]-[21]. A convergência entre educação presencial e *e-learning* é mesmo identificada como a maior tendência, não reconhecida, no ensino superior [16].

Por outro lado, a rápida generalização de soluções tecnológicas podem impedir a implementação de boas práticas pedagógicas, pois a utilização destas tecnologias de informação e comunicação não implica, necessariamente, a adopção das melhores aproximações ao processo de ensino e aprendizagem [22]. Um levantamento realizado pela associação Educause, em 1999, indicava que apenas 3 % dos

sites com fins educacionais propunha algum tipo de interactividade que suportasse actividades ou alguma forma de participação em objectivos pedagógicos. Os *sites* analisados foram considerados essencialmente passivos, apenas repositórios de informação [23]. A maior parte dos docentes usa *email* para comunicar com os seus alunos e cerca de um terço das disciplinas usam recursos na Web ou têm uma página da disciplina na Web [24]. Mas a mera colocação de materiais na Web pode não conduzir à utilização pelos alunos e a uma melhoria na sua aprendizagem e compreensão [25].

A exploração do potencial dos ambientes de ensino distribuído nas disciplinas dos cursos de ensino superior envolve a necessidade de adaptação e mudança dos métodos de ensino, um processo de inovação que implica um «enriquecimento pedagógico» ou uma «reengenharia pedagógica» das disciplinas [26]. De outra forma, a utilização da tecnologia associada a métodos escolares mais tradicionais, pode representar simplesmente um acrescentar de custos ao sistema actual [14].

E, no entanto, “olhando para a história da educação [...] apesar das capacidades das tecnologias de informação e comunicação, o que é comum encontrar na oferta educativa são os mesmos métodos tradicionais de ensino baseados em métodos expositivos” [27].

III. AMBIENTES DE APRENDIZAGEM

Ambientes de aprendizagem podem ser implementados de forma produtiva baseados em plataformas de *e-learning*, incorporando uma diversidade de ferramentas cognitivas e suportando, com várias dimensões de flexibilidade, processos distribuídos de ensino e aprendizagem que permitem perspectivar novas formas de funcionamento para a IES. O princípio da aprendizagem colaborativa na concepção dos ambientes de ensino distribuído poderá ser o mais importante conceito elementar a enformar a aprendizagem *online* em rede, tirando partido de todo o potencial das TIC [17].

Os ambientes de aprendizagem baseados em tecnologias e integrando aproximações construtivistas aos processos de ensino e aprendizagem, são considerados particularmente adequados para o ensino superior onde o objectivo é a aquisição de conhecimento avançado, em particular nas fases intermédias e finais dos programas de pré-graduação, como defendido por [28] num “Manifesto para uma aproximação construtivista ao uso de tecnologia no ensino superior”.

Jonassen [29] sistematiza as qualidades que o processo de ensino e aprendizagem deve possuir de forma a fomentar uma aprendizagem significativa (*meaningful*) e que, portanto, podem fornecer orientações para a prática pedagógica no ensino superior e para a concepção de ambientes de aprendizagem. O processo de ensino e aprendizagem deve possuir as seguintes qualidades que se interligam:

--Colaborativo

Criando condições e estimulando, contribuições, naturalmente diferenciadas, de cada membro da comunidade em aprendizagem de forma observável e partilhada, constituindo contributos eficazes para as aprendizagens a nível individual. Trata-se de facilitar a exploração de

capacidades entre os alunos como uma forma natural de aprender em comunidade de aprendizagem e de construção de conhecimento.

--Conversacional

Promovendo e facilitando um processo social e dialógico de construção de sentido e de conhecimento, promovendo a participação dos alunos numa comunidade de construção de conhecimento e o desenvolvimento de múltiplas perspectivas sobre a realidade e de múltiplas soluções para a resolução de tarefas e problemas.

--Reflexivo

Promovendo a auto-avaliação, a confrontação com os resultados dos membros da comunidade e a articulação com as decisões tomadas e as estratégias seguidas, conduzindo a uma melhor compreensão da realidade estudada e tornando o que se aprende mais adaptável a outras situações.

--Contextualizado

Situando as actividades de aprendizagem a desenvolver em relação a tarefas reais ou simuladas com base em casos, problemas ou questões e proporcionar uma aprendizagem melhorada e mais transferível para outras situações. Contextos úteis e diversos oferecem a base para os alunos praticarem o desenvolvimento de conhecimento e de competências relevantes no mundo real.

--Complexo

Confrontando os alunos com a natureza complexa e pouco estruturada de problemas reais, de forma a evitar o desenvolvimento de visões simplistas da realidade e proporcionando uma compreensão de múltiplas perspectivas sobre os problemas e soluções no mundo real.

--Intencional

Articulando os objectivos dos alunos com o processo de aprendizagem, contribuindo para um comprometimento activo e intencional dos alunos no cumprimento de objectivos cognitivos. O processo deve explicitar, clarificar e articular finalidades para as tarefas, actividades e em geral para todo o processo de aprendizagem em que participam os alunos.

--Activo e Manipulativo

Envolvendo os alunos em processos mentais de processamento de informação, de cujo resultado são responsáveis e que incluem a possibilidade de construir um produto, de tomar decisões, de modificar parâmetros e de utilizar ferramentas que de alguma forma simulem experiências do mundo real.

--Construtivo

Confrontando os alunos com experiências de aprendizagem, apoiados pelos docentes e/ou pelo grupo em aprendizagem, que lhes exijam a construção de conhecimento, integrando novas ideias em conhecimento anterior (considerando e valorizando a experiência prévia), acrescentando sentido e desenvolvendo representações mais complexas da realidade.

A concepção de ambientes de ensino e aprendizagem pode ser inspirada e concretizada tendo por base referências conceptuais que determinem os seus requisitos no quadro da educação contemporânea. Uma proposta abrangente e detalhada que constitui um importante referencial teórico para a concepção de ambientes de ensino e aprendizagem

distribuídos são os ambientes construtivistas de aprendizagem –ACA (ou *constructive learning environments* - CLE) [29].

Os ACA são baseados em princípios construtivistas da aprendizagem que contrastam com princípios comportamentalistas e objectivistas que pressupõem que o conhecimento relevante pode ser embebido no processo de ensino e transferido para o aluno em qualquer contexto [30].

Os ACA podem ser definidos como sendo ambientes que proporcionam uma intervenção do sujeito em aprendizagem em processos envolvendo uma interacção com outros actores do processo de aprendizagem, docentes, alunos ou outros actores, e, através do desenvolvimento de actividades e da interacção com conteúdos num contexto credível e partilhável, os ACA são orientados à actividade como geradora de aprendizagens [30].

Os ambientes de aprendizagem devem, de acordo com este referencial, suportar processos de aprendizagem com as qualidades, já apresentadas, de serem colaborativos, conversacionais, reflexivos, contextualizados, complexos, intencionais, activos e manipulativos e construtivos.

Os ACA devem integrar componentes, estruturar actividades e disponibilizar ferramentas de apoio ao processo de aprendizagem. Devem proporcionar experiências de aprendizagem baseadas em problemas ou projectos e para tal serem constituídos pelos seguintes componentes:

- Contexto
- Representação / Simulação
- Espaço de Manipulação

As principais actividades instrucionais associadas a estes ambientes são a modelagem (*modelling*), o treino (*coaching*), o andaimamento (*scaffolding*) e a autonomização (*fading*).

A modelagem tem como principal função mostrar ao aluno como conseguir praticar as actividades necessárias para levar a cabo uma tarefa ou objectivo. A ideia é ajudá-lo a articular o raciocínio com as tomadas de decisão envolvidas em cada passo do processo.

O treino tem como principal função intervir nos pontos críticos da instrução para fornecer ao aluno encorajamento, diagnóstico, direcção e *feedback*. Varia entre a simplicidade do fornecimento apropriado de sugestões pré-programadas e a complexidade de proporcionar aos indivíduos ferramentas para a análise da sua actividade e ajuda na sua orientação.

O andaimamento tem como principal função ajudar o aluno ao nível do seu desempenho em tarefas. O andaimamento tem que tomar em conta os aspectos sistémicos que podem afectar o desempenho e focar-se na tarefa, no ambiente, no docente e principalmente no aluno.

A autonomização tem como principal função assegurar que o ambiente de aprendizagem proporciona, a prazo, aos alunos, um desempenho autónomo.

As principais ferramentas de construção de conhecimento associadas aos ACA são:

- Ferramentas de representação do problema
- Ferramentas de modelagem estática ou dinâmica
- Ferramentas de suporte do desempenho
- Ferramentas de recolha de informação
- Ferramentas de conversação e colaboração.

Os ambientes de aprendizagem podem oferecer condições para o processo de ensino e aprendizagem ocorrer num contexto social através de colaboração, negociação, debate, avaliação, interacção e *mentoring*. A colaboração, em particular, ajuda os alunos a validarem as experiências de aprendizagem e exige um nível de articulação que promove uma construção colectiva de conhecimento e uma compreensão aprofundada do que está a ser estudado [31].

A implementação de programas educacionais baseados nos princípios do ensino e da aprendizagem distribuída é pressuposta basear-se em ambientes tecnológicos em rede, nomeadamente na Internet, mas compreender, no entanto, outras situações, dispositivos e meios de suporte. A relevância de um ambiente *online* não deve ser redutora da concepção pedagógica embora “um dos mais óbvios equívocos sobre cursos *online* é a que eles devem acontecer em frente a um computador” [32].

IV. NOVO MODELO DE APRENDIZAGEM

Sendo a organização do ensino superior e as IES, portadoras de uma concepção essencialmente mecanicista dos sistemas de ensino, com origens na sociedade industrial e nas perspectivas de base tayloristas da organização da produção, estamos actualmente num quadro de reconhecimento e valorização de outras concepções do processo de ensino e aprendizagem em que a metáfora representativa é a rede e em que, em oposição à tradicional ênfase na transmissão, na memorização, nos conteúdos e numa aprendizagem isolada, se contrapõe uma aprendizagem construída, situada num contexto, em interacção e em comunidade [6]. Estamos, pois, num quadro de mudança de paradigma e de referências, com implicações na organização do sistema de ensino e na prática dos processos de ensino e aprendizagem, também extensíveis ao subsistema de ensino superior.

Transpondo os conceitos de Modo 1 e Modo 2 de produção de conhecimento propostos [5], para o ensino e aprendizagem, em particular para a Educação Superior em Engenharia, [6] argumentam que as TIC e a Internet, em particular, oferecem crescentes capacidades de representar conhecimento explícito, Modo 1 e de facilitar e massificar a sua disponibilização, potenciando a necessidade de uma transição de paradigma de ensino e aprendizagem para o Modo 2, mais dependente da intervenção dos docentes, com aproximações pedagógicas adequadas como sejam a aprendizagem por casos, pela resolução de problemas ou por projectos.

Embora não questionando a importância e o valor da aprendizagem Modo 1, o Modo 2 é defendido como a base para uma proposta de mudança de paradigma de ensino e aprendizagem no ensino superior [6]. As características apresentadas para este novo paradigma estão sistematizadas na Tabela I.

As tecnologias educativas são também defendidas como podendo suportar, de forma mais efectiva, a construção de conhecimento no ensino superior e a promoção de aprendizagens relevantes, com sentido, se utilizadas como ferramentas cognitivas de amplificação das capacidades mentais, apoiando a interpretação e a organização do conhecimento pessoal do aluno e não, como tradicionalmente

acontece, apenas como meios de envio de informação, como comunicadores de conhecimento ou tutores de alunos [33]-[34].

Estas ferramentas cognitivas com as quais o aluno aprende (e não a partir das quais aprende) são, pois, aplicações de TIC que, quando usadas pelos alunos para representar o que eles conhecem, envolvem os alunos necessariamente em pensamento crítico e reflexivo sobre os conteúdos em estudo. Constituem-se como soluções de andaimamento cognitivo que suportam diferentes formas de raciocínio sobre os conteúdos e

TABELA 1.

EVOLUÇÃO DE PARADIGMA PARA A APRENDIZAGEM NO ENSINO SUPERIOR, DO TRADICIONAL, MODO 1, PARA O NOVO, MODO 2 [6]

Tradicional Modo 1	Novo Modo 2	Benefícios antecipados
Estático	Dinâmico	Métodos económicos de produção, transmissão e armazenamento de vídeo de qualidade aceitável e de animações melhoram consideravelmente a apresentação de muitos tipos de conteúdos.
Isolado	Apoiado	Sistemas de suporte à aprendizagem baseados no computador, bem concebidos, tomam-se um grande apoio para lidar com as dificuldades dos alunos.
Meio único	Multimédia	A utilização imaginativa e especializada de um vasto conjunto de media potencia uma aprendizagem mais atractiva.
Síncrono	Assíncrono	Os constrangimentos de tempo e de espaço dos métodos de exposição tradicionais que utilizam as aulas teóricas e laboratoriais, são substituídos em favor de uma aprendizagem em ritmo individual utilizando uma grande variedade de mecanismos de apoio.
Passivo	Activo	A aprendizagem é vista como um processo activo em que os conceitos são adquiridos, incorporados em esquemas apropriados e testados na acção.
Unidireccional	Interactivo	A interactividade proporciona maiores benefícios na clarificação, elaboração e consolidação e é a chave para a produção de ambientes de aprendizagem com grande capacidade de apoio.
Local	Em rede	A aprendizagem é suportada com base numa rede com uma dada cobertura espacial em vez de estar confinada a um único lugar.
Público	Pessoal	A possibilidade de desenvolver sistemas de suporte da aprendizagem que respondam às necessidades e ao desempenho de um indivíduo.
Real	Virtual	A utilização de objectos virtuais simulados em computador e que estão interactivamente acessíveis oferece possibilidades consideráveis para ligar a teoria e a experimentação.

exigem que os alunos pensem sobre o que conhecem de diferentes formas relevantes. Podem ser consideradas várias classes de aplicações que podem ser utilizadas como ferramentas cognitivas e suportar aproximações pedagógicas, incluindo: ferramentas para organização semântica, como bases de dados e mapas de conceitos; ferramentas de modelação dinâmica, como folhas de cálculo, sistemas periciais e ambientes de modelação de sistemas; ferramentas de interpretação de informação; ferramentas de construção de conhecimento, como sistemas hipermedia, hipertexto e de gestão de conhecimento; e ferramentas de conversação e colaboração, síncronas e assíncronas.

A necessidade de um novo modelo de referência para os processos de ensino e aprendizagem é sistematicamente associado à utilização de TIC em educação que deve ser acompanhada do repensar e redesenhar desses processos [16]-[35]-[36]. A mudança de paradigma necessária é, muitas vezes, apresentada como a mudança para uma abordagem colaborativa no processo de ensino e aprendizagem, também designada como aprendizagem colaborativa em rede ou simplesmente aprendizagem em rede [17].

Jonassen [34] argumenta, com razões empíricas e filosóficas, que o melhor uso das TIC em educação será não

como mediadoras do processo de ensino e aprendizagem, transportando a informação e o conhecimento, mas antes como ferramentas cognitivas com as quais o aluno aprende.

V. DESAFIOS E OPORTUNIDADES

A utilização de TIC no ensino superior tem sido caracterizada pelo facto das aplicações serem mais conduzidas pela tecnologia que pelos utilizadores, aplicações que têm suportado fundamentalmente as abordagens académicas tradicionais [37]. O que ilustra bem as dificuldades das IES em aproveitar todo o potencial das tecnologias e dos recursos disponíveis quer para alunos quer para docentes.

Em Portugal, a nível da formação inicial de professores, em que o uso de novas tecnologias e metodologias devia ser particularmente pertinente, são também identificados níveis ainda reduzidos de incorporação das TIC. “As TIC desempenham um papel real, embora ainda modesto, nos cursos de formação inicial de professores em Portugal” [38]. Num estudo mais recente, realizado por [39], também relativo à utilização de TIC na formação inicial de professores em Portugal, conclui-se que apesar da presença das TIC nos currículos, quer, de modo explícito, em disciplinas dedicadas, quer, de modo implícito, em disciplinas que utilizam as TIC de forma intensa ou reflectem sobre o seu uso em educação, continua a registar-se um défice de integração real das TIC em muitas das disciplinas dos cursos de pré-graduação nos currículos de formação.

Os rápidos desenvolvimentos tecnológicos criam dificuldades às IES em responder às oportunidades e desafios que lhes são colocadas. As TIC, como a Internet ou as comunicações sem fios, tiveram em vários sectores de actividade um papel de ruptura, no sentido que provocaram alterações radicais nas formas de funcionamento das organizações envolvidas e dos próprios sectores. Estas mesmas tecnologias têm o potencial de provocar mudanças similares no sector da educação [14].

A compreensão dos processos de inovação associados às TIC pode ajudar a promover este tipo de mudanças, contribuindo para a necessidade de diferenciar o sistema educativo nacional como forma de evolução e desenvolvimento [40]. A nível nacional é ainda referenciada a necessidade de estudos sobre o ensino superior que perspectivem uma reorganização do sistema, contemplando os desafios da sociedade do conhecimento, já que as IES precisam de redefinir a sua missão e funções [41]. Na perspectiva de que as IES têm um papel central a desempenhar no desenvolvimento de uma sociedade baseada no conhecimento, a exacta natureza desse papel e as consequentes necessidades de adaptação não são, no entanto, suficientemente claras [42]. A mudança nos processos de ensino e aprendizagem nas IES designadamente na área da Engenharia, Ciência e Tecnologia adquire particular actualidade com o desenvolvimento do processo de Bolonha na Europa [43].

No estudo da adopção de PeL nas IES, a consideração do papel institucional (Figura 2) deverá ser particularmente determinante quando está em causa a adopção de sistemas que

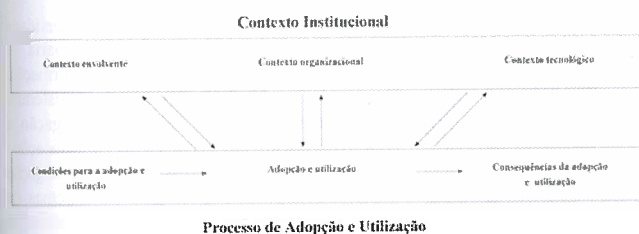


Fig. 2. Modelo do processo de mudança associado à adoção de Ambientes de Aprendizagem nas IES (adaptado de [44]).

permitem o desenvolvimento de ambientes ensino e aprendizagem que podem ser adequados para suportar qualquer tipo de disciplina, cuja exploração é melhorada quando integrados com outros sistemas como os de gestão académica, que implicam, em geral, uma exigente gestão de tecnologia e serviços de suporte adequados, que requerem uma articulação entre diferentes serviços das IES e que produzem resultados muito dependentes do tipo e nível de utilização pelos docentes.

Por outro lado, neste quadro de mudança tecnológica que envolve a adoção de sistemas altamente configuráveis pelos docentes para atingir aplicações finais, num ambiente organizacional complexo, com múltiplos contextos disciplinares de exploração, e em que a mudança significa a redefinição de actividades centrais à organização, o ensino a nível das licenciaturas, parece pertinente compreender o papel institucional como necessariamente condicionante das mudanças pedagógicas desejáveis e do sucesso do processo de inovação.

A adoção e utilização de tecnologias de informação nos locais de trabalho mantêm-se como uma preocupação central da investigação e prática em engenharia, tecnologia e sistemas de informação [45]. Os desenvolvimentos nas capacidades do equipamento e das aplicações têm sido significativos mas, mesmo quando adoptados, prevalece o problema da subutilização dos sistemas instalados. A compreensão e a criação das condições sob as quais os sistemas de informação são incorporados pelas organizações humanas constitui, ainda de acordo com estes autores, um domínio de investigação prioritário.

REFERÊNCIAS

- [1] C. Pereira, *Educação em Ciência e Tecnologia para o Séc. XXI. Necessidade de Mudar de Paradigma* (no prelo), 2004.
- [2] Y. Bertrand, *Teorias Contemporâneas da Educação*. Instituto Piaget, Lisboa, 1998.
- [3] R. Giere, The Role of Computation in Scientific Cognition. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, vol. 15, 2003, pp. 195-202.
- [4] C. McLoughlin, and L. Marshall, "Scaffolding: A Model for Learner Support in an Online Teaching Environment", *A paper delivered at the 9th Annual Teaching Learning Forum*. Flexible Futures in Tertiary Teaching, Perth, 2000.
- [5] M. Gibbons, C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott, and M. Trow, *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. Londres: Sage, 1994.
- [6] G. Hills, and D. Tedford, "The Education of Engineers: The Uneasy Relationship Between Engineering, Science and Technology", *Global Journal of Engineering Education (UICEE)*, vol. 7, no. 1, pp. 17-28, 2003.
- [7] G. Hills, "The New Learning Paradigm and the Importance of Technology", in J. Gomes (Coord.), *Reflectir Bolonha: Reformar o Ensino Superior*. Porto: Universidade do Porto, 2003.
- [8] P. Senge, N. Cambron-McCabe, T. Lucas, B. Smith, J. Dutton, and A. Kleiner, *Schools That Learn. A Fifth Discipline Fieldbook of Educators, Parents, and Everyone Who Cares About Education*. Londres: Nicholas Brealey, 2000.
- [9] C. Duke, *The Learning University. Towards a New Paradigm?* Buckingham: SRHE/Open University Press, 1992.
- [10] P. Senge, *The Fifth Discipline (The Art & Practice of the Learning Organization)*. Nova Iorque: Doubleday-Currency, 1990.
- [11] W. Haddad, and A. Drexler, *Technologies for Education: Potentials, Parameters, and Prospects*. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. Paris, 2002.
- [12] E. Morin, *Introdução ao Pensamento Complexo*. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.
- [13] J. Delors, et al. *Um Tesouro a Descobrir*, Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. Porto: Edições Asa, 1996.
- [14] A. Bates, "The Continuing Evolution of ICT Capacity: The Implications for Education", in G. Farrel, (Ed.), *The Changing Faces of Virtual Education*. The Commonwealth of Learning, Vancouver, 2001b, pp. 29-46.
- [15] B. Collis, and N. Pals, "A Model for Predicting an Individual's Use of a Telematics Application for a Learning-Related Purpose", *International Journal of Educational Telecommunications*, 2000, pp. 63-103.
- [16] R. Garrison, and H. Kanuka, "Blended Learning: Uncovering its Transformative Potential in Higher Education", *The Internet and Higher Education*, vol. 7, no. 2, pp. 95-105, 2004.
- [17] L. Harasim, "Shift Happens: Online Education as a New Paradigm in Learning", *The Internet and Higher Education*, vol. 3, no.1-2, pp. 41-61, 2000.
- [18] M. Paulsen, *Online Education and Learning Management Systems. Global e-Learning in a Scandinavian Perspective*. NKI. Oslo: NKI Forlaget, 2003a.
- [19] Y. Ryan, "The Provision of Learner Support Services Online", in G. Farrell, (Ed.), *The Changing Faces of Virtual Education*, The Commonwealth of Learning, Vancouver, 2001, pp. 71-94.
- [20] C. Bonk, (2001). *Online Teaching in an Online World*. Acedido em 20 de Dezembro de 2003, em: <http://www.courseshare.com/reports.php>.
- [21] AFT, *A Virtual Revolution: Trends in the Expansion of Distance Education*. American Federation of Teachers, Washington DC, 2001.
- [22] M. Chaloupka, and T. Koppi, "A Vignette Model for Distributed Teaching and Learning", *ALT-J*, 1999, pp. 41-48.
- [23] R. Katz, and J. Rudy, "Information Technology in Higher Education: Assessing Its Impact and Planning for the Future", *New Directions For Institutional Research XXVI*, vol. 2, no. 102, pp. 1-89, 1999.
- [24] CCP, *The 1999 National Survey of Information Technology in US Higher Education*. Encino. The Campus Computing Project, 2000.
- [25] C. Bonk, J. Cummings, N. Hara, R. Fischler, and S. Lee, *A Ten Level Web Integration Continuum for Higher Education: New Resources, Partners, Courses, and Markets*. Instructional and Cognitive Impacts of Web-Based Education. Beverly Abbey, Idea Group Publishing, 1999.
- [26] B. Collis, "Pedagogical Reengineering: A Pedagogical Approach to Course Enrichment and Redesign With the WWW", *Education Technology Review*, 1997, pp. 11-15.
- [27] I. Miller, "Distance Learning - A Personal History", *The Internet and Higher Education*, vol. 3, no. 1-2, pp. 7-21, 2000.
- [28] D. Jonassen, T. Mayes, and R. McAleese, "A Manifesto for a Constructivist Approach to Technology in Higher Education", in T. Mayes, D. Jonassen, T. Duffi, and J. Lowyck, (Eds.), *Designing Constructivist Learning Environments*. Heidelberg: Springer-Verlag, 1993, pp. 231-247.
- [29] D. Jonassen, "Designing Constructivist Learning Environments", *INSYS*, 1997, pp. 527.
- [30] D. Jonassen, and L. Rohrer-Murphy, "Activity Theory as a Framework for Designing Constructivist Learning Environments", *ETR&D*, vol. 47, no. 1, pp. 61-7, 1999.
- [31] S. Grabinger, and J. Dunlap, "Rich Environments for Active Learning: A Definition", in D. Conole, S. Gránne, and G. Jacobs, (Eds.), *The Changing Face of Learning Technology*. Cardiff: University of Wales Press, 2000.

- [32] M. Paulsen, (2003b). *Interview with Morten Flate Paulsen about his book Online Education and Learning Management Systems*. Acedido em 21 de Novembro de 2003, em: <http://www.studymentor.com>.
- [33] D. Jonassen, C. Carr, and H. Yueh, "Computers as Mindtools for Engaging Learners in Critical Thinking", *TechTrends*, vol. 43, no. 2, pp. 24-32, 1998.
- [34] D. Jonassen, (1994). *Technology as Cognitive Tools: Learners as Designers*. Acedido em 21 de Maio de 2001, em: <http://it.coe.uga.edu/itforum/paper1/paper1.html>.
- [35] B. Collis, and G. Nijhuis, "The Instructor as Manager: Time and Task", *The Internet and Higher Education*, vol. 3, no. 1-2, pp. 75-97, 2000.
- [36] S. Brown, "Reinventing the University", *ALT-J Association for Learning Technology Journal*, vol. 6, no. 3, pp. 30-37, 1998.
- [37] P. Dirr, "Distance and Virtual Learning in the United States", in *The Development of Virtual Education: A Global Perspective*. The Commonwealth of Learning, Vancouver, 1999.
- [38] J. Ponte, and L. Serrazina, *As Novas Tecnologias na Formação Inicial de Professores*. Ministério da Educação, Departamento de Avaliação, Prospectiva e Planeamento, 1998.
- [39] J. Matos, *As Tecnologias de Informação e Comunicação e a Formação Inicial de Professores em Portugal: Radiografia da Situação em 2003*. Centro de Competência Nónio Século XXI da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004.
- [40] R. Carneiro, *Novo Conhecimento e Nova Aprendizagem*, Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 2000.
- [41] V. Simão, *Modernização do Ensino Superior. Da Ruptura à Excelência*. Fundação das Universidades Portuguesas, 2003.
- [42] A. Amaral, and P. Maassen, "Preface", in A. Amaral, J. Glen and B. Karseth, (Eds.), *Governing Higher Education: National Perspectives on Institutional Governance*. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [43] MEE, *Declaração de Bolonha - Declaração dos Ministros da Educação Europeus*, Ministros da Educação Europeus, Bolonha, 1999.
- [44] W. Orlikowski, "CASE Tools as Organizational Change: Investigating Incremental and Radical Changes in Systems Development", *Management Information Systems Quarterly*, 1993, pp. 309-340.
- [45] V. Venkatesh, and F. Davis, "A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies", *Management Science*, 2000, pp. 186-204.

Cardoso E. L. Doutorado em Tecnologias e Sistemas de Informação pela Universidade do Minho (2006), Mestrado (1992) e Licenciatura (1986) pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.



Desenvolve a sua actividade principal na Universidade Católica Portuguesa – Centro Regional do Porto, nas áreas de ensino/formação, extensão e investigação. É Coordenador do Centro de Competência – Computadores, Rede e Internet na Escola (CC-CRIE) do Ministério da Educação que promove a integração das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nas Escolas. Os principais interesses de investigação relacionam-se com a adopção e integração curricular de TIC no ensino/formação, bem como a gestão de informação e conhecimento.

Eduardo Luís Cardoso é membro do Memorandum of Understanding – Multimedia Access to Education and Training in Europe, da ACM – Association for Computing Machinery, da AACE – Association for the Advancement of Computing in Education, da APSI – Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, e é formador acreditado pelo Ministério da Educação e pelo Sistema Nacional de Certificação de Formadores, do Instituto do Emprego e Formação Profissional.



Pimenta P. Professor auxiliar na Universidade do Minho – Escola de Engenharia / Departamento de Sistemas de Informação. Doutorado em Engenharia de Sistemas. Coordenador do Grupo K3 de Investigação e Desenvolvimento em Tecnologias em Educação.

Os principais interesses de investigação relacionam-se com a utilização de sistemas de informação no ensino/formação, bem como a gestão de informação e conhecimento.

Pedro Pimenta é membro da APSI – Associação Portuguesa de Sistemas de Informação.

Pereira D. C. Professor Associado Agregado da Universidade do Porto – Faculdade de Ciências. Investigador na área da Educação em Ciência e Tecnologia. Coordenador do Centro de Educação Multimédia da Universidade do Porto e Coordenador do Mestrado em Educação Multimédia da Universidade do Porto.



Tem como principal área científica de investigação - Educação em Ciências com especial incidência nos aspectos relacionados com a epistemologia, sociologia, psicologia e na potenciação da Didáctica das Ciências pelas Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC). Nesse sentido, integrou vários grupos de investigação devendo distinguir-se um

relacionado com a modelagem computacional da comunicação educativa. É co-autor de um modelo de Portfolio Digital para aplicação em várias situações de formação.