

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução

Este capítulo apresenta a revisão de literatura, estando dividido em cinco subcapítulos: importância das Tecnologias de Informação e Comunicação na sociedade e na escola (2.2); integração do software educativo na Didáctica das Ciências (2.3); software educativo multimédia (2.4); e, finalmente, aprendizagem dos Sistemas Humanos (2.5).

2.2. Importância das Tecnologias de Informação e Comunicação na sociedade e na Escola

Ao referir-se à escola e à sua função numa sociedade cada vez mais considerada como “do conhecimento”, Caivano (2000, p.7) afirma o seguinte:

“A conjugação das Tecnologias de Informação e da Comunicação estão a envolver o mundo numa potente rede de difusão de conteúdos. A irreversível rapidez das mudanças económicas está a modificar as relações sociais em todas as áreas e não parece que vá parar nas portas da escola. A suposta centralidade do conhecimento como variável directamente produtiva, que configura a chamada ‘economia do conhecimento’, põe as instituições educativas sob a incómoda lupa do mercado. E desde o balcão do mercado se afirma que a escola está obsoleta e que há que rever a função própria da escola, a definição, transmissão e legitimação dos conhecimentos socialmente considerados relevantes”.

Comentando as afirmações de Caivano, Martínez (2000) considera que elas nos colocam perante duas evidências, em relação às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na educação:

- A primeira é a de que as TIC “vieram para ficar”. O mundo económico, uma grande parte dos cientistas e os governos apostaram nelas. As políticas públicas mantêm uma certa reserva entre as questões estratégicas para a sua implementação e uso. Tudo está a ser feito

para que passem a fazer parte da vida quotidiana de uma parte importante da população dos nossos países e, conseqüentemente, da sua educação.

- A segunda está ligada à profusão de estudos sobre a utilização das TIC nos processos educativos e que têm vindo a mostrar a (lenta) integração das mesmas, a nível administrativo e pedagógico dos sistemas educativos, não ajudando a alterar a ideia de que “...a escola é uma instituição envelhecida numa sociedade moderna e em contínua mudança” (Caivano, 2000).

2.2.1. *Exigências da Sociedade da Informação para o séc. XXI: implicações educativas*

“As sucessivas transformações sociais, culturais, económicas e científicas que têm perpassado o mundo contemporâneo, associadas a um desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação sem precedentes, envolveram-nos rapidamente num complexo processo de transformação que tem interferido, de forma significativa, nos modos como nos organizamos, como agimos, como nos relacionamos e como vivemos” (Morgado *et al.*, 2004, p.87).

Inevitavelmente, este quadro de transformações reflecte-se na escola, instituição a quem incumbe a formação dos cidadãos. A rapidez com que o conhecimento se produz e/ou se torna obsoleto veio colocar novos problemas à escola e às aprendizagens que proporciona. Em vez de uma formação inicial limitada a conferir a cada indivíduo uma bagagem de conhecimentos da qual possa dispor ao longo da vida, tem-se tornado evidente a necessidade de desenvolver uma atitude de permanente aprendizagem (Marcelo, 2002, *in* Morgado e Carvalho, 2004, p.90).

As escolas, devido a toda a evolução tecnológica, vêm-se na contingência de terem de aprender a tirar partido das redes de circulação de conhecimento (Rodrigues, 1999) e a preparar os alunos para, tanto a nível formal como informal, poderem construir conhecimentos e actualizar permanentemente as suas competências.

Um dos primeiros imperativos da generalidade dos sistemas educativos contemporâneos reside no conceito de “aprendizagem ao longo da vida”, propósito este que surge claramente expresso no “Livro Verde para a Sociedade da Informação”, em Portugal, quando se afirma:

“O conceito de educação deve (...) evoluir passando as fronteiras do espaço e do tempo ao longo do qual o aluno faz o seu percurso de escolarização, passando pelos diferentes níveis de ensino do sistema educativo, para dar

lugar a um processo de aprendizagem durante toda a vida, isto é, facultando a cada indivíduo a capacidade de saber conduzir o seu destino, num mundo onde a rapidez das mudanças se conjuga com o fenómeno da globalização” (Missão para a Sociedade de Informação, 1997, p.33).

É no entanto necessário ter em atenção a exclusão social à qual a utilização das novas tecnologias pode conduzir (Morgado e Carvalho, 2004, p.92). Se não for possível a cada indivíduo obter aptidões necessárias para integrar as TIC na sua vida quotidiana, corremos o risco de “bipolarização da sociedade entre os info-ricos e os info-pobres, os que têm acesso à Sociedade de Informação e os que não têm e que, por esse motivo, sofrem uma significativa deterioração da qualidade de vida” (Missão para a Sociedade de Informação, 1997, p.75).

Muito do que se passa ao nível das escolas resulta da forma como estas instituições se organizam, do modelo de ensino que partilham e do currículo que desenvolvem. Destes aspectos depende a sua capacidade de resposta aos desafios que a sociedade lhe vem colocando. Sendo o currículo o pano de fundo do fenómeno educativo, qualquer mudança do foro educacional apela, de forma inevitável, a uma mudança de teor curricular. Este passa a ser visto como um corpo de aprendizagens que todos devem concretizar na escola, um conjunto de oportunidades de desenvolvimento pessoal, um espaço integrador e diferencial, uma construção dinâmica que deve resultar da participação de todos os intervenientes no processo educativo, mais do que um conjunto de conteúdos disciplinares fragmentados (Morgado, 2000).

Para Morgado e Carvalho (2004, p.94) “não restam dúvidas de que as vivências e as oportunidades formativas que a escola proporciona aos alunos, sobretudo ao longo da escolaridade básica, serão determinantes para a sua plena realização pessoal e social e posterior capacidade de aprendizagem”.

A “literacia informática” é hoje um imperativo das sociedades modernas, facto que se reflecte no diploma de “Competências Básicas em Tecnologias de Informação”, no qual se destaca a utilização do processador de texto, do correio electrónico e da pesquisa na World Wide Web. Competências que vêm contribuir para ultrapassar o “limiar mínimo de literacia informática”, enunciado no “Livro Verde para a Sociedade da Informação” (Missão para a Sociedade de Informação, 1997, p.75). Podemos afirmar que as tecnologias de informação podem facilitar a construção do conhecimento.

As TIC, ao integrarem a interactividade, contribuíram para que surgisse um novo modelo de comunicação, distinto do modelo unidireccional (que instigava, essencialmente, o utilizador a um papel passivo e de espectador), um modelo que exige sujeitos activos e intervenientes, que interajam com a informação e que sejam “eles próprios fontes de informação” (Marques, 1998, p.12).

2.2.2. As Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação e os novos papéis dos professores

Vários estudos realizados no domínio da cooperação e da competitividade (Johnson e Johnson, 1985) e no domínio da aprendizagem cooperativa (Slavin, 1995) têm demonstrado que “o trabalho cooperativo se revela como uma componente eficaz e se traduz numa melhoria de resultados no plano das realizações académicas e das interações pessoais e sociais dos aprendentes, num aumento da sua auto-estima, numa maior aceitação do outro e no reforço das relações de amizade, contribuindo ainda para um apurar do sentido crítico dos que nele participam” (Morgado, 2001, p.48).

Sabemos que durante muito tempo, em resultado do modelo educativo vigente, a aquisição de saberes era a preocupação dominante, onde o recurso a metodologias expositivas era a prática mais corrente.

Hoje em dia o professor passou a ter um papel de orientador da aprendizagem.

A revolução das telecomunicações terá sido um dos factores que mais contribuiu para a mudança do papel do professor. Ao facilitar o acesso à informação e ao esbater “os limites entre a aprendizagem realizada dentro e fora da escola, acabou por debilitar o papel dos professores enquanto ‘especialistas detentores de conhecimento’, exigindo que se tornem conselheiros da aprendizagem, especializados em processos de aprendizagem” (Morgado, 2004, p.108).

“Os professores podem usufruir dos benefícios das tecnologias, sobretudo se lhes reconhecerem utilidade e as utilizarem como um meio para poderem reinventar a cultura da escola” (Morgado, 2004, p.110).

O grupo “Missão para a Sociedade da Informação” atribui uma grande e importante responsabilidade aos professores, ao assinalar que “devem despertar a curiosidade, desenvolver a autonomia, estimular o rigor intelectual e criar as condições necessárias para o sucesso da educação formal e da educação permanente” (MSI, 1997, p.35).

A este propósito, o relatório elaborado por Becker e Andersen (1999) citado por Ponte (2000, p.76) refere que são os professores mais empenhados pedagogicamente os que mais usam a Internet na sala de aula, procurando usar métodos inovadores para suscitar a aprendizagem dos alunos. Mais complicado do que aprender a usar este ou aquele programa é encontrar formas produtivas e viáveis de integrar as TIC no processo de ensino-aprendizagem, no quadro dos currículos actuais e dentro dos condicionalismos existentes em cada escola.

A relação professor-aluno pode ser profundamente alterada pelo uso das TIC, em especial se estas forem utilizadas intensamente. Professor e aluno passam a ser parceiros de um mesmo processo de construção do conhecimento, vendo os professores a sua responsabilidade aumentar. Os professores têm de mudar a sua forma de agir. De (re)transmissores de conteúdos, devem passar a ser co-aprendentes com os seus alunos, com os seus colegas, com outros actores educativos e com elementos da comunidade em geral. Este deslocamento da ênfase essencial da actividade educativa - da transmissão de saberes para a (co)aprendizagem permanente - é uma das consequências fundamentais da nova ordem social, potenciada pelas TIC, e constitui uma revolução educativa de longo alcance. (Ponte, 2000; González, 1995).

As novas tecnologias de informação e telecomunicações (NTIT) possibilitam a criação de um novo espaço social para as inter-relações humanas que Echeverría (2000) denomina de «terceiro entorno» (E3), para o distinguir dos entornos naturais (E1) e urbanos (E2). A emergência do terceiro entorno (E3) tem particular importância para a educação por três grandes motivos. Em primeiro lugar, porque possibilita novos processos de aprendizagem e transmissão do conhecimento, através de redes telemáticas. Em segundo lugar, porque, para ser activo no novo espaço social, requerem-se novos conhecimentos e destrezas que deverão ser aprendidos/ensinados nos processos educativos. Em terceiro lugar, porque adaptar a escola, a universidade e a formação ao novo espaço social requer criar um novo sistema de centros educativos, à distância e em rede, assim como novos cenários, instrumentos e métodos para o processo educativo. Por estas razões básicas, é necessário reformular profundamente a organização das actividades educativas, implementando um novo sistema educativo no “terceiro entorno”.

O novo espaço social tem uma estrutura própria à qual é necessário que nos adaptemos. O espaço telemático, cujo melhor expoente actual é a rede Internet, não é presencial mas sim representacional, não é proximal mas sim distal, não é síncronico mas

sim multicrónico e não se baseia em recintos espaciais com interior, fronteira e exterior, mas depende de redes electrónicas cujos nós de interacção podem estar disseminados por diversos países. Destas e doutras propriedades dependem mudanças importantes para as inter-relações entre os seres humanos e em particular para os processos educativos. O “terceiro entorno” (Echeverría, 2000) não é apenas um novo meio de informação mas também um espaço para a interacção, a memorização, o entretenimento e a expressão de emoções e sentimentos. Por tudo isto, é considerado um novo espaço social e não apenas um meio de informação e comunicação. Para que se possa requerer um maior grau de competência para actuar eficientemente no terceiro entorno, é necessário desenhar novos cenários e acções educativas, ou seja, é necessário propor uma política educativa específica.

Não tem sido fácil para as tecnologias afirmar a sua posição dentro da escola. O surgimento destas tecnologias levou a formular questões relacionadas com as novas oportunidades que elas podem oferecer para o trabalho educativo. De que modo as TIC alteram, ou podem alterar a natureza dos objectivos educacionais visados pela escola? De que modo alteram as relações entre os alunos e o saber? De que modo alteram as relações entre os alunos e os professores? De que modo alteram a forma como os professores vivem a sua profissão? A emergência da sociedade de informação requer ou não uma nova pedagogia?

Por isso, antes de aplicar as novas tecnologias à educação, há que desenhar novos cenários educativos, através dos quais os estudantes possam aprender a mover-se e a intervir no novo espaço. “O acesso universal a esses cenários e a capacitação para utilizar de forma competente as novas tecnologias convertem-se em duas novas exigências emanadas do direito de qualquer ser humano poder receber uma educação adequada ao mundo em que vive” (Echeverría, 2000, p.19).

Podemos dizer que a Internet tem uma dimensão social, permitindo fundar comunidades reais, no sentido em que existe interactividade entre os indivíduos, mas também virtuais, na medida em que não existe presença física.

Não restam dúvidas de que a produção de conhecimentos em rede promove a heterogeneidade porque faz convergir a multiplicidade de competências e experiências para a resolução de um problema. A reflexibilidade aparece como o elemento de coerência aglutinadora, gerando o salto qualitativo do somatório de inteligências para a inteligência colectiva (Lévy, 1997).

“As TIC são tecnologias tanto cognitivas como sociais, uma vez que o ciberespaço não é apenas um repositório de informação mas também um lugar propiciador da dinâmica social, em que a própria informação perde o seu carácter estático e adquire uma dinâmica de mudança constante” (Ponte, 2000, p.70). Desta forma, vemos que as TIC alteram por completo o nosso ecossistema cognitivo e social. O indivíduo é levado a empreender um processo de adaptação e reestruturação da sua rede relacional e cognitiva.

Em jeito de conclusão, podemos referir que as TIC e o ciberespaço, como um novo espaço pedagógico, oferecem grandes possibilidades e desafios para a actividade cognitiva, afectiva e social dos alunos e dos professores de todos os níveis de ensino, desde o Jardim-de-Infância à Universidade. Mas para que isso se concretize é preciso olhá-los de uma nova perspectiva. Até aqui, os computadores e a Internet têm sido vistos sobretudo como fontes de informação. Além disso, alunos, professores e computadores têm sido localizados quase exclusivamente nas salas de aula. Chegou a altura de alargar os horizontes (Ponte, 2000).

A capacidade crítica em relação às tecnologias pressupõe intimidade com as próprias tecnologias. O desafio é usar plenamente a tecnologia sem se deixar deslumbrar, consumir criticamente, produzir criticamente, interagir criticamente, estimular a crítica das tecnologias e dos seus produtos.

O problema com que nos defrontamos não é o simples domínio instrumental da técnica para continuarmos a fazer as mesmas coisas, com os mesmos propósitos e objectivos, apenas de uma forma um pouco diferente. “O problema é levar a escola a contribuir para uma nova forma de humanidade, onde a tecnologia está fortemente presente e faz parte do quotidiano, sem que isso signifique submissão à tecnologia” (Ponte, 2000, p.87).

As TIC podem contribuir de modo decisivo para mudar a escola e o seu papel na sociedade. A escola pode passar a ser um lugar de exploração de culturas, de realização de projectos de investigação e debate. No entanto, não nos podemos esquecer de que a maioria dos professores são analfabetos funcionais no novo espaço social, e que a didáctica do terceiro entorno ainda nem sequer deu os primeiros passos. Atendendo a que o terceiro entorno tem uma estrutura espacial muito distinta, para além de novos ambientes, é necessário que também os agentes, os conteúdos, os métodos educativos e a organização dos centros mudem.

Léon (2000) propõe um modelo de ensino que permite a cada aluno desenvolver as suas capacidades consoante o seu potencial, aproveitando as facilidades diferenciadas da tecnologia de ensino. Neste modelo de ensino procura-se que cada aluno atinja os objectivos mínimos do currículo básico sendo criado um clima cooperativo e democrático, no qual professores e alunos desempenham os papéis de aprendizes, docentes e membros de uma equipa de trabalho. Para tal, os directores e professores devem organizar o currículo, para que seja integrador e interdisciplinar.

Toda a técnica nova tem o seu tempo de apropriação, até ser utilizada com desenvoltura e naturalidade. No caso das TIC, este processo envolve duas facetas que não se podem confundir: a tecnológica e a pedagógica. Para que as transformações educativas possam acontecer é necessário um amplo acesso às TIC e um empenhamento dos professores como agentes educativos.

2.2.3. *Software educativo na aprendizagem*

Começamos por abordar o conceito de software e de software educativo para mais adiante neste capítulo nos centrarmos nos componentes do software educativo multimédia.

Ao escolher um software para apoiar uma actividade curricular, o professor conta com vários tipos que podem ser usados para atingir a aprendizagem de conteúdos, para o desenvolvimento de competências e de pensamento crítico.

Squires e McDougall (1994, p.50) consideram duas grandes divisões no que diz respeito à definição de software, software genérico e software específico, definindo-os como se segue:

- *Software genérico* - Utilizável em qualquer disciplina ou em outras actividades não educativas. São exemplos deste tipo de produtos: os processadores de texto, as folhas de cálculo, etc.
- *Software específico* - Como o nome indica, trata-se de um tipo de software concebido com a finalidade de ser usado no ensino e, nomeadamente, na aprendizagem de temas concretos. São exemplo deste tipo de produtos: os programas de simulação usados no ensino de temas de ciência, de prática de idiomas, de exercícios de matemática, etc.

Partindo da divisão de software estabelecida pelos autores anteriormente mencionados, várias abordagens têm surgido para classificar o software educativo.

Ramos (1998) sugere que se considere software educativo aqueles suportes lógicos, especificamente concebidos e destinados a serem utilizados em situações educativas e que se usem como expressões equivalentes a “programas informáticos educativos” ou, em forma mais abreviada, “programas educativos” (*in* SACAUSEF, 2005, p.25).

Também Marcelino e Mendes (1994) definem programa educativo, como qualquer programa de computador que possa apoiar o processo de ensino-aprendizagem, desde que tenha sido especificamente concebido para tal fim, com objectivos pedagógico-didáticos subjacentes.

No entanto, Vieira (1999) considera que qualquer software que se proponha ser educativo, deve oferecer um ambiente interactivo que proporcione ao utilizador investigar, levantar hipóteses, testá-las e refinar as suas ideias iniciais, pois dessa forma o utilizador construirá o seu próprio conhecimento.

As posições apresentadas cingem-se a duas perspectivas:

- a) O software é educativo por ter sido concebido para esse efeito;
- b) É educativo pelo uso que lhe é dado.

A questão da qualidade para as aplicações tecnológicas, quer sejam especificamente educativas ou não, chama a atenção para um conjunto de considerações. Estas “dimensões de qualidade são, por um lado intrínsecas aos materiais e, por outro, dependem do uso que lhe é dado” (Ramos *et al.*, 2005, p.26). Sobre este aspecto, Marqués (1996) considera como características essenciais dos programas educativos¹ os seguintes aspectos (p.120): são materiais elaborados com uma finalidade didáctica; utilizam o computador; são interactivos; individualizam o trabalho dos alunos; são fáceis de usar. Para este autor, os programas podem realizar as seguintes funções: função informativa; função instrutiva; função motivadora; função avaliadora; função investigadora; função expressiva; função metalinguística; função lúdica; e função inovadora. O autor considera que o software educativo apresenta múltiplas vantagens, mas o seu uso também traz algumas desvantagens estando umas e outras sintetizadas no quadro 2.1.

(1) Mantivemos a expressão do autor “programa educativo”, embora neste contexto seja sinónimo de software educativo.

Quadro 2.1- Vantagens e desvantagens do uso do software educativo, segundo Marqués (1996, p.133-134).

<i>Vantagens do uso do software educativo</i>	<i>Desvantagens do uso do software educativo</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Motivação; • Contínua actividade intelectual; • Desenvolvimento da iniciativa; • Aprendizagem a partir dos erros; • Actividades cooperativas; • Alto grau de interdisciplinaridade; • Individualização; • Libertam o professor de trabalhos repetitivos; • Contacto com as Novas Tecnologias; • Em Educação Especial; • Bons gráficos dinâmicos e interactivos; • Proporciona instrumentos intelectuais para o processamento da informação; • Acesso a base de dados; • Bom meio de investigação didáctica; • Os alunos aprendem mais em menos tempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diálogos demasiado rígidos; • Inconvenientes no que respeita a outras actividades da aula; • Aprendizagens incompletas e superficiais; • Desenvolvimento de estratégias de mínimo esforço; • Ansiedade; • Isolamento.

Têm surgido outras classificações, procurando discriminar com maior detalhe a utilização do software sendo referido tipos de software educativo e suas funções.

Valente (1998) e Vieira (1999) propõem categorias de acordo com os objectivos pedagógicos do software educativo: tutoriais, programáticos, aplicativos, exercícios e práticas, multimédia e Internet, simulação e modelagem e jogos.

Santos (2003, p.59), aproveitando a tipologia estabelecida por Valente (1998) e Vieira (1999), sintetizou-a no quadro que a seguir se apresenta, conjugando-a com as ideias de Self (s/d) sobre classificação do software educativo segundo a sua função.

Quadro 2.2 - Classificação do software educativo segundo a sua função (Santos, 2003, p59)

TIPOLOGIA SEGUNDO VALENTE (1998) E VIEIRA (1999)	FUNÇÃO SEGUNDO J. SELF (s/d)	EXEMPLOS RELACIONADOS COM A FUNÇÃO SEGUNDO J.SELF
Jogos	Promover a motivação	Jogos de aventuras, jogos de computador
Simulações, modelagem	Despertar estímulos novos	Programas que “imitam” o mundo real: versões informáticas de jogos de resolução de problemas; jogos de aventuras que representam actividades do mundo real, por exemplo, escavações arqueológicas; simulações de fenómenos científicos, condução de automóveis, etc.
Exercícios e práticas	Activar a resposta dos alunos	Programas que colocam problemas novos aos alunos, por exemplo, estimar o ângulo adequado de uma bola num jogo de snooker.
Multimédia e Internet	Proporcionar informação	Exercícios, programas de aprendizagem dirigida, programas de manipulação de informação e linguagens de consulta.
Exercícios e práticas	Estimular a prática	Exercícios
Tutoriais	Estabelecer a sucessão de aprendizagens	Programas tutoriais
Aplicativos, programação	Proporcionar recursos	Programas que carecem de modos previamente definidos de utilização.

Para Valente (1998) e Vieira (1999), o software educativo pode ainda ser classificado segundo a aprendizagem que promovem em:

- *Sequencial* - A preocupação é só transferir a informação; o objectivo do ensino é apresentar o conteúdo para o aluno que por sua vez deverá memorizá-lo e repeti-lo quando for solicitado. Esse tipo de software leva a um aluno passivo.
- *Relacional* - Objectiva a aquisição de determinadas habilidades, permitindo que o aluno estabeleça relações com outros factos ou outras fontes de informação. A ênfase é dada ao aluno e a aprendizagem processa-se somente com a interacção do aluno com a tecnologia. Esse tipo de software leva a um aluno isolado.
- *Criativo* - Associado a criação de novos esquemas mentais, possibilita a interacção entre pessoas e tecnologias, compartilhando objectivos comuns. Esse tipo de software leva a um aluno participativo.

A revista SACAUSEF (Sistema de Avaliação, Certificação e Apoio à Utilização de Software para a Educação e a Formação) também apresenta, no seu primeiro número a seguinte classificação de software educativo (2005, p.90):

- *Obras de referência* – programa que contém informação/conteúdo de carácter geral e que pode ter uso educativo em diferentes contextos e situações de aprendizagem, em especial como elemento de consulta, como sejam uma enciclopédia, um atlas, ou um dicionário.
- *Tutorial* – programa que inclui percurso pré-programado de aprendizagem linear ou ramificado.
- *Ferramenta ou ambiente de autor* – programa que se apresenta vazio de conteúdo e que dispõe de ferramentas próprias para a criação/construção de conteúdo diverso.
- *Livro electrónico* - programa que contém/reproduz em formato de apresentação, conteúdos específicos de uma determinada área ou tópico. Inclui obras temáticas, sobre o património histórico, literário e natural, *living books*, etc.
- *Exercícios de prática e jogos* – programa que inclui exercícios de prática repetitiva, quase sempre em formato de jogo, acerca de conceitos e tópicos específicos. Pode incluir mecanismos de feedback (pontuação, por exemplo) indicações para ultrapassar erros, registos do progresso do aluno, etc.
- *Simulações* – programas que permitem ao utilizador manipular variáveis correspondentes a fenómenos, de acordo com um conjunto de regras pré-programadas.

Pela análise destes estudos é indiscutível que as potencialidades do software educativo são grandes, incluindo melhorias a nível de aptidões motoras, desenvolvimento do pensamento matemático e pensamento crítico, promoção da criatividade e de resolução de problemas (Haugland, 1992 e 2000).

2.3. Integração do Software Educativo na Didáctica das Ciências

Neste ponto, faremos uma abordagem ao desenvolvimento da Didáctica das Ciências, referindo, posteriormente, a integração dos multimédia nesta disciplina.

2.3.1. O desenvolvimento da Didáctica das Ciências: factores de influência e implicações para o ensino

Ao olharmos para a “história”, ainda que recente, da Didáctica das Ciências não podemos deixar de ter em consideração “tradições docentes e sociais muito enraizadas, que consideram o ensino como uma tarefa simples, para a qual basta conhecer a matéria, ter alguma prática docente, e adquirir alguns conhecimentos ‘pedagógicos’ de carácter geral” (Gil *et al.*, 2000,p.14).

O desenvolvimento da Didáctica das Ciências tornou-se de extrema importância, uma vez que foi dada, desde há décadas, especial importância à educação científica (Dewey, 1916; Langevin, 1926), importância essa que tem vindo a crescer e sobre a qual se tem verificado uma mudança qualitativa.

Através da revisão da literatura feita, foi possível verificar que a Didáctica das Ciências foi algumas vezes confundida e misturada com a Psicologia da Educação (Gil *et al.*, 2000), mas os próprios psicólogos da educação chegaram à conclusão de que não se pode falar da “aprendizagem” ou do “conhecimento” em geral (Carretero, 1987), ignorando o papel central dos conteúdos no processo de ensino-aprendizagem (Shulman, 1987).

Hoje em dia, a Didáctica das Ciências constitui um domínio específico de investigação e conhecimento, e o seu desenvolvimento está estreitamente ligado à possibilidade de enriquecimento da actividade docente e de uma aprendizagem mais estimulante e satisfatória.

Dois factores contribuíram para a afirmação da Didáctica das Ciências como campo disciplinar autónomo. O primeiro, tem a ver com o desenvolvimento do designado “paradigma construtivista”; o segundo, fortemente ligado ao primeiro, com a investigação sobre “concepções alternativas” (Driver, 1983), ou “representações” (Viennot, 1979), dos alunos nas mais diversas áreas científicas.

O “paradigma construtivista” representa um esforço de integração entre novas correntes epistemológicas, relativas à natureza e evolução do conhecimento científico e visões psicológicas de aprendizagem (Shuell, 1986). Na dimensão epistemológica, assinalam-se as posições oriundas de filósofos integrados na designada Nova Filosofia da Ciência onde se destacam nomes como Popper, Kuhn, Lakatos e Toulmin, entre outros

(Abimbola, 1983). No que respeita à dimensão psicológica, ganha relevo o amplo movimento cognitivista-constructivista, influenciado principalmente por teorias de processamento de informação (Rumelhart e Norman, 1981) e pelas ideias de autores como Piaget, Vygotsky e Ausubel (Pozo e Gómez Crespo, 1998).

Todas estas contribuições teóricas, divergentes em muitos aspectos, convergem no reconhecimento de cada ser humano como um processador activo de informação, com a capacidade de (re)construir os seus próprios conhecimentos, através de uma actividade que é criativa, racional e emocional (Driver e Oldham, 1995).

A aprendizagem pode ser explicada, nesta perspectiva, por uma série de ideias chave de que se destacam:

- 1- O sujeito interpreta a sua experiência desde os seus próprios conhecimentos e é, definitivamente, o protagonista activo da sua aprendizagem. Toda a mudança na organização cognitiva é uma construção pessoal do aluno, a partir de experiências de aprendizagem, nas quais mobiliza as suas capacidades e as amplia. Nesta construção, o professor pode e deve guiar a aprendizagem do aluno, mas é este que, em última análise, estabelece as relações, interpreta e constrói activamente os significados.
- 2- A construção do conhecimento na sala de aula é um processo social e partilhado. A aprendizagem é um processo social em dois sentidos, no sentido de que se aprende interagindo socialmente e no sentido de que os conteúdos e conhecimentos que aprendemos foram construídos socialmente por outros indivíduos e culturas e acumulados através da história.
- 3- O contexto influencia a construção do conhecimento e das capacidades dos alunos porque dá sentido à experiência e guarda relação com os significados que se geram nele. A construção do conhecimento mantém uma estreita relação com o contexto sócio-cultural no qual tem lugar, já que o sentido é uma qualidade da relação do sujeito com o contexto (Rodrigo *et al.*, 2000).

O paradigma constructivista, ao defender a importância do conhecimento prévio na construção de novos conhecimentos, vem dar suporte teórico a uma das linhas de investigação mais produtivas em educação, que se designa por Movimento das Concepções Alternativas (MCA). Efectivamente, numerosos estudos (Driver, 1985), entre os quais os de investigadores portugueses (Duarte, 1993; Leite, 1993; Santos, 1998, entre outros),

vieram revelar que as crianças constroem acerca do mundo que as rodeia diversas crenças, convicções e expectativas, mesmo antes de terem recebido qualquer educação formal. Demonstram, também, que estas crenças, denominadas como “concepções alternativas” (Driver, 1989), entre outras muitas designações, são extremamente resistentes à mudança e interferem activamente com todo o processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Santos (1998), estas concepções são representações pessoais que as crianças trazem para a escola, “como construções internas de carácter provisório, mas necessárias ao processo de construção do conhecimento e não simples peças de desinformação” (p.95).

Começa, deste modo, a receber uma progressiva atenção o conhecimento que o aluno traz para a situação de ensino-aprendizagem e a necessidade de o professor o ter em conta na sua acção pedagógica. Como assinalam Osborne e Freyberg (1991, p.2): “Tal como um médico diagnostica a causa de um sintoma antes de tentar aliviá-lo, assim o professor necessita diagnosticar os pontos de vista dos seus alunos antes de decidir pôr mãos à obra para os transformar em pontos de vista melhor aceites cientificamente”.

Como resposta aos resultados fruto do MCA, que de forma inequívoca apontam para a existência/persistência de concepções alternativas mesmo em alunos que tinham percorrido com sucesso todo o percurso escolar, surgem propostas de ensino que visam facilitar a mudança conceptual (por ex.: West e Pines, 1985).

Esta perspectiva de ensino evolui posteriormente para perspectivas como a de ensino por investigação (Gil, 1998) e de ensino por pesquisa (Cachapuz, 2000), mais centradas numa visão externalista da ciência e onde se preconiza o desenvolvimento de actividades promotoras de aprendizagem.

Ensina-se e aprende-se através de actividades, pelo que, em toda a planificação didáctica, os critérios para a selecção e sequenciação destas são muito importantes. São as actividades que possibilitam aos alunos aceder a conhecimentos que por si só não chegariam a ser adquiridos. Assim, autores como Driver e Oldham (1995), Gil *et al.* (2000) e Sanmarti (2000), defendem que o currículo deverá ser mais uma sequência de actividades do que uma lista de conteúdos e objectivos, uma vez que muitos dos objectivos de ensino derivam das actividades seleccionadas e não o contrário.

Não é uma actividade concreta que possibilita aprender, mas sim o processo desenhado, ou seja, o conjunto de actividades organizadas e sequenciadas que possibilitam um fluxo de interacções com e entre o(s) aluno(s) (Fig. 2.1). A actividade não tem a função de promover

um determinado conhecimento, como se este se pudesse transmitir em partes, mas sim a de permitir criar situações propícias para que os alunos actuem (a nível manipulativo e de pensamento) e para que as suas ideias evoluam em função da sua situação pessoal (pontos de partida, atitudes, estilos de aprendizagem, etc.).

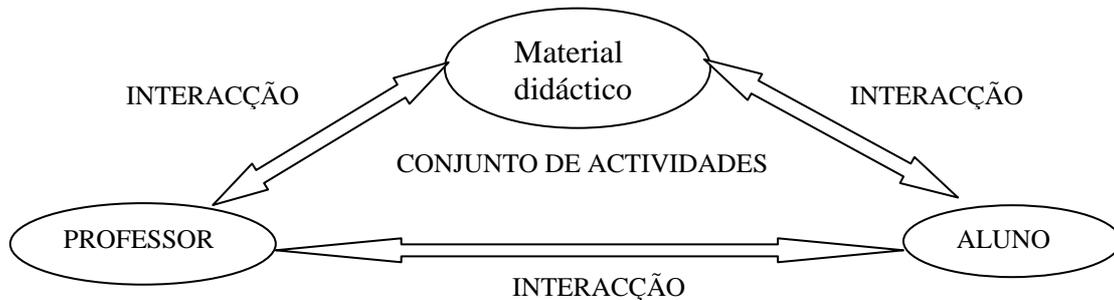


Fig. 2.1- Interações que se promovem ao realizar actividades, segundo Sanmarti (2000, p.254).

Com base nos pressupostos construtivistas, existem diversas propostas que conferem diferentes finalidades didáticas às actividades de ensino (Astolfi e Peterfalvi, 1997; Pozo e Gómez Crespo, 1998), nomeadamente: a de estimular o conflito cognitivo e a mudança conceptual; a de promover uma visão adequada da natureza da ciência, a partir da investigação; a de facilitar a reorganização do conhecimento.

Se quisermos que todos os alunos aprendam, não se pode cair na rotina, nem na aplicação mecanicista de livros de texto ou similares. Devemos estar sempre dispostos a inovar e a investigar novas formas de trabalho. Não se deve confundir a inovação com experimentar novas actividades ao acaso. As mudanças no ensino deveriam basear-se nos resultados da investigação em didáctica das ciências já que, caso contrário, “a inovação poderá reduzir-se à realização de actividades que já se mostraram ineficazes e inúteis” (Sanmarti, 2000, p.263).

Contudo, apesar do avanço verificado ao nível das propostas teóricas, muito do ensino das ciências ainda se afasta da perspectiva construtivista. Rodrigo *et al.* (2000) referem que, em contexto de sala de aula, a aplicação do construtivismo reduz-se, quase exclusivamente, a ter em consideração as ideias dos alunos. Desta forma, as suas concepções adquirem relevância só em determinados momentos do processo, em forma de actividades pontuais de diagnóstico. Por outro lado, os instrumentos de exploração de ideias que normalmente se utilizam estão, muitas vezes, desvinculados da dinâmica da aula.

Contrariamente ao que seria de esperar, “os alunos não têm a possibilidade de participar no controlo e na regulação das actividades que se desenvolvem na sala de aula, já que o seu protagonismo, frequentemente, se reduz a seguir o curso de uma sequência de actividades linear, planificada previamente pelo professor” (Rodrigo *et al.*, 2000, p.96).

Também Garcia e Cubero (1993), com base na análise de projectos e materiais curriculares, consideram que a relevância da concepção construtivista na formulação do conhecimento escolar (“o para quê” e o “que ensinar”) e na avaliação dos processos de ensino e aprendizagem é relativamente pouco frequente ou mesmo ignorada.

Em suma, apesar dos avanços teóricos e empíricos que permitiram o desenvolvimento e a afirmação da Didáctica das Ciências, contribuindo para a formação de “um novo” professor, parece estarmos ainda longe de atingir a situação ideal em que a generalidade dos professores de Ciências beneficie a sua prática com o desenvolvimento da investigação didáctica e se torne, ele próprio, um investigador da sua prática. No entanto, verifica-se que “os professores que já começaram a associar a sua docência à investigação didáctica não só obtêm melhores resultados com os seus alunos como também reconhecem na sua actividade profissional um novo interesse, em termos de abertura e criatividade” (Gil *et al.*, 2000, p.22). Mas esta atitude exige mudanças profundas na concepção social da actividade docente, mudanças que são sempre lentas.

2.3.2. A integração das TIC na Didáctica das Ciências

Na evolução da Didáctica das Ciências, abordada no ponto anterior, não se pode deixar de integrar a utilização das novas tecnologias no ensino, tendo em consideração que um dos objectivos básicos da educação é “a preparação dos adolescentes para serem cidadãos de uma sociedade plural, democrática e tecnologicamente avançada” (Gil *et al.*, 2000, p.26). A introdução das TIC na educação em ciências, quer como conteúdo curricular quer como meio didáctico, é hoje uma realidade em muitos Sistemas Educativos, incluindo o Sistema Educativo Português, e merece o reconhecimento de grande parte dos investigadores (ver a este propósito o “International Handbook in Science Education”, 1998, que lhe dedica toda uma secção).

São bem conhecidas as possibilidades que as TIC oferecem para armazenar, obter informação e compará-la, para proporcionar rápida retroalimentação, para simular e

visualizar situações (Lowe, 1996) ou, por outra ordem de ideias, para estimular o interesse que estes meios despertam nos alunos (Barberá e Sanjosé, 1990; Songer, 1998).

Por outras palavras, não podemos ignorar os meios tecnológicos e de informação que se encontram ao nosso alcance e que podem ajudar na reestruturação das concepções dos alunos, criando ambientes favoráveis, agradáveis e actuais, nos quais as ideias pessoais destes sejam valorizadas (Claxton, 1987).

Se recuarmos à década de 50, e no campo da utilização do computador em Educação, o ensino programado de Skinner desencadeou a geração dum paradigma de ensino – o ensino assistido por computador que, privilegiando um diálogo reactivo com o aluno, reforçou, paradoxalmente, a natureza unidireccional, clássica, da mensagem pedagógica. Em meados da década de 60, o projecto *Logo*, de Papert, emergiu como o movimento mais representativo de um novo paradigma de ensino – bidireccional ou interactivo, privilegiando ambientes criativos de aprendizagem, caracterizados pelo desenvolvimento de estratégias de ensino flexíveis, em que o aluno, interagindo com o computador, com o professor ou com os outros alunos, procurava executar tarefas de aprendizagem e resolver problemas (Silva, 1998).

Posteriormente, “o considerável aumento da interactividade dos sistemas e da transparência das interfaces permitiu uma crescente aproximação entre o utilizador e o computador, conduzindo a tecnologia ao seu verdadeiro papel de instrumento de trabalho e relegando para plano inferior as preocupações de índole tecnológica” (Silva, 1998, p.2).

A esse propósito, Teodoro (2005) acredita que a visualização no computador poderá ajudar os alunos a significar objectos abstractos. Esta capacidade, possibilitada pelo uso dos computadores, tem sido usada em variados contextos, uma vez que são criadas representações dinâmicas de construções não concretas, fazendo os próprios alunos as simulações para que melhor compreendam o processo.

Também, Carvalho e Struchiner (2004) desenvolveram um estudo, sobre a aplicação de um ambiente construtivista de aprendizagem à distância, concluindo que tanto nos aspectos que dizem respeito ao ambiente de aprendizagem na Internet, como à sua dinâmica e modelo pedagógico, os resultados foram muito positivos. As autoras verificaram que a interactividade, a cooperação e a autonomia, neste tipo de actividades, são fundamentais para a realização de estudos sobre ambientes de aprendizagem à distância mediados pela Internet, uma vez que ficou demonstrada a importância do desenvolvimento destes

elementos como estruturadores, tanto da dinâmica das actividades, como do próprio crescimento dos alunos e dos professores.

Apesar da evolução dos paradigmas de ensino para sistemas interactivos, em que o aluno passa de receptor passivo da mensagem a agente activo da comunicação, enfatizando-se a relação professor-aluno e aluno-aluno, tudo se tem desenvolvido em torno ou a partir do professor como eixo transmissor ou organizador da mensagem pedagógica.

Hoje em dia, é já um lugar comum dizer que o computador, o software educativo e a Internet funcionam como elementos de motivação para o aluno e, conseqüentemente, como um incentivo à descoberta e à aprendizagem. Tão pouco será original, afirmar que a utilização no ensino das TIC contribui para a inovação da prática educativa.

Existem, no entanto, diferenças notáveis na forma de conceber recursos, dependendo do modelo curricular ao qual nos possamos referir. Há modelos que vêem o ensino como um espaço de “saber e conhecimento, e espaço sócio-político no qual o conhecimento se selecciona, legitima e distribui aos sujeitos diferencialmente; e que vêem o professor como um profissional dotado de capacidade de decisão e crítico, capaz de reconstruir a sua própria prática e de aí incluir os meios de comunicação de uma forma criativa” (Blásquez, 1995, p.83).

Blásquez (1995) afirma que se “a função do currículo é facilitar, proporcionar experiências, proporcionar encontros e problemas, dotar o aluno de capacidade de aprendizagem, etc., qualquer momento da intervenção curricular deveria vir definido ou classificado em função dessas virtualidades e, como tal, também a variável ‘recursos’” (p.84). De qualquer forma o currículo é considerado o espaço no qual os meios de comunicação devem ser pensados, construídos, utilizados e avaliados.

Os meios de comunicação em si mesmos, significam muito pouco se não são introduzidos no momento que facilitem algum dos objectivos pretendidos pelo professor, seja informação, reflexão, entretenimento, avaliação, etc., e apareçam devidamente integrados com o resto dos elementos curriculares: conteúdos, estratégias organizativas e actividades. Por esta razão, Blásquez (1995) refere que “um instrumento qualquer passa a ser considerado ‘recurso didáctico’ quando é introduzido em algum momento da intervenção curricular” (p.84). A sua integração depende directamente do professor que é quem o selecciona, insere no momento adequado e pretende com ele obter determinados resultados de aprendizagem nos seus alunos. De qualquer modo, a integração profunda dos

meios de comunicação no currículo e, em especial, das NTIC nas aulas, exige rever uma série de concepções educativas e mudanças significativas nas estratégias metodológicas e nos aspectos organizativos (pessoais e espaciais).

Apesar dos constrangimentos apresentados, são várias as funções atribuídas às TIC com importantes repercussões para a educação.

Zabalza (1985) identifica as seguintes:

- 1- Função inovadora, na medida em que promove interacção;
- 2- Função motivadora, mediante a aproximação da realidade ao aluno e a diversificação das formas de acesso à realidade;
- 3- Função estruturadora da realidade, já que faz uma determinada interpretação da realidade, que é transmitida ao aluno;
- 4- Função mediatizadora, já que estabelece um tipo de relação com o aluno que condiciona as operações mentais promovidas;
- 5- Função operativa, já que facilita e organiza as acções dos alunos;
- 6- Função formativa global, uma vez que cria o seu próprio espaço didáctico.

Uma das peculiaridades do meio informático, com importantes consequências educativas, é o seu carácter simbólico, já que os símbolos sempre remetem para outra realidade, ou seja, ao domínio de referência simbolizado que é objecto de ensino (Kay, 1984).

Segundo Chevallard (1991), a transposição informática está estreitamente ligada ao processo de “transposição didáctica”, entendido como a conversão do saber científico ao saber ensinado.

Neste sentido, Sierra refere-se a “ferramentas cognitivas” nos seguintes termos:

“As ‘ferramentas cognitivas’ são programas informáticos que utilizam a capacidade de controlo do computador, para ampliar, expandir ou enriquecer a cognição humana. Estas ferramentas não ensinam conteúdos conceptuais específicos, no entanto, podem activar destrezas e estratégias relativas à aprendizagem. O aluno pode usar as destrezas activadas para a aquisição auto regulada de outras destrezas ou de novo conhecimento declarativo” (Sierra, 2000, p.343).

Tal como o computador, também o software educativo pode ser considerado como ferramenta cognitiva, podendo ajudar os alunos na sua aprendizagem (Jonassen, 1996):

- como suplemento da memória humana de trabalho limitado, tendo imediatamente disponível grande quantidade de informação;

- fazendo com que a informação relevante aprendida previamente esteja disponível simultaneamente com a nova informação adquirida;
- permitindo recuperar rapidamente informação aprendida previamente, que seja necessária para ajudar na aprendizagem de novos conteúdos específicos, orientando para estruturar, integrar e inter-conectar as novas ideias com as previstas;
- facilitando a auto-comprovação;
- permitindo representar as ideias, tanto verbal como pictórica ou iconicamente;
- facilitando a mudança, consolidação e reestruturação da informação, necessárias para que a base de conhecimentos se amplie.

Em toda a situação de aprendizagem tem lugar um processo complexo de comunicação de informação diversa, na qual professor e aluno trocam de papéis entre emissor e receptor, independentemente do canal utilizado. Quando se introduz uma ferramenta no contexto escolar, não só muda o canal de comunicação entre professor e aluno como também, dependendo da actividade planeada pelo professor, essa ferramenta pode assumir funções de emissor e receptor, o que condiciona os papéis a desempenhar pelo professor e pelo aluno. Daí que se tenha difundido o termo mais global de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) em substituição do termo mais tradicional, Informática.

A integração do software educativo em contexto de sala de aula, tal como acontece com o computador, não é um processo trivial no qual apenas basta a sua presença física, já que ele influencia o processo de comunicação. O professor é quem se deve encarregar de conferir ao software educativo a função comunicadora mais apropriada, através de actividades cuidadosamente planificadas, segundo os objectivos didácticos, os conteúdos da disciplina e a metodologia de trabalho (Sierra, 2000).

Quando o professor introduz uma determinada ferramenta, numa actividade de sala de aula, está a articular, de forma implícita, vários conhecimentos, como sendo conhecimentos de tecnologia educativa, de ciências da educação e da disciplina a leccionar (Sierra, 2000).

No entanto, numa perspectiva um pouco mais flexível, Jonassen e Hannum (1987) consideram que o êxito do desenvolvimento de um programa educativo depende tanto da experiência e intuição pessoal do programador como do domínio de certas técnicas, o mesmo acontecendo com a concepção de software educativo. Por isso, se torna difícil projectar princípios de realização de materiais educativos no software instrucional.

Em suma, a relação entre a educação científica e as transformações científico-tecnológicas aparece assim como uma relação complexa que abre perspectivas para o

desenvolvimento dos povos, mas também apresenta alguns perigos, aos quais temos que fazer frente.

“Os media em geral são suportes de códigos que permitem interagir com uma determinada forma de referir, organizar e representar a realidade. Isso é o que mais interessa dos meios de comunicação, o modo de construção e o sistema de símbolos utilizado (códigos icónicos, linguísticos, etc...) que passam a fazer parte da capacidade cognitiva do aluno, para além das mensagens que recebeu” (Blásquez, 1995, p. 81-82).

Seguindo a ideia de Blásquez (1995) compreende-se então que as Tecnologias de Informação e Comunicação tenham que chegar à escola e centros educativos podendo ser levada a cabo em três etapas (UNESCO, 1994):

1ª Etapa: O computador é introduzido como uma nova utilidade educativa, convertendo-se em objecto de estudo;

2ª Etapa: O valor das TIC como recurso educativo começa a ser apreciado e desenvolvido. Como consequência, as TIC convertem-se num conteúdo transversal do currículo;

3ª Etapa: As TIC influenciam os conteúdos e os objectivos de ensino, assim como a metodologia e o sistema de ensino.

Se é certo que muitas escolas ainda não saíram da 1ª etapa, uma vez que ao quererem introduzir as TIC na prática docente depararam com alguns problemas - obstáculos físicos; obstáculos curriculares; carência de suporte técnico; atitudes dos professores; inadequação de alguns programas informáticos a uma realidade escolar concreta; insuficiente cooperação entre as escolas, centros educativos e a indústria informática; coexistência dos meios informáticos com os recursos didácticos tradicionais, o caminho para as outras etapas começa a ser feito. É algum desse “caminho” que procuramos apresentar a seguir.

2.4. Software Educativo Multimédia

Os multimédia ou documentos multimédia, comercialmente designados por software educativo multimédia, “ao integrarem num mesmo documento animação, som, vídeo e texto e incentivando o utilizador a um papel activo, criam condições para uma

aprendizagem individual, autónoma e centrada na construção contínua do conhecimento à medida que o utilizador vai explorando esses ambientes” (Carvalho, 2004, p.10).

“O papel do utilizador num documento multimédia é dinamizado pela interactividade que o documento permite, tendo o sujeito um papel activo na selecção do que quer ver e responsabilidade na procura de informação, ou seja, na sua própria aprendizagem” (Carvalho, 2004, p.15).

Mayer (2001) para além de referir os formatos (texto, som, vídeo e animação) no conceito de multimédia, considera também os sentidos implicados na recepção da mensagem, ou seja, considera que o receptor tem que ter dois ou mais sentidos envolvidos na descodificação da mensagem.

A utilização multiformato para representar o conhecimento tem sido referida por especialistas de diferentes áreas do saber como sendo motivadora na aprendizagem e proporcionadora da compreensão de factos, conceitos e procedimentos de uma forma diversificada e multifacetada (Stemler, 1997; Dias *et al.*, 1998; Carvalho, 1999).

Segundo Carvalho (2004), o utilizador ao explorar um documento multimédia está condicionado, não só pela sua experiência com este tipo de documentos como também pelo conhecimento que tem sobre o assunto, pelas suas preferências de aprendizagem, pela estrutura do documento, pelo tipo de navegação disponível, pela rapidez de processamento da informação, pelas tarefas solicitadas no documento, pela motivação sentida no momento, a necessidade de encontrar informação e a própria interface do documento, que tem um papel tão importante que faz com que o utilizador se interesse ou se desinteresse, permaneça ou abandone o documento.

2.4.1 Componentes estruturantes do software educativo multimédia

Os componentes estruturantes do software educativo multimédia considerados neste trabalho, são a interactividade e ajuda, a estrutura e navegação, a interface, as actividades e a informação aos educadores por serem aqueles que melhor se adequam a este tipo de investigação.

a) Interactividade e ajuda

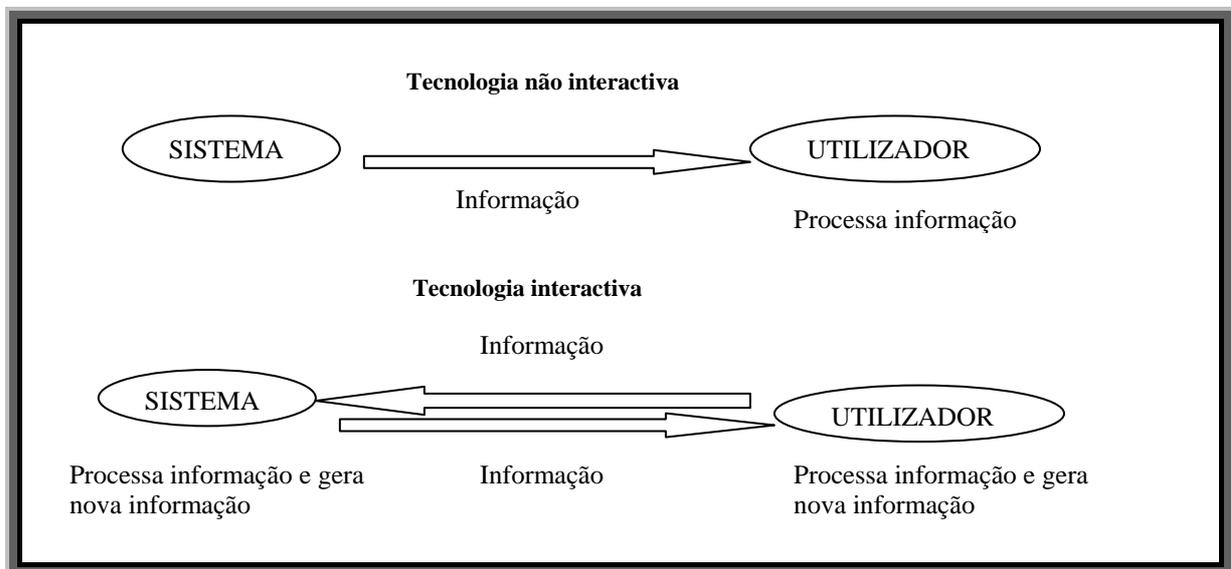
O conceito de interactividade revolucionou o uso dos meios informáticos no ensino.

A interactividade, como menciona Stemler (1997), constitui a grande diferença entre a aprendizagem centrada nos livros e em vídeos e a aprendizagem centrada nos multimédia, como já mencionamos.

São vários os autores que tentaram definir este conceito. Para Jonassen (1989) a chave reside, pelo menos, na comunicação bidireccional. Outros enfatizam o papel do aluno, como é o caso de Anandam e Kelly (1981, *in* Bartolomé, 1995, p.294) que consideram que o aluno passa de observador passivo a participante activo. Shavelson e Salomon (1986, *in* Bartolomé, 1995, p.295), depois de muita controvérsia, referem que “as tecnologias da informação comunicam com o utilizador através de um ou mais sistemas de símbolos”, referindo-se à habilidade do computador para representar a informação de muitas formas diferentes e de transladar-se instantaneamente entre representações alternativas.

Deste modo, Bartolomé (1995) apresenta uma definição de interactividade como sendo “um processo comunicativo entre homem e máquina, a partir do qual cada extremo do canal participa enviando mensagens. Estas são recebidas e interpretadas pelo outro extremo do canal e este afecta de alguma forma os passos seguintes no diálogo” (p.295).

Quadro 2.3 -Tecnologia não interactiva e tecnologia interactiva, segundo Bartolomé (1995, p.295)



Assim sendo, para Weller (1989), “a interactividade permite ao estudante ajustar o conhecimento consoante as suas necessidades e capacidades” (*in* Bartolomé, 1990, p. 297).

A interactividade (Giardina, 1992; Sims, 1994) proporcionada pelos documentos multimédia combate a passividade do utilizador e leva-o a um envolvimento constante na actividade. A interactividade na aprendizagem é “um mecanismo necessário e fundamental para a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e físicas” (Barker, 1994, p. 1).

Sims (1994) considera que a interacção é intrínseca à prática instrutiva bem sucedida. A execução da interactividade pode ser percebida como uma arte, porque requer uma escala detalhada das habilidades, uma apreciação de potencialidades da tecnologia de programação, da importância do projecto instrutivo e da aplicação de relações gráficas apropriadas.

Existem várias definições de interactividade. Damarin (1982) identificou uma série de opções interactivas que incluem prestar atenção, encontrar, fazer, usar, construir e criar. De forma similar, Ambron e Hooper (1990) descreveram interactividade como um estado em que os utilizadores podem utilizar o browser, para anotar, ligar e criar dentro de uma base de dados não linear. Jonassen (1988) fornece uma outra definição de interactividade, talvez mais útil e mais de acordo com o processo de ensino aprendizagem:

“ao considerar a interactividade como a implicação de uma actividade entre dois organismos e com uma aplicação por computador, envolvendo o utilizador num verdadeiro diálogo. Se esse diálogo for bem sucedido, resulta uma interacção de qualidade. Se a resposta for consistente com as necessidades do processamento da informação do utilizador, então a interactividade é significativa” (p.101).

Ecoando as ideias de Jonassen, Crawford (1990) argumenta que “um bom programa estabelece um circuito de interacção entre o utilizador e o computador estando continuamente em comunicação” (p.104).

Interactivo tem que significar mais do que anotar e clicar, deve ser envolvente e pessoal (Dickinson, 1995, p. 145). Ao longo de alguns anos, houve a tentativa de identificar níveis de interactividade por vários autores, mas não chegaram a um consenso. De qualquer forma, emerge a ideia de que quanto maior for o nível de interactividade melhor é o produto (Sims, 1994). Uma das sustentações dos componentes essenciais de toda a aplicação do software é a facilidade com que o utilizador recebe a sustentação do desempenho, que pode variar de mensagens simples da ajuda aos sistemas tutoriais complexos. Depover *et al.* (1998, p.89) consideram que “o ambiente de aprendizagem multimédia, devido à sua capacidade de criar situações de aprendizagem adaptadas e

interactivas, parece capaz de promover e suportar a mudança cognitiva no utilizador”. A interactividade dá ao utilizador poder e controlo sobre o documento, resposta imediata do sistema, possibilidade de navegar ao ritmo pessoal e acesso a parte da informação de cada vez, podendo suscitar curiosidade e descoberta (Carvalho, 2004, p.11).

A ajuda disponibilizada ao utilizador também é importante para que este possa explorar o documento autonomamente (Carvalho, 2004). As ajudas são imprescindíveis, devendo estar sempre acessíveis, para o utilizador necessitado. Elas não devem ser impostas, isto é, não deve ser obrigatório lê-las ou ouvi-las, porque para o utilizador experiente podem ser desnecessárias, tornando-se mesmo irritantes para o utilizador conhecedor do software.

A ajuda deve ser específica para cada situação podendo destinar-se à navegação ou à concretização de uma actividade, tarefa ou jogo. Por vezes, este tipo de ajuda é assumido pela personagem guia que acompanha o utilizador ao longo do documento.

b) Estrutura e navegação

A estrutura da informação, também designada por organização da informação ou topologia, condiciona a navegação do utilizador no documento (Carvalho, 2004).

Vários autores propuseram uma nomenclatura para definir os tipos de estruturas existentes (Shneiderman, 1998; Brockmann *et al.*, 1989; Jonassen, 1989; Parunak, 1989), tendo sido sintetizadas por Carvalho (1999).

A utilização de cada uma destas estruturas tem implicações ao nível da interactividade e no controlo proporcionado ao utilizador para navegar nos nós de informação (Carvalho, 2004). Dependendo dos objectivos do documento multimédia, este pode apresentar um tipo de estrutura ou uma combinação de estruturas. São três as estruturas básicas consideradas: estrutura sequencial ou linear; estrutura hierárquica, que contém a estrutura em árvore e a estrutura acíclica; e a estrutura em rede.

1- *Estrutura sequencial ou linear* - Este tipo de estrutura permite apresentar um assunto perfeitamente estruturado só com uma sequência de leitura. O utilizador só tem possibilidade de avançar ou recuar no assunto. Neste tipo de estrutura, o utilizador não se perde, mas o controlo que tem sobre o documento é mínimo. Cada nó de informação só tem um “descendente” e um “ascendente”.

2- *Estrutura hierárquica* - Esta estrutura apresenta um assunto do geral para o particular, proporcionando ao utilizador opções de escolha. A estrutura hierárquica integra a estrutura em árvore e a estrutura acíclica.

2.1. *Estrutura em árvore* - Numa estrutura em árvore, cada nó só tem um ascendente, mas pode ter vários descendentes. A navegação apesar de simples permite ao utilizador alargar as possibilidades de opção.

2.2. *Estrutura acíclica* - Esta estrutura é mais interactiva e aumenta as possibilidades de opção e de acesso ao mesmo nó de informação por mais de um percurso. Por esse motivo, torna-se mais difícil para alguns utilizadores, porque cada nó pode possuir mais do que um ascendente.

3- *Estrutura em rede* - A estrutura em rede proporciona ao utilizador total liberdade de navegação, permitindo passar de um nó a qualquer outro nó da rede. Neste tipo de estrutura, qualquer nó pode estar ligado a todos os outros, aumentando desta forma o risco do utilizador se sentir mais perdido, devido às múltiplas ligações possíveis. Apesar destas revelarem a riqueza da interacção do documento, demasiadas ligações podem distrair e sobrecarregar o utilizador (Shneidermann, 1998; *in* Carvalho, 2004, p.14).

Carvalho (1999), depois de ter sintetizado vários estudos em ambiente de rede, conclui que navegar num documento estruturado em rede nem sempre tem conduzido a resultados favoráveis na aprendizagem: “Um documento interactivo, especialmente concebido para ser utilizado em contexto educativo e implicando aprendizagem, deve ter uma estrutura híbrida, que proporcione liberdade ao utilizador, mas que também lhe proporcione visitas guiadas, isto é, pré-definidas sobre determinados temas ou assuntos” (Carvalho, 2002, p.254).

Depois de várias análises e estudos feitos, Carvalho (2004) considera que a estrutura sequencial ou linear é a mais aconselhável quando se pretende proporcionar actividades com uma complexidade crescente. O utilizador tem que ter sempre acesso ao menu principal para escolher a secção ou as actividades, para depois de feita a escolha ter um percurso mais definido e sequencial. Para este estudo, e atendendo à faixa etária considerada, parece-nos que este será o melhor caminho a seguir quanto à organização da informação no software educativo multimédia, uma vez que desta forma o utilizador não se sentirá tão perdido quando navega na aplicação. No entanto, quando se pretende sensibilizar para determinado conteúdo, sendo indiferente o percurso a seguir, a estrutura em rede é a mais adequada, porque dá total liberdade ao utilizador. Podemos concluir que,

o modo como a informação é organizada vai influenciar o papel do utilizador. Se a informação se apresentar de forma não linear ou não sequencial vai alterar a forma de se ler um texto e o modo como se pode aprender. Segundo Carvalho (2004, p.10), “este tipo de organização implica que o utilizador passe a ter um papel activo e interactivo na aprendizagem, proporcionado pela necessidade de optar pela próxima informação a visitar ou tarefa a realizar”.

Para Lévy (1994, p.51), a dimensão não linear “favorece uma atitude exploratória ou mesmo lúdica face ao material a assimilar”. É portanto um instrumento bem adaptado a uma “pedagogia activa”.

A navegação é o termo utilizado para percorrer um hiperdocumento e resulta do processo de interacção entre o utilizador e o hiperdocumento, permitindo-lhe disfrutar do conhecimento disponível no documento. Iniciada a viagem, o utilizador pode navegar livremente deambulando de informação para informação, pode fazer uma pesquisa quando quer obter informação sobre um tópico, ou ainda, submeter-se a uma navegação pré-definida, que Andleigh e Thakrar (1996) designam por navegação *dirigida*, opondo-a à navegação *livre*. No entanto, Carvalho (2005) refere que a navegação deve ser intuitiva para que o utilizador possa navegar livremente. O utilizador deve saber sempre onde está e como pode ir para outro local. Se a estrutura do CD ou DVD for confusa, o utilizador não vai ser capaz de criar a representação mental da estrutura do documento multimédia, sentindo dificuldade na navegação. A mesma autora considera que a maior parte da navegação se centra no menu e nas hiperligações inseridas no texto.

Quando se utiliza software educativo multimédia é necessário verificar se a navegação não apresenta limitações, começando para isso, do menu para as actividades (Carvalho, 2005).

c) Interface

A interface é o que o utilizador vê do hiperdocumento, facultando todo o processo de interacção entre o utilizador e a informação disponível no documento e permitindo ao utilizador a construção do modelo mental do documento, imprescindível para compreender a estrutura do mesmo e fazer uma navegação confiante (Carvalho, 1999).

A interface constitui, segundo Dillon (1990), o canal de comunicação entre o utilizador e o hiperdocumento. Retomando a noção de comunicação, Dias (1994, p.30)

atribui uma função dual à interface considerando-a "uma superfície de contacto com a informação e também um envelope para o conteúdo". Daí que facilmente se compreenda que o sucesso ou insucesso de um documento esteja em grande parte dependente da sua interface (Barker, 1994; Dillon, 1990; Martins, 1995).

O "aspecto" da interface é um dos seus componentes mais importantes, sendo através dele que, em parte, o utilizador se entusiasma ou se desinteressa pelo hiperdocumento (Barker, 1994). Nesse sentido, vários estudiosos se debruçaram sobre a concepção do ecrã, abordando aspectos como localização, apresentação e distribuição do texto, das imagens, do vídeo, da animação, dos gráficos, da utilização da cor, entre outros aspectos (Preece *et al.*, 1994; Fernandes, 1995).

Embora o aspecto da interface seja importante, ele não é suficiente se o documento não fizer o que o utilizador precisa e de um modo que este considere apropriado.

Aproximando os documentos ao contexto educativo, Jones (1993) citado por Carvalho (1999) considera que a interface de um documento funciona como um *tutor*, "levando" os utilizadores pela informação e fornecendo ajuda à medida que vai sendo necessário.

Na interface geralmente surgem elementos que facultam o acesso e a manipulação da informação: os menus, os botões, as janelas, as ajudas à navegação, as ajudas ao documento e as respostas tipo ou caixas de diálogo (Jones, 1993, *in* Carvalho, 1999).

Os botões de navegação devem-se localizar junto das extremidades do ecrã (Orr *et al.*, 1994).

O texto que apresenta a informação básica, deve estar do lado esquerdo da página, enquanto que o vídeo, imagem ou área de trabalho devem constar no lado direito (Boyle, 1997). A colocação dos grafismos no ecrã deve ser coerente ao longo do programa e estes devem, se possível, ter uma legenda associada (Rivlin *et al.*, 1990).

Carvalho (2005) depois da análise de vários estudos realizados sintetizou alguns aspectos a ter em atenção na interface. A autora verificou que esta deve ser consistente, mantendo sempre no mesmo local dos diferentes ecrãs, os botões e as suas funcionalidades, a área de trabalho, o fundo e as cores utilizadas. A interface também deve ser intuitiva, evitando que o utilizador tenha necessidade de recorrer frequentemente à ajuda para procurar informação, deve ser funcional e graficamente agradável para o utilizador, resultando este último aspecto da harmonia dos elementos constituintes, designadamente: o fundo, as cores usadas, o tamanho, estilo e cores dos caracteres, a

qualidade e quantidade de imagens, animações e vídeos e a componente sonora. A mesma autora considera “imprescindível que o sujeito, perante os formatos como o som (...) e vídeo, possa interagir, isto é, os possa interromper, desactivar ou reiniciar” (p.155).

d) Actividades

No software educativo multimédia as actividades constituem um componente fundamental. É também através das actividades que se verifica a qualidade do software a nível pedagógico, não só através da interactividade proporcionada, mas também através das destrezas físicas e cognitivas envolvidas.

As actividades que aparecem no software educativo multimédia dependem dos destinatários para os quais essas ferramentas foram concebidas.

As actividades podem ter grau de dificuldade variado, dependendo também da faixa etária a que se destinam.

Os jogos, como refere Carvalho (2004) “surgem integrados em alguns multimédia, incentivando os utilizadores a melhorarem o seu desempenho, sobretudo quando é atribuída pontuação ou é contabilizado tempo” (p.16).

As actividades variam consoante a faixa etária e os objectivos do CD. Por exemplo, num estudo realizado sobre software educativo para as crianças dos 3 aos 5 anos, as actividades incidiam sobre “memorizar e encontrar pares”, “completar palavras”, “contar e identificar o número respectivo”, “transportar objectos divididos”, “copiar o modelo sobrepondo peças transparentes”, “ouvir músicas e canções”, “colorir imagens”, “grafismos”, “selecção e arrastamento de objectos e associação de informação”, “completar palavras ou frases”, “ordenar informação”, “fazer puzzles”, “relacionar animais com os sons que produzem”, “reconhecer sinais de trânsito para realizar percursos”, “associar a roupa à profissão”, “adivinhas”, “adição e subtracção” e completar palavras identificando as letras que faltam (Paz, 2004).

Em software orientado para aprendizagem de leitura e escrita as actividades integram a “lateralização”, “escrita de palavras ou utilização de valores das letras”, “exercícios centrados em rimas populares”, entre outros (Carvalho 2001; Bastos, 2003).

Existem outros CDs que possuem actividades que permitem brincar com os órgãos do corpo humano através de “jogos”, “desafios”, “resolução de problemas” ou “situações de alerta do estado físico das personagens” bem como outras nas quais o utilizador pode

praticar os conhecimentos adquiridos. Outros, ainda, orientam-se para o cálculo matemático, figuras geométricas, envolvendo o utilizador na aprendizagem.

Algumas actividades disponibilizam um menu específico, principalmente quando são mais complexas ou interactivas e apresentam níveis de dificuldade. O feedback proporcionado ao utilizador ajuda-o no seu desempenho, podendo ser positivo ou negativo, escrito, icónico ou auditivo. Por vezes, nos jogos e em exercícios são atribuídas pontuações que são também uma forma de feedback. “A pontuação atiza o desejo de ganhar, de pontuar levando os utilizadores a empenharem-se no seu desempenho, porque ninguém gosta de perder” (Carvalho, 2005, p.72 *in* SACAUSEF)

A seguir apresentamos uma série de aspectos que se devem ter em consideração quando se está a analisar actividades do software educativo multimédia (Carvalho, 2004, p.154):

- se tem ajuda ou instruções, muitas vezes apresentadas pela personagem guia;
- se tem um menu específico da actividade;
- se é fácil de interagir;
- se se navega com facilidade ou se há limitações no caso de se ter que executar determinada tarefa para passar à seguinte. Esta pode ser uma limitação necessária, se a tarefa seguinte implica um dado a obter na tarefa anterior ou se o grau de complexidade é crescente;
- se há níveis de dificuldade, e se este se pode escolher ou é condicionado pelo desempenho tido (geralmente tarefas realizadas com sucesso);
- se há pontuação na actividade ou jogo a realiza. A pontuação é motivadora para os utilizadores;
- se existe feedback, positivo e negativo. Este é, na generalidade, muito bem aceite pelo utilizador e constitui um incentivo para prosseguir, mesmo quando se erra;
- se o menu está sempre disponível;
- se é permitido copiar ou imprimir;
- se se pode sair do documento em qualquer ecrã.”

Podemos concluir referindo que quando se procede a uma análise do CD ou DVD todas as actividades devem ser exploradas para se compreender e avaliar a qualidade do software, não só do ponto de vista técnico e de interacção como também da qualidade científica e pedagógica do conteúdo.

e) Informação para educadores

O software educativo multimédia deve apresentar sugestões de exploração para pais, educadores e/ou professores bem como disponibilizar actividades complementares a serem impressas (por exemplo, fichas) como refere Carvalho (2005).

Seria também importante que na caixa dos CDs ou DVDs fosse apresentada informação sobre os objectivos da aplicação, a faixa etária a que se destina e os requisitos do computador de modo a orientar todos aqueles que adquirem material software educativo multimédia (Carvalho, 2005). Num estudo desenvolvido por Afonso (2004), a partir da análise de 48 CDs, foi possível verificar que, no que se refere à faixa etária/nível de ensino a que o software educativo multimédia se destina, essa informação nem sempre é disponibilizada pela editora, tendo o autor verificado que 12 CDs (25%) não contêm informação sobre a faixa etária e que 13 CDs (27,1%) não explicitam a área temática.

2.4.2. Avaliação do software educativo multimédia

Para se utilizar o software educativo multimédia numa aula, o professor tem que o explorar primeiro para verificar da sua adequação aos conteúdos e objectivos da unidade curricular. Como tal, os professores necessitam de saber avaliar esse software tal como se faz com outros materiais educativos, como o livro de texto (manual escolar), revistas de divulgação científica, vídeos, diapositivos, etc., até porque, embora se possa aceitar que os produtos multimédia não são, por si só, um factor determinante da qualidade da aprendizagem, eles são geralmente estimulantes para os alunos devido à interactividade proporcionada, ao feedback e às próprias pontuações dos jogos, sendo vantajoso o professor fazer uso destes produtos no processo de ensino-aprendizagem.

O termo avaliação designa “um juízo de valor acerca de um determinado programa informático, o que implica uma análise e observação aprofundada sobre a utilização de um programa ou de um software educativo multimédia num determinado contexto, por meio de medidas e metodologias quantitativas e qualitativas” (Ramos *et al.*, 2005, p.34).

Ramos *et al.* (2005) consideram a *avaliação de software* “um processo de análise crítica dos efeitos (potenciais ou observados) deste tipo de materiais nos processos de

aprendizagem, quer seja de efeitos previstos à *anteriori*, e portanto com carácter de prognóstico, quer sejam observados e registados à *posteriori*” (p.21). Este conceito está na base dos modelos de avaliação propostos e adoptados no âmbito do SACAUSEF².

Uma questão central continua a ser, pois, a da avaliação e certificação da qualidade, até porque persiste a dúvida sobre o valor pedagógico de muitos dos produtos disponíveis e passíveis de serem utilizados em contexto escolar e para fins educativos (Papert, 1997). Apesar de existirem muitas propostas de avaliação, principalmente para avaliação das características intrínsecas aos próprios produtos, “tem sido escassa a investigação nesta área, nomeadamente em termos europeus e, mais precisamente, nos países com menos recursos, como o nosso, sobretudo quando se trata de estudar o uso que é feito de cada um dos produtos, em que contextos, com que resultados, etc.” (Costa, 2005, p.46). Se a isso juntarmos o facto de raramente ser possível experimentar os produtos antes da sua aquisição, facilmente percebemos a importância que podem assumir estudos nesta área, nomeadamente quando visam disponibilizar informação crítica sobre o seu potencial em termos de ensino e de aprendizagem, sobre modos e contextos de uso.

A este propósito, e ainda que escassos, apresentamos alguns estudos sobre a análise crítica de software educativo multimédia.

Carvalho (2001) desenvolveu um estudo sobre a análise do software educativo multimédia “Foguetão 2000”, “Foguetão 2001” e “Foguetão 2002” no qual abordou duas dimensões: a estrutura e a interacção.

A autora verificou que ao longo das três versões do “Foguetão”o utilizador foi tendo mais liberdade de navegação, evitando uma interactividade demasiado forçada. Os ícones de navegação estão sempre acessíveis nos documentos. A estrutura das três versões é idêntica e o documento pode ser percorrido sequencialmente. A autora verificou ainda que a saída foi bastante problemática ao longo das versões do software educativo multimédia. No “Foguetão 2000” a saída era simpática mas desastrosa na simbologia dos botões; na versão 2001 a simbologia dos botões foi corrigida, confirma a intenção do utilizador sair mas não tem despedida e finalmente na versão 2002, a saída do utilizador não é confirmada. A interacção é feita nas três versões através dos ícones de navegação, das actividades, das questões colocadas e das personagens guia que conduzem o utilizador

(2) SACAUSEF – Sistema de Avaliação, Certificação e Apoio à Utilização de Software para a Educação e a Formação.

ao longo da aplicação, desafiando-o. As personagens guia estão constantemente a solicitar a participação do utilizador, apresentando-lhe após uma questão a possibilidade de continuar ou de sair.

Bastos (2003) realizou um estudo sobre a utilização de software educativo na superação de dificuldades de aprendizagem na leitura e escrita de palavras – no 1º Ciclo do Ensino Básico, analisando também as reacções dos utilizadores aos diferentes documentos seleccionados bem como o grau de autonomia dos sujeitos na exploração dos CDs. No estudo foram utilizados três CD-ROMs, sendo: “No Reino das Palavras” (1997) de Instruindo Multimédia; “Palavras Mágicas” (1996) da Porto Editora e “Eu Adoro as Palavras” (1998) também da Porto Editora. Dada a complexidade crescente deste software, este estudo integrou uma amostra de 20 crianças, pertencentes a duas escolas do 1º ciclo do Ensino Básico de Vila Real, sendo dez do sexo masculino e dez do sexo feminino, todas com 7 anos de idade. Esta investigação decorreu ao longo de 14 sessões.

Os resultados das análises realizadas permitiram inferir que estes documentos multimédia proporcionam uma boa interacção utilizador/documento. As actividades que disponibilizam são estimulantes, funcionando o feedback e a pontuação como incentivos à aprendizagem. A forma como as actividades estão organizadas e as ajudas que disponibilizam potenciam uma aprendizagem autónoma, criando condições para que o aluno seja efectivamente o sujeito da sua própria aprendizagem e o professor, o orientador, o facilitador da aprendizagem.

A análise dos dados recolhidos através da Grelha de Observação veio confirmar a importância que a ajuda disponibilizada por este tipo de documentos tem na promoção de uma interacção autónoma do utilizador com o documento. A investigadora verificou que nenhum dos sujeitos recorreu a ajuda externa sempre que o documento proporcionava a ajuda ao utilizador, desenvolvendo as actividades autonomamente. Quanto à motivação manifestada pelos sujeitos em interacção com os documentos multimédia, verificou que todos, sem excepção, se mostraram interessados e entusiasmados na realização das tarefas, mesmo naquelas que ofereciam dificuldades. Estes resultados permitiram concluir que os múltiplos formatos que os documentos multimédia apresentam, como o som, a imagem, o texto e a animação, aliados a uma forte componente lúdica, os jogos, são tão motivadores para as crianças que os incentivam a superar as dificuldades que, muitas vezes, encontram na realização das tarefas, melhorando o seu desempenho. Também foi possível verificar,

pela reacção positiva manifestada por todos os sujeitos ao feedback e à pontuação que estes documentos proporcionam, que tanto o feedback como a pontuação são importantes como estímulos para a aprendizagem. Todas as crianças gostam de ver o seu esforço recompensado e mesmo quando o feedback era negativo, a forma como este era expresso, funcionava como um incentivo para a aprendizagem. O mesmo aconteceu com a pontuação. Quando os sujeitos obtinham uma pontuação baixa a sua reacção não era de descontentamento, aceitavam, esforçando-se por melhorar o seu desempenho para obterem pontuações mais elevadas. O grau de dificuldade crescente que os sujeitos manifestaram na execução das tarefas, de CD-ROM para CD-ROM, esteve de acordo com a sequência seleccionada. Essas dificuldades foram, não só, ao nível da leitura e escrita de palavras, mas também ao nível da precisão e rapidez na selecção das palavras, que exigiam um grande domínio no manuseamento do rato. Bastos (2003) verificou contudo, que essas dificuldades eram maiores no início de cada jogo e que à medida que os sujeitos avançavam no jogo e se familiarizavam com o tipo de actividade a desenvolver, o seu desempenho melhorava substancialmente.

A investigadora concluiu que todos os CD-ROMs proporcionaram uma boa interacção utilizador/documento, fomentando, pela forma como estão organizados, uma aprendizagem autónoma, constituindo, como foi verificado, recursos muito motivadores e apelativos para as crianças, devendo, por isso, ser utilizados nas escolas, a par de outros recursos.

Um outro investigador, Afonso (2004), desenvolveu um estudo sobre a análise da integração de múltiplos formatos no software educativo multimédia. A amostra integrou 48 CDs com edição em língua portuguesa e referenciado para um público-alvo dos 3 aos 15 anos, que integra o sistema de ensino pré-escolar e básico (1º, 2º e 3º ciclos de escolaridade).

O autor concebeu uma grelha de análise dos formatos (texto, imagem, vídeo e som) e subformatos (imagem: estática e animada; som: discurso, música e efeitos sonoros) presentes no software educativo multimédia que contempla dois aspectos distintos: o primeiro visa identificar os CDs, com incidência em aspectos formais de edição (designação, editora e data de edição) e pedagógicos (área de conteúdo, faixa etária e nível de ensino); no segundo aspecto analisou a forma de integração dos formatos presentes na informação, no menu principal, na ajuda, nas actividades e no feedback e a função dos

formatos no feedback e nas actividades. Nas actividades aferiu a localização dos formatos na interface, a ênfase dos formatos no suporte da informação - formato dominante e a relação estabelecida com os demais formatos (complementar e/ou redundante), as ligações estabelecidas entre os formatos e, por fim, o tipo de controlo do utilizador sobre o vídeo e o som.

Afonso (2004) concluiu que este trabalho veio confirmar a utilização conjunta de múltiplos media na apresentação da informação na maioria das actividades que integram os 48 softwares educativo multimédia analisados. Também verificou que da interacção estabelecida entre o formato dominante e os demais formatos resulta essencialmente, uma relação de complementaridade, determinante para aumentar a inteligibilidade da informação e, por conseguinte, favorecer a aprendizagem. Constatou que o vídeo é pouco utilizado nos 48 títulos analisados. O autor considerou que seria pertinente verificar se no software educativo multimédia, em CD-R ou em DVD-R publicado depois de 2002, o vídeo passa a surgir com mais incidência, aproveitando as suas potencialidades.

Haugland (1997 e 1998) considera a escala de avaliação do software, como sendo um instrumento válido para avaliar se um determinado software é ou não desenvolvimentalmente³ apropriado. Essa escala baseia-se nos seguintes itens:

- a) adequação à idade - os conteúdos devem estar de acordo com os interesses dos utilizadores pertencentes ao escalão etário do destinatário;
- b) controle pelo utilizador - deverá ser o utilizador a decidir o rumo e a direcção da experiência;
- c) clareza de instruções - são necessários mecanismos de ajuda para orientação do utilizador;
- d) complexidade crescente - o software deve reflectir as capacidades cognitivas e linguísticas de modo a produzir ideias e conceitos que o utilizador possa interiorizar e depois aplicar em novas situações e problemas;
- e) independência - depois da ajuda inicial para entrar no programa, o utilizador deverá conseguir utilizar o software sozinho;

(3) - Um software desenvolvimentalmente apropriado para crianças/jovens deve atender a um conjunto de características, como sendo: encorajar a imaginação; explorar e resolver problemas; reflectir *sobre* e consolidar aquilo que a criança já sabe; conter características como o som, música e voz; ter um final em aberto, possibilitando à criança o controlo sobre o ritmo e o caminho da aprendizagem (Paz, 2004).

- f) não-violência – assegurar que a violência não está presente no software, seja através de objectos, personagens ou acções. O software deverá servir para promover valores sociais tais como a cooperação, partilha, amizade, família, entre outros;
- g) orientação do processo - a motivação intrínseca, o desejo de experimentar e explorar, o simples prazer de aprender, deverá ser a única recompensa existente no software desenvolvimental;
- h) modelo do mundo real - software desenvolvimentalmente apropriado fornece ao utilizador uma representação concreta dos objectos em situações significativas, devendo, por exemplo, as cores utilizadas corresponder à realidade;
- i) características técnicas - o software desenvolvimental utiliza imagens coloridas e animadas, sons e música. A impressão é importante porque permite ao utilizador obter um produto concreto e visível da sua experiência no computador. Este tipo de software deve permitir ao utilizador gravar o seu trabalho de forma a retomá-lo quando desejar ou for necessário;
- j) transformações - este tipo de software é dotado do potencial único que permite alterar objectos e situações, permitindo que o utilizador descubra qual o impacto dos diversos componentes no mundo;
- k) anti-tendencioso e discriminatório - o software deve reflectir um comportamento anti discriminatório, respeitando as diversidades da sociedade.

O Projecto PEDACTICE (2000) constitui um grupo criado no âmbito da avaliação de produtos multimédia. Este Projecto resultou de uma proposta de articulação dos Programas *TSER*, *Telematics* e *Socrates*, e foi aprovado pela Comissão Europeia (*Educational Multimedia Task Force*) no âmbito da iniciativa sobre da utilização educativa das tecnologias multimédia. Constituído por oito diferentes "*work packages*" e integrando Escolas, Universidades e Empresas de Multimédia de seis países europeus (Espanha, Dinamarca, Alemanha, Portugal, Suécia e Reino Unido), o Projecto PEDACTICE teve, como principais objectivos, a utilização e avaliação de software educativo multimédia e a construção de uma base de dados (*European Multimedia Resource Library*) que, após os dois anos do projecto, disponibilizasse via Internet o produto do trabalho entretanto desenvolvido a todos os potenciais interessados, isto é, professores e alunos,

investigadores, produtores de *software* multimédia, pais e outros educadores, especialistas em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), formadores de professores, responsáveis e decisores educacionais, etc.

Sobre a análise de software educativo multimédia e para ajudar o professor na elaboração da síntese sobre o potencial pedagógico do software, o Projecto PEDACTICE (2000) apresenta, sob a forma de ficha, um conjunto de questões orientadoras que inclui a identificação do produto, a sua avaliação enquanto ferramenta de aprendizagem e a apreciação global do produto. Na identificação do produto referem-se o título, a editora, a data de edição, a existência de manuais de exploração, o conteúdo, o nível etário, o nível de ensino e a área curricular. Relativamente à avaliação enquanto ferramenta de aprendizagem abordam-se a adequação e relevância curricular, adequação aos utilizadores, objectivos de aprendizagem, estratégias de exploração e interactividade, autonomia na aprendizagem, interacção social e formas de avaliação. Por fim, na apreciação global do produto apontam-se características como a qualidade global, facilidade de aprendizagem e de utilidade, qualidade do conteúdo científico, qualidade da interface gráfica, qualidade dos materiais de suporte e possibilidade de utilização em rede, motivação e satisfação global do ponto de vista do aluno, pontos fortes e fracos e outros aspectos dignos de realce.

Carvalho (2004 e 2005) propõe um “guião para analisar Software Educativo Multimédia”. Este guião integra treze secções, nomeadamente na caixa do CD, início/apresentação, menu, navegação, estrutura, actividades, conteúdo, interface, ajuda, sugestões para pais e educadores e /ou professores, imprimir diploma, hiperligações para sites na Web, ficha técnica, sair do software educativo multimédia solicitando-se por fim um comentário ao software educativo analisado.

Mais recentemente, surgiu o SACAUSEF (2005), Sistema de Avaliação, Certificação e Apoio à Utilização de Software para a Educação e a Formação - cujo objectivo é o de criar materiais de avaliação de produtos multimédia e de proceder à respectiva certificação. O primeiro número da Revista SACAUSEF, lançado há pouco, pretende assumir-se como um instrumento de informação sobre as problemáticas da avaliação e da utilização de software educativo, fazendo-o numa perspectiva de assegurar um diálogo regular com os actores da formação e um sistemático aprofundamento dos referentes técnico-científicos que lhe subjazem. Os autores apresentam uma ficha de Apresentação de Produtos a Certificação; uma Ficha de Catalogação destinada à identificação do produto, catalogação e registo na base de dados, e uma Grelha de

Avaliação (Ramos *et al.*, 2005). A Grelha de Avaliação inicia com a Identificação e breve descrição sobre as funcionalidades e usos do software, apresentando posteriormente cinco domínios: Domínio Técnico, Domínio Científico, Domínio Pedagógico, Domínio Linguístico e Domínio dos Valores e Atitudes. No final é feita uma descrição sumária e apreciação global do programa e avaliação da relevância e potencial pedagógico do software educativo.

2.5. Aprendizagem dos “Sistemas Humanos”

2.5.1. Os Sistemas Digestivo, Respiratório e Circulatório nos currículos do Ensino Básico

Uma boa parte dos conteúdos de Ciências leccionados no Ensino Básico está relacionada com o organismo humano, bem como com a morfologia e fisiologia dos sistemas humanos. Estes são conteúdos abordados ao longo dos três níveis do Ensino Básico, o que permite considerar que este tema tem um carácter de grande centralidade nos currículos de Ciências na escolaridade básica (DEB, 2001).

Este estudo centra-se apenas nos Sistemas Digestivo, Respiratório e Circulatório, abordados no 1º Ciclo (programa dos 1º, 2º e 3º anos de escolaridade, 1998) e no 2º Ciclo (programa do 6º ano de escolaridade, 1995), conforme se encontra sintetizado no anexo II.

Quanto ao 1º Ciclo, no que respeita aos programas oficiais, o tema é tratado principalmente no 3º ano de escolaridade, integrado no bloco – *À Descoberta de Si Mesmo*, explorado mais concretamente no tópico – *O Seu Corpo* (Anexo II).

Relativamente ao 2º Ciclo, é no 6º ano de escolaridade, na disciplina de Ciências da Natureza, que este tema é leccionado na unidade de ensino – *Trocas Nutricionais entre o Organismo e o Meio nos Animais*. Através de uma consulta aos programas, constata-se que os conteúdos já iniciados no 1.º ciclo se mantêm neste ano de escolaridade, aprofundando alguns deles.

Em suma, do ponto de vista educativo a compreensão da anatomia e fisiologia humana deve ser encarada como fundamental na formação geral do cidadão, dado que esses conhecimentos são essências para “capacitar” os jovens a optar por estilos de vida a

que esteja subjacente uma consciência dos factores que influenciam positiva ou negativamente a saúde (Silva *et al.*, 1996).

Apesar da importância deste tema alguns estudos dão-nos conta quer das dificuldades sentidas pelos alunos na sua aprendizagem quer da existência de numerosas concepções alternativas que se vão mantendo ao longo da escolaridade.

2.5.2. *Concepções dos alunos sobre os Sistemas Digestivo, Respiratório e Circulatório*

A. Sistema Digestivo

Folgado (2001) desenvolveu um estudo sobre “morfologia e fisiologia do sistema digestivo”, que incluiu duas turmas (45 alunos) do 6º ano de escolaridade. A autora recorreu a diversos instrumentos de recolha de dados como questionários, desenhos, entrevistas, observação participante e análise documental.

Os resultados apontaram para a existência, entre os alunos, de diversas concepções alternativas, nomeadamente: os alimentos na digestão seguem percursos separados, um para alimentos sólidos e outro para os líquidos; o estômago é considerado como o principal órgão na digestão; concepção essencialmente mecânica da função digestiva; absorção das substâncias “boas”; função energética das vitaminas cuja necessidade e existência nos alimentos e no organismo é excessiva. A autora verificou, ainda, que “digestão” foi associada a praia e tempo, o que não se constata na maioria da literatura existente sobre o tema. Uma causa para a concepção detectada pode ser o facto de os alunos viverem perto de uma zona balnear.

Face aos resultados obtidos, Folgado infere que o conceito de energia e de transformação química é de difícil compreensão para alunos desta faixa etária.

Santos (1991) fez uma revisão de alguns estudos empíricos relativos ao conceito de alimento (Gilbert *et al.*, 1982; Fallon *et al.*, 1984; Rozin *et al.*, 1985; Griffiths e Grant, 1985; Eisen e Stavy, 1988) e que revela a existência de um conjunto de concepções, salientando-se as seguintes: “alimento é identificado com tudo o que comemos”, numa concepção de que os materiais fazem aquilo para que foram feitos; “o alimento é constituído por uma mistura de substâncias boas (ou aproveitáveis) e de substâncias más

(ou não aproveitáveis)”; “energia aparece confundida com alimento energético”, o que é revelador de uma tendência para “substancializar” noções abstractas.

A mesma autora (Santos, 1991) apresenta, ainda, os resultados de uma revisão de trabalhos (Simpson e Arnold, 1982; Clement *et al.*, 1983; Giordan, 1987; Banet e Núñez; 1987 e 1988) sobre “processo digestivo/absorção”, onde refere a existência de concepções alternativas semelhantes às obtidas no estudo realizado por Folgado (2001).

Assim, destacam-se as seguintes: os alunos representam, com maior ou menor minúcia, o trajecto dos líquidos com continuidade de tubagem da boca ao orifício urinário ou do intestino aos rins, expressando aspectos óbvios de percepção; a digestão é vista como uma acção exclusivamente mecânica, considerando apenas uma característica particular daquele processo; não têm suficientemente diferenciadas as noções de ingestão, digestão, absorção; sobrevalorizam ou desvalorizam o papel de algumas secreções digestivas, poucos considerando a saliva como tal; o estômago é considerado como o órgão mais importante de todo o processo digestivo, não sendo dado qualquer destaque ao papel do fígado; relativamente à absorção, muitos alunos consideram que ela se realiza no estômago, terminando aí a digestão pela separação das substâncias “boas” e “más”.

Cubero (1996), no seu estudo, realizado com 61 alunos dos 8 aos 10 anos, sobre o processo digestivo (a sua coerência interna e a sua evolução em contexto escolar, numa perspectiva construtivista da aprendizagem), identificou, através de questionários e entrevistas, três tipos de concepções. Uma primeira concepção é caracterizada pela ausência do processo de expulsão ou distribuição dos alimentos – “a comida entra no corpo e fica ali para sempre”. Uma segunda concepção onde os alunos consideram que os alimentos entram no corpo e são expulsos sem que intervenham outros processos – “trânsito de comida”. A terceira concepção, reconhece tanto o aproveitamento da comida como uma relação entre o sangue e a distribuição dos alimentos pelo corpo – “distribuição da comida”.

Após a intervenção pedagógica, a autora verificou que as concepções encontradas, embora não sendo muito diferentes, não são equivalentes. Assim, identificou um grupo de alunos com conhecimentos mais simples sobre o sistema digestivo, que reúne alunos acreditando que a comida entra no corpo e permanece ali para sempre. Outro grupo de alunos que, conhecendo melhor o sistema digestivo, pensam que a comida só transita e é expulsa. O terceiro grupo, admite que a comida traz ao corpo substâncias de que necessita.

Este último grupo, para além de conhecer os órgãos mais importantes do sistema digestivo, admite que a função dos alimentos é fornecer substâncias específicas distribuídas pelo sangue.

Para Cubero (1996) as ideias dos alunos são coerentes em cada momento com uma determinada concepção de organismo. No seu estudo, considera que se produziram mudanças que, embora relevantes, não se podem considerar mudanças conceptuais fortes.

Banet e Nuñez (1991) desenvolveram um trabalho no âmbito da *classificação e da constituição dos alimentos*. O estudo abrangeu alunos de diferentes níveis de ensino, equivalentes ao 6º, 8º anos de escolaridade, ensino complementar e alunos do magistério (especialidade em Ciências). Os autores identificaram as seguintes concepções alternativas:

- Na classificação dos alimentos, segundo a sua função, a energética é a mais conhecida, sem diferença significativa em todos os níveis estudados; essa função é relacionada com aspectos como o crescimento, fortalecimento do corpo e músculos. Classificaram como alimentos energéticos aqueles que consideram mais necessários – carnes, peixe, leite – imprescindíveis ao crescimento e que não favorecem a obesidade.

- Sobre a constituição dos alimentos concluíram que as “vitaminas” e “proteínas” são os mais conhecidos. Mais de metade dos alunos do 8º ano afirmam não ter ouvido falar de todos os grupos de nutrientes, concluindo os autores que não se proporcionaram anteriormente relações significativas entre alimentos/substâncias nutritivas/funções, o que levou os alunos ao esquecimento das aprendizagens anteriores. Verificaram que muitos alunos consideram que o peso molecular da glicose ou o das vitaminas é superior ao das proteínas ou amido. Assim, muitos alunos do 3º Ciclo pensam que as vitaminas, minerais e água se transformam durante a digestão; que compostos como as proteínas ou o amido seriam substâncias resultantes da digestão e absorvidas no final do processo. Os autores referem que estas concepções ilustram dificuldades de compreensão dos alunos nesta temática.

- Sobre as substâncias nutritivas que predominam nos diferentes grupos de alimentos, metade dos alunos não respondeu à questão e só um em cada três reconheceu ter ouvido falar de alimentos com carácter plástico e regulador. Possuem uma definição relativa de alimentos energéticos, embora tal implique considerar também vitaminas e proteínas como as substâncias predominantes deste grupo. Registaram uma clara tendência na relação de vitaminas com alimentos reguladores e, em menor proporção, de proteínas e substâncias minerais com aquela mesma função.

Bicha, Mustra e Neto (1999) efectuaram um estudo com alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico, sobre “*Concepções Alternativas no âmbito da Alimentação e Digestão Humanas*”. O estudo inclui duas turmas de alunos nos três anos de escolaridade, numa escola básica. Através de diagramas, questionários de escolha múltipla e entrevistas semi-estruturadas detectaram as seguintes concepções alternativas:

- No que se refere às substâncias resultantes da digestão completa, os alunos conhecem de um modo geral a natureza dos nutrientes relativos aos alimentos; mas, para alguns alunos, de cada alimento resulta apenas um único nutriente, por exemplo: da laranja obtém-se vitaminas; do pão, glícidos; do bife, aminoácidos.
- Sobre o conhecimento da anátomo-fisiologia do sistema digestivo é principalmente no 9º ano que aparecem órgãos de outros sistemas: a bexiga é mencionada por 16% dos alunos, enquanto que no 8º ano e 7º ano as percentagens baixam para 2% e 0%, respectivamente (p. 49).

Foram identificadas, como relevantes, por persistirem no 3º Ciclo, as seguintes concepções:

- Omissão dos órgãos anexos, relacionada com o fraco conhecimento que é revelado sobre os aspectos químicos da digestão (no 7º ano, 54% dos alunos não associam a produção de saliva com a boca);
- O estômago como órgão central do sistema digestivo, inferido pelos desenhos que o colocam numa posição central, de grandes dimensões e como único receptor de sucos;
- Indiferenciação ou troca de ordem dos intestinos verificando-se que, em elevada percentagem, o suco intestinal actua ao nível do intestino grosso.

Um estudo de natureza diferente, dado que implicou a avaliação de manuais escolares, foi realizado por Pérez de Eulate *et al.* (1999). Os autores desenvolveram uma investigação onde analisaram as imagens presentes em livros de texto dos 1º e 2º ciclos. Foi medida a quantidade de informação verboicónica de 44 imagens, em oito livros de texto do 3º ao 6º ano de escolaridade, publicados pelas seis maiores editoras espanholas. Os autores analisaram as características das imagens de acordo com oito categorias - grau de iconicidade/ simultaneidade espacial/ orientação espacial/ colorido/ pormenores ampliados/ secções/ sequência de imagens/ grafismos, tendo concluído que a maioria das

figuras se centra no aspecto exterior dos órgãos, em vez de evidenciar relações mais importantes entre eles.

A maior parte dos problemas de sobreposição dos órgãos tem a ver, na opinião dos autores, com a ambiguidade resultante dos órgãos no plano anteroposterior, pois, devido à dificuldade de identificar as relações de profundidade entre os diferentes órgãos, os alunos não percebem as mudanças de planos que apresenta; por exemplo, o cólon, descendente parece, em muitos casos, que se situa no mesmo plano ou diante do intestino delgado. A maioria das imagens apresenta um ponto de vista frontal, o que dificulta a identificação de órgãos parcialmente sobrepostos. O emprego de cores pouco contrastantes, na maioria dos casos, dificulta a percepção diferenciada dos órgãos. O recurso à ampliação de secções na mesma imagem dificulta a sua correcta interpretação, principalmente quando apresenta orientação diferente, o que exige da parte do aluno uma “rotação mental” para compreender o que está a ser ampliado (como é o caso das vilosidades intestinais). O mesmo acontece com o reduzido recurso à sequência de imagens para mostrar processos, bem como a indicação de setas para sugerir a direcção dos mesmos ou linhas cinéticas para mostrar movimentos peristálticos do estômago.

Na análise de relação entre as imagens, as legendas e o texto, os autores concluem existir uma elevada presença de imagens (2,7% imagens) por página e 53,3% contém imagens que ocupam entre 26% e 50% da superfície da mesma. Como as legendas são escassas, principalmente na anatomia de excreção, não chegando a identificar a maior parte dos conceitos, concluem que há uma excessiva quantidade de informação icónica, face às legendas como recurso explicativo e facilitador da aprendizagem memorística dos dados. A informação das imagens tem um papel secundário na explicação dos aspectos funcionais, sendo os aspectos fisiológicos quase exclusivamente escritos, não se visualizando relações causa-efeito, como a secreção dos sucos e a sua correspondente acção digestiva. Aliás, a complexidade dos aspectos fisiológicos é maior no texto escrito que nas imagens, como é o caso da absorção, em que apenas aparecem os vasos sanguíneos nas imagens e legendas, como sucede com os capilares na excreção.

No processo digestivo, os autores identificam a tendência de centralizar as funções no estômago apresentando certas semelhanças com a ideia alternativa detectada por vários autores. O aumento da complexidade de quantidade de informação escrita não é acompanhado pela complexidade das imagens, talvez pela tradição do uso de imagens anatómicas estereotipadas que não têm em conta o nível educativo em que se aplicam. Os

autores citam o caso de célula, estudado por Blystone (1987), em que os manuais escolares têm cópias das imagens empregues em níveis superiores.

Na análise dos problemas científicos das imagens identificam três tipos de problemas:

- a) Erros anatómicos e fisiológicos – erros científicos também identificados por outros autores (Banet e Núñez, 1988; Yus Ramos, 1996; Sauvageot-Skibine, 1991; Clement, 1991). O bolo alimentar e o quimo são substituídos por alimentos cortados, reforçando a representação mecânica da digestão. A forma do estômago não varia, mesmo que representado com comida, e na tentativa de representar os movimentos peristálticos só assinalam o movimento do alimento, quando na realidade servem também para misturar o alimento com os sucos gástricos. A ligação do fígado e pâncreas com o duodeno não existe, o que pode originar concepções erróneas. A absorção é tratada apenas como se fosse a ligação do tubo digestivo ao circulatório reforçando a concepção “tubo – tubo”, designada por Clement (1991) e Sauvageot - Skibine (1991). O trabalho do rim, utilizando uma analogia visual com o líquido que passa por um filtro, pode criar confusão em relação à formação de urina;
- b) A ausência de informação relevante, como a ausência de líquidos ou a sua presença exclusivamente no estômago, bem como a ausência de vasos sanguíneos na relação visual do sistema digestivo e excretor através do sistema circulatório podem originar ideias alternativas, por parte dos alunos, uma vez que, citando estudos feitos por Reid (1990), são os alunos com mais dificuldades na aprendizagem das ciências que consultam as imagens mais vezes no texto escrito;
- c) Ambiguidades e deficiências práticas criando confusão, como por exemplo, as que originam concepções de tubo contínuo e dupla via, devido à sobreposição de formas ou mudanças de orientação espacial, quer das figuras ou de detalhes ampliados como já foi referido.

Como implicações didácticas deste trabalho, os autores consideram que as reproduções das aparências visuais do original não são melhores para a aprendizagem e que para este fim são melhores imagens menos realistas. Como exemplo da resolução do conflito gráfico entre diferenciação e continuidade visual seleccionaram uma figura. Aconselham o recurso de imagens de modelos anatómicos, proporcionando outras perspectivas visuais que não as do ponto de vista frontal, por exemplo, para solucionar casos como a posição do recto por detrás da bexiga. Para explicitar processos fisiológicos,

aconselham, apesar de alguns defeitos, o uso de sequência de imagens, linhas cinéticas, e setas. Solicitar a intervenção dos alunos directamente sobre as imagens dos livros, permitindo uma dupla leitura, aproveitando potencialidades ou, se for caso disso, corrigir através de explicitação verbal as carências que apresentam. O professor deve valorizar as legendas, que devem fazer sobressair os conceitos mais relevantes. Outra possível actividade proposta pelos autores é transformar um texto com determinada imagem, noutro com um maior grau de interacção entre imagem e explicação verbal. Os autores consideram que os desenhos realizados na aula devem ser produto de uma reflexão prévia e não uma mera cópia das ilustrações feitas pelo aluno.

B. Sistema Respiratório

Num estudo desenvolvido por Luís (2004) sobre “*Respiração e Sistema Respiratório*”, e que inclui 72 alunos do 4^a ao 8^o ano de escolaridade, verificou-se, através da análise das respostas dos alunos aos questionários, que:

- Em todos os anos de escolaridade predomina a ideia de que a respiração é um “fenómeno pulmonar”, um “acontecimento que se realiza nos pulmões”. Os alunos referem-se à respiração como “entrada e saída de ar dos pulmões” ou “entrada de O₂ e saída de CO₂ nos pulmões/ no nosso corpo”.
- Para muitos alunos, de todos os anos de escolaridade, a respiração está associada a “acontecimento muito importante/indispensável à vida, sem ela morreríamos”
- Apenas uma pequena percentagem de alunos dos 6^o e 8^o anos de escolaridade se refere à respiração como “ocorrendo nas células” e à “obtenção de energia”.
- A maioria dos alunos, de todos os anos de escolaridade, não representa todos os órgãos do sistema respiratório, nem os localiza correctamente.
- A referência correcta às transformações do ar, ocorridas como consequência da respiração, aumenta com o ano de escolaridade. Contudo, a maioria dos alunos do 6^o e 8^o anos de escolaridade apenas se refere à hematose.

Face aos resultados, a autora considera que este estudo mostra as dificuldades dos alunos neste tópico programático e a pouca eficácia do ensino (Luís, 2004).

Santos (1991) refere estudos no âmbito do sistema respiratório, realizados por alguns autores (Bazan, 1983; Giordan, 1987; Simpson e Arnold, 1982), em escolas do

ensino Básico (1º, 2º e 3º ciclos), envolvendo crianças de diferentes níveis etários. Embora realizados em países diferentes, os resultados desses estudos revelaram idênticas concepções acerca dos fenómenos relacionados com a respiração. Relativamente ao referido fenómeno, as explicações apresentadas pelas crianças foram agrupadas em níveis hierarquizados de acordo com os níveis etários, notando-se que as respostas são tanto mais correctas cientificamente quanto mais avançadas as idades dos alunos. Algumas das concepções identificadas nos alunos que participaram nos estudos revistos foram as seguintes:

- a) Identificam a respiração com a ventilação pulmonar (entrada e saída de ar);
- b) Distinguem o oxigénio do dióxido de carbono em termos de utilidade para a vida humana. Ao oxigénio associam características positivas e ao dióxido de carbono associam características negativas, usando frases como: “o oxigénio é bom e o dióxido de carbono é mau”;
- c) Destacam a função purificadora da respiração. Dizem por exemplo: “respirar é aspirar oxigénio do ar (porque) o oxigénio é o ar puro que purifica o sangue”.

Num estudo realizado por Nuñez e Banet (1996), foram também identificadas concepções relativas à respiração, apresentando alguma semelhança com as anteriores. Assim, os alunos referem-se à respiração “como entrada de oxigénio e saída de dióxido de carbono”; ao oxigénio “como sendo necessário para os pulmões, para respirar e que sem ele morreríamos”. Ainda neste estudo, os alunos referem que “o ar que entra para os pulmões (inspiramos) contém apenas oxigénio e que o ar que expiramos contém apenas dióxido de carbono”.

C. Sistema Circulatório

Pires (2005) desenvolveu um estudo no tema “*O sangue e o Sistema Circulatório*”, que incluiu um grupo de 24 alunos do 6º ano de escolaridade, integrados numa turma

Neste estudo, a autora verificou que os alunos possuem concepções alternativas acerca do sangue e sistema circulatório, também encontradas por outros autores, nomeadamente:

- Algumas das concepções dizem respeito ao “conceito de sangue”, sendo que 66,7% dos alunos não tem a noção de sangue, situação antes de ensino, mantendo-se uma

percentagem elevada (50,0%) na situação pós – ensino. Algumas das concepções alternativas sobre o conceito de sangue apresentadas são: “O sangue é um líquido vermelho e espesso”; “O sangue é uma espécie de líquido vermelho que transporta coisas lá dentro”. Os alunos associam, de uma forma simplista e ligada ao senso comum, o sangue a um “líquido que se apresenta vermelho e espesso”. Esta concepção corresponde, segundo alguns investigadores, a uma estrutura subjacente simples e lógica que permite ao aluno explicar a realidade que o envolve (Giordan e Vecchi, 1988).

- Relativamente à questão “Funções do Sangue”, 32,3% dos alunos refere que “a função do sangue é retirar nutrientes e o oxigénio”; “a função do sangue é circular por todo o corpo”; “o papel do sangue é dar vida aos outros órgãos”; “a função do sangue é dar-nos energia”, isto em situação antes de ensino, sendo que 20,8% dos alunos mantêm essas concepções após ensino. Algumas destas concepções têm a sua origem, possivelmente, nas suas experiências diárias e na informação muitas vezes presente em livros, escolares e não escolares (Ângelo, 2000; Driver e Oldham, 1995; Giordan e de Vecchi, 1988).

- No que respeita à questão “Constituição do Sangue” as concepções mais frequentes e detectadas neste estudo são as seguintes: “O sangue é constituído por nutrientes, oxigénio, dióxido de carbono e vapor de água”; “a constituição do sangue humano é nutrientes, oxigénio, alguma tinta e ar”, isto em 87,5% antes de ensino e 12,5% após ensino. A transposição acrítica de conhecimentos e expressões do quotidiano como a expressão “tinta” para designar “coloração” parece estar presente nas ideias dos alunos quando se referem à constituição do sangue (Driver *et al.*, 1989; Giordan e de Vecchi, 1988).

- Quanto à questão “Funções dos constituintes do sangue”, as concepções apresentadas pelos alunos deste estudo foram as seguintes: “a função do sangue é circular no nosso corpo”; “a função de cada constituinte do sangue é transportar substâncias nutritivas e outras coisas também”, ou seja, os alunos associam a ideia da função dos constituintes sanguíneos como sendo a função do próprio sangue (Pires, 2005, p. 67).

- No respeitante ao conhecimento dos alunos sobre a morfologia e fisiologia do coração, a autora detectou as seguintes concepções alternativas: “no coração, o sangue é transportado pelas veias e vai a todo o corpo, pulmões e cérebro”; “o coração situa-se no peito e é muito grande. Serve para nos dar vida”. Estão aqui bem presentes as ideias de que o coração é o responsável por “levar o sangue a todo o corpo” e o “órgão que permite a vida”, dependendo esta da eficácia do seu funcionamento. Mais uma vez se comprova que os

binómios “coração/vida” e “coração/transporte de sangue” estão muito presentes nesta faixa etária (De Vecchi e Giordan, 1990; Osborne e Freyberg, 1991).

- Na representação gráfica da circulação sanguínea e dos órgãos do sistema circulatório, verifica-se que grande percentagem dos alunos (83,3%) representa os órgãos do sistema circulatório e o coração aparece correctamente posicionado. Os vasos sanguíneos são representados por 79,2% dos alunos a ocuparem a totalidade do corpo humano e 54,2% dos alunos representam várias “ligações” coração/vasos sanguíneos. Apenas 16,7% dos alunos representam só o coração e apenas uma “ligação” coração/vasos sanguíneos. Verificou-se, também, que na situação antes de ensino, nenhuma das “ligações” coração/vasos sanguíneos está correcta, situação que já não se verifica após ensino pois 58,3% dos alunos já fazem as “ligações” correctamente.

Núñez e Banet (1996) desenvolveram um estudo que envolveu 444 alunos, oriundos de diferentes níveis de ensino. O objectivo do estudo era o de investigar as *“relações que os alunos estabelecem entre a respiração e a circulação do sangue”*.

Como resultado, verificou-se que a maior parte dos alunos não identifica a respiração como um processo celular e por isso não relaciona correctamente o papel do sangue como meio de transporte de O₂ e CO₂. Consideram a respiração “como um processo que tem lugar nos pulmões, mediante a entrada de oxigénio e a saída de dióxido de carbono”. Os autores referem a identificação das seguintes concepções alternativas:

- a) o ar que entra para os pulmões contém apenas oxigénio, gás necessário para viver;
- b) o ar que expiramos contém apenas dióxido de carbono;
- c) o dióxido de carbono tem origem a partir do oxigénio que entrou quando se inspira;
- d) o sangue não transporta nem oxigénio nem dióxido de carbono.

Outros alunos consideram a respiração “como um processo principalmente pulmonar, atribuindo um papel secundário ao sistema circulatório”. Foram identificadas as seguintes concepções alternativas:

- a) o sangue transporta oxigénio mas não sai dos vasos sanguíneos (só circula);
- b) o sangue não transporta dióxido de carbono, uma vez que este gás se origina nos pulmões.

2.5.3. Dificuldades dos alunos na temática em estudo

A revisão de estudos que procuraram identificar concepções alternativas dos alunos relativamente aos “Sistemas Humanos”, dos quais no ponto anterior se apresentam alguns resultados, levaram diversos autores a equacionar problemas que poderão explicar a existência e/ou persistência de muitas dessas concepções, e que ilustram dificuldades dos alunos na aprendizagem do tema.

Assim, alguns autores avançam com argumentos do seguinte teor: as crianças não têm um modelo de digestão até aos 10/11 anos, altura em que já reconhecem que a comida sofre processos de transformação exclusivamente de natureza mecânica (Contento, 1981; Gellert, 1962; Welhman e Johnson, 1982, citados em Cubero, 1996). O processo digestivo é representado, então, como uma analogia relativa à mastigação, convertendo a comida em algo mais pequeno de natureza semelhante. Estas concepções, de acordo com Savageot – Skibine (1991), não se restringem apenas a crianças menores de 11 anos, mas estão igualmente presentes em adolescentes de 14/15 anos. A mudança de ideias das crianças sobre o processo digestivo existe mas não é tão acentuada como poderia esperar-se, mantendo-se algumas concepções alternativas em diferentes idades.

Para Contento (1981), citado por Cubero (1996), a evidência das limitações no conhecimento das crianças são perfeitamente explicáveis, de acordo com a teoria cognitiva do desenvolvimento, devido à natureza abstracta dos conceitos implicados (por exemplo o conceito de nutriente) e às dificuldades das crianças que não dominam a conservação da matéria, isto é, não compreendem que a comida pode ser transformada, mantendo a sua essência.

Outro tipo de dificuldades dos alunos, de acordo com Giordan e De Vechhi (1988), refere-se ao facto de associarem a cada parte do corpo uma função. Giordan *et al.* (1990) chama a atenção para o facto de o conceito de digestão implicar definições interdisciplinares e multidisciplinares que explicam em parte por que é que o conhecimento não passa para os alunos, pois o professor nem sempre tem consciência que os conceitos a que faz referência e que domina, nem sempre estão integrados pelos alunos. A fim de minorar esta questão, Giordan e De Vechhi (1990) propõem que devem ser feitos esforços no sentido de ao longo de todas as actividades do ano, e mesmo de toda a escolaridade, fazer evoluir cada aluno no sentido de construir o maior número possível de ligações entre os diferentes conhecimentos, através de situações pedagógicas em diferentes assuntos, para

que uma reconstrução possa ser realizada. Isto implica que o professor considere o conhecimento não como um fim mas um meio de servir conceitos em construção.

Aragão (2000) considera que o estudo do corpo humano tem deixado de merecer a devida atenção no ensino de Ciências, posto que, habitualmente, é reduzido a definições, abordado de forma estática, descontextualizado histórica e culturalmente. Por outras palavras, este tema não tem sido tratado de forma a promover aprendizagem significativa por parte dos alunos, uma vez que não lhes é apresentado em termos que se configurem como produção cultural da humanidade, isto é, como objecto de estudo e de investigação de vários pesquisadores em diferentes épocas e contextos. Além disso, esse tema, na forma pela qual é usualmente abordado, nem sequer é considerado passível de relação com a vida e com o contexto sócio-cultural dos alunos.

Segundo a autora,

“‘aquele corpo’ – apresentado na escola - geralmente não é semelhante ao corpo do aluno, ao corpo de ninguém... Em favor de aparentes esquemas simplificadores e de uma aprendizagem mecânica, apenas garantida pela memória, tem-se ensinado, nas aulas de Ciências, um ‘corpo’ fragmentado, uma ‘célula’ isolada do ser vivo e muitas vezes superposta e confundida com o ‘átomo’ da Química, somente por serem ‘igualmente’ tidas e denominadas ‘unidades fundamentais’” (Aragão, 2000, p.8).

Com base nestes dados, Aragão defende que a aprendizagem dos alunos se torna efectiva se se levar em conta o que eles pensam, procurando estabelecer relações entre isso e o conteúdo/conhecimento científico, necessário à compreensão dos temas, e considerando como fundamental e imprescindível o papel mediador do professor nas aulas de Ciências.

Quando se fala ou se pensa no corpo humano, é importante mostrar qual é a visão que temos, pois há diversos olhares sobre o corpo influenciados pelos media, pelas crenças e ideologias, enfim, por diferentes visões de mundo. Então, como falar ou escrever sobre o corpo humano sem dar ideia de um corpo complexo, que é o corpo no qual pensamos e que precisa ser abordado nas aulas de Ciências.

A autora expressa da seguinte maneira o seu pensamento:

“Como compreender a dinâmica deste corpo e a sua complexidade, se o que se vê nos livros didáticos e no atlas escolar expressa uma visão linear, fragmentada, como se fossem peças de um ‘quebra-cabeças’, porque se estuda tudo separado, depois junta-se tudo e obtém-se, o corpo! Será que tudo se encaixa de forma tão certa, perfeita em termos

anatômicos e fisiológicos que, se estudarmos, dessa forma, ‘tudo arrumadinho’, compreenderemos como é e como funciona o nosso corpo? Será que o aluno, ao folhear o livro didático, perceberá alguma semelhança do corpo que ali está com o dele próprio? Ou achará que ‘o corpo do livro’ é apenas um desenho, muito bem feito algumas vezes, nem tanto em outras, mas que não dá ideia de como os órgãos estão arranjados (alojados) lá dentro?” (Aragão, 2000, p.19).

Para tanto, há necessidade, certamente, de conhecimentos de anatomia e fisiologia humanas, para entendermos os mecanismos de funcionamento dos diversos sistemas, mas sem perder de vista a visão de relacionamento entre eles, de forma a poder consciencializar os alunos da visão integrada e sempre complexa, porque única, do seu corpo.