

# A INTEGRAÇÃO APOIADA DE CONHECIMENTO E AS TIC

GODOBERTA ANDRADE

## Resumo

*A utilização das tecnologias da informação e comunicação (TIC) em educação é uma realidade sobre a qual é preciso reflectir e prepararmo-nos para as mudanças que provoca. Os professores são confrontados com a necessidade de aprenderem a utilizar as TIC nas suas aulas e a explorá-las numa perspectiva educativa que possibilite a compreensão integrada dos conceitos e processos científicos e que, ao mesmo tempo, fomente a aprendizagem autónoma ao longo da vida. Apresentamos os resultados da leitura pessoal do modelo de abordagem proposto por M. Linn (1998) que nos parece especialmente vocacionado para atingir aqueles objectivos.*

## Introdução

\_\_\_\_\_ Todos os países são actualmente confrontados com a necessidade de reavaliarem os seus sistemas de ensino face às necessidades criadas pelas mudanças provocadas por uma nova ordem social e económica que implica trabalhadores com mais capacidades (*Knowledge workers*), mais flexibilidade, isto é, capacidades de aprendizagem ao longo da vida (*lifelong learning skills*) e mais autodidatas, quer em ambiente de trabalho autónomo, quer de grupo (*independent learning and key skills*)

A promoção de trabalhadores altamente qualificados requer, além da informação, o desenvolver de capacidades como a flexibilidade, a iniciativa, a criatividade, a resolução de problemas e a abertura à mudança. Os empregadores procuram aprendentes ao longo da vida com um bom conjunto de capacidades chave (Maier and Warren, 2000). Como dar resposta a estas necessidades? Como desenvolver as capacidades pretendidas?

Como perspectivar o ensino /aprendizagem perante um número cada vez maior de aprendentes e com modos de aprender mais diversificados?

As mudanças que actualmente se fazem sentir em Educação e que ocorrem a um ritmo nunca antes experimentado, mostram que estamos a atravessar um período revolucionário (Maier and Warren, 2000). Uma parte essencial dessas mudanças está directamente relacionada com a utilização das novas tecnologias da informação e comunicação (TIC) no nosso quotidiano.

A utilização das TIC em educação é uma realidade sobre a qual devemos reflectir e prepararmo-nos para as mudanças que provoca. Os próprios alunos quando ingressam na escola trazem expectativas que incluem o uso das tecnologias do computador nomeadamente para acederem a recursos e para comunicarem.

Os professores são confrontados com a necessidade de aprenderem não só a utilizar as TIC nas suas aulas, mas também a aplicá-las numa perspectiva educativa que fomente uma aprendizagem mais aberta e independente.

À medida que as TIC se foram tornando mais acessíveis grupos de especialistas nas mais diversas disciplinas procuraram encontrar formas de as explorar no ensino/aprendizagem da Ciência e de perspectivar enquadramentos teóricos que funcionem como guia para futuras inovações. A existência de grande quantidade de informação relacionada com as TIC, que surge de forma dispersa e muitas vezes não integrada em contextos educativos, realça a necessidade de perspectivar do ponto de vista teórico a integração e exploração das novas tecnologias, na sala de aula.

## 1. A Tecnologia e as Reformas Curriculares

Não podendo desligar o papel da tecnologia educativa<sup>1</sup> no desenvolvimento de capacidades chave e no fomentar da aprendizagem ao longo da vida, é importante analisar o papel que esta desempenhou nas últimas reformas curriculares e descobrir o papel que pode realmente vir a desempenhar. Isto implica uma análise cuidadosa do modo como os alunos aprendem. (Linn 1998).

As perspectivas que têm enquadrado o ensino/aprendizagem da Ciência tem divergido ao longo do tempo.

A perspectiva expositiva, vigente até á reforma curricular dos anos 60, valorizava o ensino da Ciência através da transmissão, exposição de conhecimentos. É uma perspectiva linear e intuitiva da aprendizagem que valoriza explicações de fenómenos científicos. Estes podem ser apresentados através de textos, conferências filmes, etc., e espera-se que os alunos aprendam os modelos científicos<sup>2</sup> a partir dessas explicações.

As tecnologias educativas existentes eram utilizadas pelos professores para ilustrar os modelos científicos e realçar as respectivas explicações.

As dificuldades de aprendizagem evidenciadas pelos alunos e a inoperância daqueles modelos na resolução dos problemas quotidianos leva à formulação de novos objectivos e ao repensar do papel das actividades práticas nas aulas de Ciências. Nesta nova perspectiva, *hands-on*, o trabalho experimental realizado pelos alunos é utilizado para aumentar as explicações dos modelos científicos.

O papel da tecnologia altera-se: passa a ser utilizada pelos alunos nas actividades experimentais que desenvolve tendo em vista fomentar quer a construção pessoal de conceitos científicos quer a compreensão dos processos científicos.

Embora todos os cientistas partilhem o objectivo de expansão do conhecimento e de compreensão do mundo, nem todos estão de acordo quanto ao que consideram constituir o conhecimento científico. De facto a aceitação de metodologias, paradigmas de investigação e mesmo resultados de investigação depende do contexto social em que são desenvolvidas. É prática normal os cientistas procurarem, em conjunto, compreender fenómenos complexos, apresentando explicações aos seus pares e negociando o significado das suas experiências em encontros seminários, etc..

Mais recentemente a perspectiva social construtivista, dando ênfase ao contexto social em que são desenvolvidos os conhecimentos científicos, procurou capitalizar este processo da construção social do conhecimento para o ensino. Alargar os benefícios da interacção na sala de aula passa a ser um objectivo importante. Para o aluno, a conversa com os colegas pode fornecer explicações alternativas de um fenómeno científico e introduzir critérios e evidências que os ajudam a distinguir e a seleccionar os modelos científicos adequados.

A utilização das TIC permite aumentar essa interacção através da criação de comunidades escolares em que se podem explorar os aspectos mais relevantes das comunidades científicas.

## **2. Uma nova abordagem para o Ensino/Aprendizagem da Ciência**

Qualquer das perspectivas referidas, expositiva, *hands-on*, e social construtivista apresenta aspectos que podem ser considerados como positivos, embora segundo Linn (1998), qualquer delas seja incompleta para conseguir que todos os cidadãos sejam aprendentes autónomos de Ciência ao longo da vida.

Com este objectivo, Linn e outros autores (*in* Linn,1998) desenvolveram uma nova abordagem para o ensino da Ciência, **Integração Apoiada do Conhecimento**, (*Scaffolding Knowledge Integration*) em que as tecnologias do computador surgem como parceiro privilegiado de aprendizagem e ao mesmo tempo são integrados os aspectos positivos daquelas perspectivas.

Esta abordagem desdobra-se em quatro componentes complementares:

- o primeiro relaciona-se com os **objectivos para a aprendizagem de Ciência** incluindo os de aprendizagem ao longo da vida;
- o segundo está relacionado com o **tornar visível o pensar da ciência**, e pode ser visto como uma mistura das abordagens expositiva e de *hands-on* (Linn,1998);
- o terceiro componente valoriza a **criação de aprendentes autónomos**, capazes de se responsabilizarem pela suas aprendizagens e pela construção de explicações pessoais;
- o quarto componente está relacionado com o **contexto social da aprendizagem** de ciência.

### 2.1. Identificar novos objectivos

Defrontamo-nos com uma tendência para o aumento nos *curricula* de tópicos e de objectivos. Por um lado há quem advogue a necessidade de incluir nos *curricula*, cada vez mais cedo, mais tópicos e mais abstractos para que se possa avançar para lá desses tópicos nos cursos a seguir e, por outro lado, as ferramentas tecnológicas, como videos, filmes e visualizações em computador, pondo os estudantes perante um crescendo de temas, encorajam os professores a expandir os *curricula* em vez de fomentarem a compreensão integrada dos conhecimentos (Linn,1998:276). Neste contexto, ser capaz de agarrar e gerir a explosão da informação deve ser um dos objectivos essenciais para o ensino da Ciência.

A **Integração Apoiada do Conhecimento (IAC)** valoriza objectivos que simultaneamente promovem a compreensão integrada de conhecimentos e fornecem fundamentos básicos para subsequentes aprendizagens em Ciência (Linn & Muilenburg 1995 *in* Linn, 1998). Os cursos de ciência devem conseguir motivar os alunos para relacionar ideias, interpretar explicações e ligar informação às ideias que já possuem. Os conceitos abordados devem ser inteligíveis e úteis para os alunos, para que os possam continuar a aperfeiçoar mesmo depois de terem concluído os respectivos estudos.

Para estabelecer objectivos que vão ao encontro daqueles dois critérios, a perspectiva **IAC** subscreve a utilização de um conjunto de modelos, coerentes com a mudança conceptual. O aluno pode, assim, ter acesso a várias explicações para o mesmo fenómeno que, segundo os cientistas, podem ter a mesma explicação básica.

A formulação de objectivos para os cursos de Ciência implica seleccionar modelos que os alunos sejam capazes de compreender e distinguir das ideias pessoais preexistentes. Deve também ser valorizada a exploração de um conjunto

de modelos que permita aos alunos acrescentar aos seus conhecimentos mais modelos e mais abrangentes e a distinguir entre vários modelos a melhor explicação para uma dada situação.

Esta abordagem respeita as ideias construídas pelos alunos e ao mesmo tempo mostra que o progresso da Ciência envolve a exploração de explicações alternativas.

A capacidade de selecção entre vários modelos constitui um objectivo adicional para o ensino de Ciência, importante para ajudar os alunos a serem aprendentes autónomos.

A **IAC** apresenta modelos intermédios que fazem a ligação com as ideias dos alunos e fornecem uma base sólida para a aprendizagem futura de Ciência.

O *curriculum* tendo o computador como parceiro de aprendizagem (CPA) introduz esses modelos intermédios que encorajam o alunos a ligar as experiências do quotidiano e a fazer previsões com base na avaliação pessoal dos dados disponíveis. Assim os alunos podem adicionar mais modelos ao seu reportório e aumentar a sua confiança num dado modelo.

A tecnologia do computador torna este *curriculum* mais rico ao disponibilizar, em tempo real, a exploração de simulações de acontecimentos complexos e de experiências com materiais comuns a partir de um dado conjunto de dados.

## 2.2. Tornar visível o pensar

Na perspectiva **IAC**, as explicações correspondem a oportunidades para tornar visível o pensamento científico.

O estudo de casos (Linn & Clancy, 1992b, in Linn, 1998) pode ser utilizado para tornar visível o pensar relativo ao processo de resolver problemas. O uso de visualizações, filmes, modelos, simulações e outras representações dos fenómenos científicos que ajudam os alunos a ligar e relacionar ideias, podem também tornar o pensar visível. Estes recursos tecnológicos dirigem a atenção do aluno para a informação que é importante ao mesmo tempo que aumentam a eficácia da aprendizagem. Do ponto de vista do professor aumenta o tempo disponível para apoiar os alunos, individualmente ou em grupo.

Dada a enorme diversidade de aprendentes quando se fornecem diferentes representações para as explicações aumenta-se a probabilidade de mais alunos terem acesso a ideias científicas e de as compreenderem. O grau de utilidade, que as diferentes formas de apresentar conhecimentos proporciona, é variável de aluno para aluno: uns acham as visualizações úteis, outros as descrições verbais, outros acham as simulações e os modelos mais úteis e, para outros, são mais importantes as pistas sensoriais e as experiências de manipulação (Linn, 1998).

A exploração das TIC na sala de aula pode ser particularmente útil pela diversidade de representações que pode oferecer.

Tornar o pensar visível pode, mesmo assim, não resultar. Os alunos podem isolar as explicações em vez de as integrarem nos seus conhecimentos e as utilizarem para explicar novos fenómenos, podem interpretar mal as explicações, (por exemplo, podem não perceber os limites das simulações), etc...

Ferramentas tecnológicas como o microscópio, microscópio electrónico, telescópio, lasers, computadores e ciclotrões podem ajudar a visualizar ideias, mas também podem confundir se não forem devidamente enquadradas. Por exemplo os alunos ao interpretarem informação de um telescópio concluíram que ele trouxe os objectos para perto deles em vez de concluírem ter aumentado a sua capacidade visual (Bell, 1995 *in* Linn, 1998).

### 2.3. Encorajar a autonomia

Na perspectiva **IAC**, para encorajar a autonomia, são exploradas, quer as explicações quer as actividades de integração do conhecimento. Dado que a aprendizagem autónoma envolve automonitorização e autoregulação, os alunos são encorajados a questionar, a criticar, a analisar, a reflectir sobre e a interpretar as explicações que encontram. Trata-se de uma aprendizagem activa em que a integração do conhecimento, se processa a partir da análise e crítica dos conhecimentos preexistentes.

Uma parte dos alunos procede autonomamente. Por exemplo, constróem explicações pessoais a partir da leitura de textos ou de informação científica que encontram, reflectem sobre a sua compreensão, identificam inconsistências e confusões e são capazes de automonitorizarem e autoregularem a sua aprendizagem.

Para desenvolver estas capacidades em mais alunos é importante reflectir sobre o modo de o conseguir.

As opiniões dos alunos sobre a aprendizagem autónoma, avaliadas em vários estudos (Linn & Songer 1991, 1993 *in* Linn, 1998), são variadas. Os alunos que acreditam que a aprendizagem é um processo passivo ou que não podem compreender ideias científicas, evitam a aprendizagem autónoma. Pelo contrário os que acreditam que as ideias científicas podem ser compreendidas, que as perguntas difíceis devem ter explicação e que as inconsistências devem ser resolvidas são os que se envolvem na aprendizagem autónoma. Os aprendentes autónomos assumem o papel de críticos de si próprios, dos outros e das experiências científicas do passado.

Para os alunos que têm um comportamento passivo, uma abordagem de ensino do tipo *previsão-observação-explicação* parece ser a mais eficaz em termos

de aprendizagem. Nesta, os alunos fazem previsões relativas aos produtos das experiências científicas, observam os resultados e procuram explicá-los.

Para encorajar a autonomia, podem comprometer-se os alunos como investigadores e como críticos. Assim, ao compararem os resultados do seus trabalhos com os dos outros percebem o respectivo valor e limitações. No entanto, é frequente os alunos resistirem ao criticismo e concluírem que duas respostas em conflito, relativas a uma situação experimental, são ambas válidas (Linn, 1998). Os alunos devem ser levados a reflectir, criticar e autoregular a condução de uma investigação.

As tecnologias do computador oferecem vários tipos de pistas e de ajuda que podem propiciar a reflexão e a tomada de decisões, nomeadamente a de procurar apoio.

A autonomia pode também ser desenvolvida, segundo Brown & Campione (1994 *in* Linn, 1998), comprometendo os alunos como tutores e ajudando-os a especializarem-se em determinados tópicos de modo a serem os especialistas na sala de aula.

O encorajar da autonomia passa também pelo comportamento do professor. Este deve ser capaz de autocritica e de equilibrar as oportunidades de acesso de todos os alunos à aprendizagem de ciência.

Assim os *curricula* de Ciência podem desenvolver a autonomia ajudando os estudantes a adquirir conhecimentos na prática de ciência, comprometendo-os na automonitorização e reflexão e a actuarem como tutores, como investigadores e como críticos.

#### 2.4. Fornecer suporte social

O aspecto social da aprendizagem é valorizado na perspectiva IAC. O suporte social pode dar mais pistas ou sugestões que permitem aos alunos progredir no seu raciocínio do que aconteceria se isolados (Vygotsky, 1978).

Segundo Linn & Clancy, (1992 *in* Linn 1998), quando os professores, ou os alunos, implementam estratégias apropriadas e autónomas de investigações científicas e dão orientações que ajudam a reflectir, criticar ou monitorizar estão a dar suporte social.

Os alunos, ao trabalharem em grupo, podem comportar-se como uma comunidade, semelhante às que estão envolvidas em vários projectos, e especializar-se em assuntos diferentes constituindo-se como recursos relativamente aos outros alunos (Brown e Campione, 1992; Scardamalia & Bereiter, 1992 *in* Linn,1998). Assim, através da experiência de outros aprendentes um grupo de alunos pode atingir um grau mais elevado de compreensão do que cada um atingiria sozinho.

A instituição na aula de ciência de um suporte social real significa ter que lidar com normas sociais. Os alunos podem ser marginalizados, discriminados entre eles ou ignorados e ao trabalharem em grupos sociais podem reforçar estereótipos (Hawkins 1991; Linn & Burbles 1993 *in* Linn 1996). A criação de ambientes de aprendizagem colaborativos (Panitz,1996) pode ser uma alternativa apropriada, para evitar os estereótipos.

As tecnologias interactivas podem encorajar verdadeiras interacções sociais. Por exemplo, é possível criar no computador um 'Quadro de Grupo' em que cada elemento do grupo expressa de forma independente a sua opinião sobre um dado aspecto do trabalho desenvolvido (ex: a síntese final sobre um dado tema). Esta forma de interactividade permite que os indivíduos e os grupos prestem mais atenção aos seus pares (Linn,1992 *in* Linn, 1998).

As primeiras investigações sobre a aprendizagem de grupo apoiada por computador sugerem que os grupos com dois elementos são mais produtivos do que os grupos maiores por duas razões: o pequeno tamanho do ecrã do computador e porque no trabalho a dois o respeito mútuo é maior (Madhok, 1992 *in* Linn 1998).

Organizar a sala de aula de modo a encorajar o apoio social implica valorizar o respeito nas relações entre os alunos e criar oportunidades para todos eles desenvolverem especialização numa dada área. Os alunos respeitam mais facilmente os seus colegas quando reconhecem a sua 'especialização'.

As tecnologias da comunicação por redes, aumentam as oportunidades de suporte social dos alunos de ciência, ao facultar a colaboração com cientistas, com os pais e professores de outras salas de aula e com outros elementos da sociedade. Podem também aumentar a confiança dos alunos nos especialistas e, ao mesmo tempo, ajudá-los a aprenderem a avaliar informação proveniente destes especialistas.

Linn (1998), para ultrapassar as dificuldades económicas e logísticas associadas às comunicações entre alunos e cientistas, utilizou um modelo no qual os alunos que desejam encontrar uma resposta para uma questão científica começam por procurar todas as respostas disponíveis recorrendo a fontes tradicionais e só, quando não conseguirem encontrar a resposta pretendida, fazem seguir a pergunta através da rede.

Vários cientistas podem responder a uma nova questão de diferentes formas. Por vezes discordam entre si. A leitura de séries destas respostas pode funcionar como ilustração do que é o discurso científico e da existência de modelos alternativos para os fenómenos científicos. Orientar os alunos a usar de forma produtiva os recursos tecnológicos da comunicação por rede é actualmente uma tarefa de grande importância na ensino da Ciência.

A implementação da abordagem de ensino/aprendizagem preconizada pelo IAC passa pela exploração equilibrada dos quatro componentes acima referidos.

Os novos objectivos tornam a ciência mais importante para um maior número e variedade de alunos. As tecnologias que tornam o pensar visível aumentam a variedade de explicações disponíveis indo ao encontro das necessidades de uma maior fatia de alunos. As tecnologias e as práticas da sala de aula podem ajudar os alunos a tornarem-se aprendentes autónomos e a tirarem partido da natureza social da aprendizagem da ciência

## **Conclusões**

A análise do impacto da tecnologia no ensino/aprendizagem da ciência, baseada na perspectiva IAC, ajuda-nos a perceber a dificuldade e a complexidade de qualquer reforma educativa que pretenda incorporar as novas tecnologias no *curriculum*.

A introdução no *curriculum*, do computador como parceiro de aprendizagem valoriza princípios práticos importantes que constituem uma base sólida para o trabalho futuro. A utilização desses princípios, pelos alunos, possibilita que aprendam e se preparem para usar as novas tecnologias, nomeadamente os recursos em rede, à medida que os seus conhecimentos aumentam e evoluem. Esta forma de utilização do computador permite fomentar a aprendizagem autónoma e aumentar as possibilidades de acesso de mais alunos à compreensão científica.

Conciliar o objectivo de dar visibilidade ao pensamento científico com o de encorajar a autonomia, não é fácil. Ao tornar o pensar visível fornecem-se explicações claras que aumentam a eficiência da aprendizagem, mas os alunos podem processar as explicações de uma forma passiva em vez de se envolverem activamente na sua compreensão.

As explicações veiculadas pelas TIC podem ajudar os alunos a aprender de forma autónoma, através de sugestões que os levem a reflectir sobre a informação e a integrá-la com experiências pessoais e a estabelecer ligações entre diferentes aspectos abordados nas aulas. No entanto o uso de explicações multimédia de conceitos científicos abstractos com alunos demasiado jovens pode ter resultados indesejáveis.

As tecnologias interactivas podem encorajar os alunos como investigadores e críticos, tornando-os mais autónomos e capazes de aceder a ideias científicas. Na utilização destas tecnologias para tutorar e dar indicações aos alunos há que procurar o equilíbrio entre o fornecer de explicações e o encorajar da autonomia.

As estratégias tendo subjacentes o objectivo de dar suporte social devem ser cuidadosamente implementadas de modo a evitar o perigo de reforçar este-reótipos sociais. Quando os alunos trabalham em grupo, podem individualmente, comportar-se de forma estereotipada (ex: os rapazes podem dizer às raparigas

que a ciência é um domínio de homens). Também os professores, inadvertidamente, podem reforçar estereótipos. A explicitação destes processos é importante para ajudar os alunos a desenvolver formas de interacção mais respeitosas e evitar os estereótipos.

As tecnologias de rede ao dar acesso a uma gama cada vez mais alargada de explicações, e ao tornar possíveis as ligações entre estudantes e cientistas podem desencadear situações de conflito entre as explicações abstractas, geralmente privilegiadas pelos cientistas, e os modelos concretos, mais relevantes para os alunos. As comunicações em rede com cientistas podem ser ideais, para os alunos que desejam aceder e compreender os últimos modelos científicos.

A rápida evolução dos recursos tecnológicos permite progressos importantes em vários dos aspectos que integram os quatro elementos considerados na abordagem IAE.

A inovação tecnológica sendo determinante para a evolução da ciência, oferece ferramentas que possibilitam novas formas para resolver alguns dos problemas ligados à aprendizagem da Ciência nomeadamente através de simulações apropriadas que tornam realista a ciência qualitativa e de recursos em rede que facilitam o acesso a ideias científicas mais avançadas e deslocam a aprendizagem da ciência para o último modelo (*just in time model*).

Assim, mais do que ensinar aos alunos tudo o que precisam de saber, o curriculum deve fornecer uma base firme para continuar a aprender de forma autónoma, utilizando a informação em rede. Os cursos devem também enfatizar princípios qualitativos de aplicação alargada em vez de princípios mais abstractos. Devem fornecer um conjunto limitado de modelos que permita aos alunos explorar problemas científicos, a vários níveis de abstracção, através da condução de projectos sustentados.

Os objectivos do *curriculum* de ciência têm evoluído em função da evolução das tecnologias. Nos anos 60 o equipamento de laboratório era usado para enfatizar as capacidades de pensar dos cientistas. Nos anos 90 este equipamento possibilita enfatizar uma **compreensão integrada** do conhecimento através da revitalização de projectos onde os alunos aprendem a ligar e relacionar ideias (Linn & Clark, 1995). Recentemente as tecnologias de computador e das redes vêm alargar as oportunidades de colaboração em projectos e apoiar actividades, cada vez mais complexas (Goldstein 1992, Gordin & Pea, 1995; Gordin *et al* 1994 in Linn, 1998) na sala de aula.

Os alunos que aprendem a usar as modernas ferramentas tecnológicas estão melhor preparados para o mercado de trabalho e para actualizarem e alargarem os seus conhecimentos.

Assim, o ensino em ciência precisa de dar resposta ao avanço tecnológico de duas formas: primeiro pela definição cuidadosa de objectivos de ensino de tal

modo que sejam ao mesmo tempo realistas e fundamentais e segundo pela inclusão entre esses objectivos da compreensão tecnológica que está na base da competência para o mercado de trabalho e da aprendizagem ao longo da vida.

Compreender de forma efectiva a natureza da ciência e a natureza da nossa própria aprendizagem assume particular importância na promoção da autonomia

À medida que a informação aumenta e se torna cada vez mais acessível, os alunos precisam cada vez mais e mais de capacidades para determinarem a validade das evidências científicas, compreenderem as perspectivas dos que as comunicam e interpretar novas comunicações.

Investigadores, inovadores em *curriculum* e designers de tecnologia precisam de se associar no sentido da promoção da autonomia com vista a criar cidadãos preparados para o Séc. XXI.

A redefinição da sala de aula como comunidades de aprendentes ligados em redes onde são apresentados diversos pontos de vista relativos aos fenómenos científicos, implica também uma redefinição do papel dos professores de ciência. Este deverá ser um mais um "gestor" e "orientador" das interacções entre os aprendentes dessas comunidades de forma a promover uma aprendizagem integrada e efectiva da ciência onde se equilibram explicações e autonomia.

De um modo semelhante, a criação de comunidades de professores, geograficamente separados, que usam abordagens diferentes no ensino de ciência pode melhorar substancialmente esse ensino. Podem dividir tarefas relativamente a diferentes tópicos de ciência, partilhar materiais de ensino, planos de lições e ferramentas de avaliação e podem ainda explorar novas formas de cooperação. Membros de um grupo virtual podem mesmo responsabilizar-se pela avaliação de grupos de alunos fora da sala de aula no sentido de melhorar a aprendizagem (Linn, 1998).

A inovação tecnológica continua a passar á frente da resposta da comunidade educativa.

Encontrar formas eficazes para incorporar a tecnologia no ensino da ciência permanece um desafio. As técnicas mais promissoras requerem ensaio e melhoramento para atingir todas as suas potencialidades, antes de poderem ser utilizadas na sala de aula. Isto implica criar materiais piloto experimentá-los na sala de aula e refiná-los antes de novas provas.

A formação de comunidades virtuais de professores particularmente vocacionados, que criem as suas próprias aplicações e as integrem numa base de recursos *online* pode ser uma solução alternativa.

As tecnologias do computador têm um papel fundamental nesta área: permitem preparar, compilar e distribuir material educativo e oferecem acesso integrado a ambientes multimedia de aprendizagem aberta (Maier and Warren, 2000).

A medida que o conhecimento aumenta e que as inovações tecnológicas tornam a necessidade de especialização cada vez maior, a procura dos requisitos educativos que criam aprendentes autónomos aumentará. Assim, os alunos devem ser preparados para usar as modernas tecnologias, assim como para aprenderem a aprender à medida que progridem nos seus estudos.

## Notas

<sup>1</sup> No contexto educativo, a designação de tecnologia refere-se a um conjunto alargado de ferramentas usadas na sala de aula e que incluem equipamento de laboratório, como aparelhos de medida, de observação (microscópios, lupas, clinómetros.); materiais video, como animações, filmes, televisão; media interactivos, como programas tutoriais em computador, ambientes de programação e ambientes apoiados de aprendizagem; e meios electrónicos de comunicação, como e-mail, e foruns de discussão *on-line*.

<sup>2</sup> Actualmente Compreender Ciência implica desenvolver e refinar ideias, de um modo integrado, acerca dos fenómenos científicos. Implica analisar, associar, testar e reflectir sobre conceitos científicos. Os aprendentes bem sucedidos são capazes de compreender exemplos, abstracções e princípios seleccionando a informação adequada e transformando-a num todo coerente a que podemos chamar modelo. Nesta perspectiva consideramos como modelo qualquer padrão, ideia, explicação ou regra que o aprendente reutiliza para explicar uma nova situação. Os alunos com sucesso vão aperfeiçoando os seus modelos e vão testando a sua eficácia.

## Bibliografia

- FLEURY, M. (1993), L'Enseignement Assisté par Ordinateur: Que Faut-il Penser? <http://ww.fase.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/voll/no2/eao.html>
- HODSON, D. and HODSON J. (1998), "From constructivism to social constructivism: a Vygotskian perspective on teaching and learning science", *School Science Review*, June, 79 (289) p.33-41
- JAMES, J., CSETE, J. and KWAN, K.P. (1998), "A Model for Supporting Subject\_Matter Expert Faculty in Developing Quality Computer assisted Learning Software". Proceedings of ED\_MEDIA 98 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications.
- LINN, Marcia C. (1989), Science Education and the Challenge of Technology, in J. Ellis (ed), *Informal Technology and Science Education* (Association for the Education of Teachers in Science Yearbook), ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education, Washington, DC, 119-144.
- LINN, Marcia C. (1995), "Designing Computer Learning Environments for Engineering and Computer Science: The Scaffolding Knowledge Integration Framework", *Journal of Science Education and Technology*, 4, 103-1026
- LINN, Marcia C. (1998), "The Impact of Technology on Science Instruction: Historical Trends and Current Opportunities", in B.J.Fraser and K.G. Tobin (eds), *International Handbook of Science Education*, 265-294. Kluwer Academic Publishers, Great Britain.
- MAIER, P. and WARREN, A. (2000), *Integrating Technology in Learning & Teaching*, Kogan Page, London
- PANITZ, T. (1996), A Definition of Collaborative vs Cooperative Learning, publish by DeLiberations, <http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html>
- VYGOTSKY, L.S. (1978), *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*, Harvard University Press, Cambridge, MA.