

## José Armando Valente

Em palestra para o II E-TIC

*José Armando Valente é coordenador do Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Universidade de Campinas – NIED/Unicamp e professor convidado do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo -*



*Ced/PucSP. Dentre os temas de pesquisa de seu interesse destacam-se: a criação de ambientes de aprendizagem que utilizam o computador; o desenvolvimento de metodologias de formação usando computadores em escolas e empresas, presencial ou a distância e o estudo do potencial do computador como ferramenta educacional. A palestra apresentada a seguir foi proferida no II Educação e Tecnologias da Informação e Comunicação – II E-TIC/2004, promovido pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Estácio de Sá.*

### *Sobre o II E-TIC*

*O II E-TIC foi realizado no campus Centro I, organizado por docentes da*

*Linha de Pesquisa Tecnologias da Informação e Comunicação nos Processos Educacionais e teve como objetivos: (a) debater perspectivas e desafios das TIC na educação e na cibercultura; (b) promover um espaço de troca entre diversas instituições que trabalham com as TIC na Educação; (c) difundir produções acadêmicas recentes da Linha de Pesquisa. O professor José Armando Valente abriu o evento no dia 3 de novembro de 2004 com a palestra cujo texto está publicado nesta Seção. A programação incluiu: painéis e palestras sob a responsabilidade dos professores Marcos Elia (NCE/UFRJ), Marcelo Bairral (UFRRJ), Raquel Goulart Barreto (UERJ), Gianna Oliveira Roque (PUC) e Elomara Castillo Barilli (FIOCRUZ/Pólo ABED/Rio), Paulo Vaz (Eco/UFRJ) e Mohammed Elhajji (Eco/UFRJ); a apresentação de dissertações recém defendidas no PPGE por Eleonora Guimarães Melo, Fred Ferreira dos Santos e Maria Cely Lyrio; e da apresentação da tese de Samuel Bueno defendida na UERJ.*

## **Aspectos críticos das tecnologias nos ambientes educacionais e nas escolas**

### *Introdução*

Desde o início das pesquisas ou implementação das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na educação, no começo dos anos 80, as ações realizadas têm sido justificadas em termos da mudança na escola: de uma educação centrada na instrução que o professor passa ao aluno para uma educação em que o aprendiz realiza tarefas usando as TIC e, assim, podendo construir novos conhecimentos (VALENTE e ALMEIDA, 1997). Nesse contexto, tem sido fundamental entender o papel das TIC e o que se ganha pedagogicamente com o seu uso. As necessidades e prioridades da Educação no Brasil têm contribuído para que educadores e pesquisadores tenham um olhar mais crítico sobre as vantagens pedagógicas que as TIC podem oferecer. Não basta simplesmente melhorar o processo de transmissão da informação ou a preparação do aluno para saber usar essas tecnologias.

O termo “Informática na Educação”, como foi discutido em outra obra (VALENTE, 1999a), tem sido entendido ou praticado como o uso das TIC na realização de atividades de ensino-aprendizagem integradas a todas as disciplinas em todos os níveis e modalidades de educação. Para tanto, o professor da disciplina deve ter conhecimento sobre os potenciais educacionais dessas tecnologias e ser capaz de integrá-las às atividades de ensino-aprendizagem que realizam em sala de aula.

No entanto, a utilização das TIC nas experiências pedagógicas nas escolas que dispõem de laboratórios de informática ainda não contempla a abordagem integradora da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem baseada nos princípios da construção de conhecimento. Essa integração acontece em algumas experiências, porém em número muito limitado. Grande parte ainda vê a informática como um objeto estranho na escola ou trata-a como um apêndice, algo para ser feito fora da “aula”. Nesse caso, os laboratórios de informática são usados para ministrar aulas sobre aplicativos ou explorar os recursos tecnológicos, sem nenhum relacionamento com as disciplinas regulares do currículo.

Essa falta de integração das TIC nas disciplinas curriculares acontece por diversas razões e nesse artigo são discutidas algumas delas. De um ponto de vista macro, três razões se destacam: (a) a falta de compreensão sobre o que significa aprender, que acaba se materializando no pouco entendimento sobre a diferença entre informação e conhecimento, a distinção entre diferentes tipos de conhecimentos e a diferença entre o fazer e o compreender; (b) a pouca compreensão sobre o papel das TIC na construção

de conhecimento e como o professor pode intervir na relação TIC-aluno-projeto; e (c) a falta de uma visão administrativa que entenda a escola como geradora de conhecimento e, portanto, de repensar o papel também da gestão no sentido de ampliar o foco administrativo e pedagógico para o conhecimento gerado na escola, concebendo a instituição escolar como um organismo vivo que aprende, como observado por outros autores (FULLAN e HAGREAVES, 2000).

Hoje a escola deve ser abordada como um todo, entendida como uma instituição geradora de conhecimento, e os gestores e professores sendo vistos como gestores desse conhecimento gerado. Essa é a estratégia que entendemos que será capaz de ajudar a escola nessa mudança. Nesse artigo serão descritas cada uma das dificuldades mencionadas e a nova estratégia que está sendo adotada atualmente no trabalho com a escola.

#### *O que significa aprender*

Ambas – a memorização da informação e a construção de conhecimento – fazem parte do processo de aprender. Porém, uma formação totalmente baseada na memorização não dá mais conta de preparar pessoas para atuarem e sobreviverem na sociedade do conhecimento. Hoje, além de ter a informação é necessário dominar certos conceitos e adquirir outras habilidades e competências, que são impossíveis de serem simplesmente memorizadas. Essas habilidades e competências devem ser construídas por cada aprendiz na interação com objetos e com pessoas que coabitam o seu cotidiano.

Assim, a questão da aprendizagem efetiva, relevante e condizente com a realidade da atual configuração social se resume na composição de duas concepções: a informação que deve ser acessada e o conhecimento que deve ser construído pelo aprendiz. O desafio da Educação de um modo geral está em criar condições para que essa aprendizagem ocorra. Ainda persiste a idéia de que o aluno mostra que aprendeu se ele consegue realizar alguma tarefa relacionada com o assunto. Na verdade, existe uma diferença fundamental entre ser capaz de fazer algo e ter a compreensão conceitual sobre o que é feito – a diferença entre o fazer e o compreender. Um outro fator que influencia essa compreensão sobre a aprendizagem é a questão da distinção entre diferentes tipos de conhecimentos, como o que o aluno constrói e o que a humanidade tem construído.

### *Diferença entre informação e conhecimento*

Na maioria das vezes as ações educacionais, usando ou não as tecnologias, têm privilegiado a transmissão de informação. Ações que criam oportunidades de construção de conhecimento praticamente inexistem. A interação com as pessoas e com os objetos do meio tem sido substituída por “acesso” à informação, usando para isto os recursos tecnológicos – uma forma de camuflar o processo e sub-utilização dos recursos. O simples fato de navegar na internet tem sido entendido como uma oportunidade de interagir com a informação e, conseqüentemente, de construir conhecimento ou de aprender a aprender. Nesse sentido, vale questionar: o aluno ter acesso à informação que ele encontra na internet é suficiente para ele construir conhecimentos? Ser capaz de aplicar a informação obtida e realizar um projeto é suficiente para indicar que o aluno tem compreensão dos conceitos envolvidos na tarefa realizada? Para que esta construção ocorra é necessária uma interação que se estabelece entre o aprendiz e outras pessoas, que possam auxiliá-lo no processo de compreender o que está realizando e, com isso construir conhecimento.

Para efeito desse artigo, está sendo assumido que informação é o que encontramos na internet, nos livros ou mesmo o que as pessoas trocam entre si. Assim, passamos e trocamos informação, com o viés do significado ou da maneira como estruturamos a informação, que é próprio de cada indivíduo. O conhecimento é o que cada indivíduo constrói como produto do processamento, da inter-relação entre interpretar e compreender a informação. É o significado que é atribuído e representado na mente de cada indivíduo, com base nas informações advindas do meio em que ele vive. É algo construído por cada um, muito próprio e impossível de ser transmitido – o que é transmitido é a informação que é proveniente desse conhecimento, porém nunca o conhecimento em si.

A questão fundamental no processo ensino-aprendizagem é saber como prover a informação de modo que ela possa ser interpretada pelo aprendiz e que ações ele deve realizar para que essa informação seja convertida em conhecimento. Essa diferenciação não tem sido enfatizada no processo educacional e, portanto, o professor sem saber fazer essa distinção não consegue criar situações para que o aprendiz consiga construir conhecimento. A educação tem sido baseada na transmissão de informação ou ocupando o tempo do aluno com uma série de tarefas sem saber se elas estão sendo feitas mecanicamente ou com compreensão.

### *Distinção entre o fazer e o compreender*

Os processos de ensino-aprendizagem ainda são muitos baseados na solicitação de que o aluno ouça e faça tarefas. A idéia ainda é a de que o aluno mostra que aprendeu se ele é capaz de aplicar com sucesso as informações adquiridas. Porém, o fato de ele ter realizado uma tarefa com sucesso não significa necessariamente que compreende o que fez.

Piaget observou que há uma diferença entre o fazer com sucesso e o compreender o que foi feito (PIAGET, 1978). Crianças podem realizar ações complexas para alcançar um sucesso prematuro, que representa todas as características de um saber fazer (*savoir faire*), mas não compreender como ela foi realizada ou não estar atenta aos conceitos envolvidos na tarefa. Piaget também observou que a passagem dessa forma prática de conhecimento para o compreender é realizado por intermédio da tomada de consciência, que não constitui um tipo de iluminação (o dar o estalo), mas um nível de conceitualização (PIAGET, 1977a). Este nível de pensamento é alcançado graças a um processo de transformação de esquemas de ação em noções e em operações. Assim, por uma série de coordenações de conceitos mais complexos, a criança pode passar do nível de sucesso prematuro para um nível de compreensão conceitualizada.

Usando uma série de tarefas, como, por exemplo, derrubar uma seqüência de dominós, Piaget mostrou que a passagem do sucesso prematuro para a conceitualização é realizada em três fases: na primeira, a criança negligencia todos os elementos envolvidos na tarefa; na segunda, coordena alguns elementos, e na terceira, coordena todos os elementos envolvidos na tarefa.

Além da sucessão de fases, Piaget observou que, primeiro, não é o objeto que conduz a criança à fase de compreensão. Por exemplo, ser capaz de compreender como arranjar dominós em seqüência de modo que eles caíam quando o primeiro dominó cai, não implica, necessariamente, compreender como fazer um castelo com cartas de baralho. Para cada situação, a criança tem que transformar os esquemas de ação em noções e operações que estão envolvidas em uma determinada tarefa. Segundo, Piaget notou que a compreensão é fruto da qualidade da interação entre a criança e o objeto. Se ela tem a chance de brincar com os objetos, refletir sobre os resultados obtidos e ser desafiada com situações novas, maiores são as chances de ela estar atenta para os conceitos envolvidos e, assim, alcançar níveis cada vez maiores de compreensão conceitual.

Estas duas últimas observações são fundamentais para entender as novas relações que devem acontecer entre alunos e os objetos, e situações que deverão fazer parte do seu ambiente de aprendizagem. Essas novas relações deverão determinar novos papéis que deverão ser assumidos pelos diferentes profissionais que atuam na escola. Essa

mudança deve valer não só para as pessoas, mas também para a qualidade das interações que os alunos deverão ter com os objetos e atividades realizadas. Não será mais o fazer, chegar a uma resposta, mas a interação com o que está sendo feito, de modo a permitir as transformações dos esquemas mentais, como observado por Piaget. Por outro lado, os objetos e atividades deverão ser estimulantes para que o aluno possa estar envolvido com o que faz. Devem ser ricos em oportunidades, para permitir ao aluno explorá-las e possibilitar aberturas para o professor desafiar o aluno e, com isso, incrementar a qualidade da interação com o que está sendo feito. Portanto, a educação que leva o aluno a compreender o que faz e o que acontece no mundo exigirá uma mudança profunda dos papéis e ações que são realizadas na escola.

#### *Diferentes tipos de conhecimento*

Um outro fato que tem contribuído para o domínio da transmissão da informação em vez da conceituação no processo de ensino-aprendizagem é a falta de clareza na distinção entre diferentes concepções sobre o conhecimento. Na discussão até o momento, o conhecimento tem sido tratado como algo que o aprendiz constrói a partir das informações que recebe ou das relações que tem com os objetos do seu meio.

Por outro lado, existe a informação que consta das enciclopédias, dos livros textos, que é entendida como o “conhecimento” construído pela humanidade. São as leis que regem os fenômenos físicos, ou químicos, o funcionamento dos dispositivos mecânicos, eletrônicos, ou mesmo da área das ciências humanas como os fenômenos psicológicos, sociais, lingüísticos etc. Essas informações passam a ser vistas como fatos consumados, frutos da metodologia científica e comprovada pela ciência. São entendidos como o “conhecimento” que um sujeito “educado” deve saber.

A confusão surge com a idéia de que esse “conhecimento” por ser comprovado e já consumado, não deve ser reconstruído pelo aprendiz. Ele já existe, já foi elaborado e a escola como reprodutora do saber entende que esse “conhecimento” deve ser transmitido de modo que seus alunos possam adquiri-lo e ser considerados “educados”. O fato de o “conhecimento” já existir não implica que a forma como os aprendizes se apropriam desse conhecimento seja via transmissão. Por outro lado, o aprendiz não tem que reconstruir ou reproduzir a trajetória que a humanidade trilhou para a construção desse conhecimento. Se fosse assim, cada aprendiz deveria reproduzir os passos que os cientistas ou os grandes descobridores realizaram, originando um sistema educacional ineficiente e, assim, a humanidade teria pouca chance de evoluir. Portanto, a educação não deve ser totalmente baseada na transmissão, nem totalmente baseada na construção – nem tanto ao céu nem tanto à terra!

A ação educacional consiste justamente em auxiliar o aprendiz de modo que essa construção de conhecimento possa acontecer, criando ambientes de aprendizagem onde haja tanto aspectos da transmissão de informação quanto de construção, no sentido da significação ou apropriação desse conhecimento. Assim, a questão é como criar situações de aprendizagem para estimular a compreensão ou a construção de conhecimento? Uma das soluções tem sido o uso das TIC. Porém, se essas tecnologias não forem compreendidas não é qualquer uso que irá auxiliar o aluno na construção do seu conhecimento.

#### *O papel das TIC na construção de conhecimento*

O computador, como umas das TIC, apresenta um dos mais eficientes recursos para a busca e acesso à informação. Do mesmo modo, ele apresenta características, como a possibilidade de ser programado, que são fundamentais no processo de construção de conhecimento. A falta de compreensão dessas características faz com que o computador seja usado, porém com pouca eficácia do ponto de vista da aprendizagem.

Existem hoje sofisticados mecanismos de busca, que permitem encontrar de modo muito rápido a informação existente em banco de dados, em CD-Roms e mesmo na Web. Esta informação pode ser um fato isolado ou organizado na forma de um tutorial sobre um determinado tópico disciplinar. Porém, como foi dito anteriormente, somente ter a informação não significa que o aprendiz compreende o que obteve.

No caso do uso das TIC elas podem tanto enfatizar o processo de transmissão da informação quanto da construção de conhecimento. No segundo caso, é possível explorar certas características dessas tecnologias de modo que o professor possa ter uma visão mais apurada sobre o que o aprendiz está pensando e, com isso, poder auxiliá-lo no processo de construção de seu conhecimento. Assim, existem facilidades que as TIC oferecem, embora a exploração das mesmas demande um novo papel que o professor deve assumir na interação com o aprendiz.

#### *Diferentes usos das TIC na educação*

No caso dos tutoriais, a informação é organizada de acordo com uma seqüência pedagógica e o aluno pode seguir esta seqüência ou pode escolher a informação que desejar. Em geral, em *softwares* que permitem escolha, as informações são organizadas na forma de hipertextos (textos interligados) e passar de um hipertexto para outro constitui a ação de “navegar” no *software*.

Tanto no caso de o aluno seguir uma seqüência predeterminada quanto de o aluno poder escolher o caminho a ser seguido, existe uma organização previamente definida da informação. A interação entre o aprendiz e o computador consiste na leitura da tela (ou escuta da informação fornecida), no avanço na seqüência de informação, na escolha de informação, e/ou na resposta de perguntas que são fornecidas ao sistema.

O uso da internet e, mais especificamente da Web, como fonte de informação não é muito diferente do que acontece com os tutoriais. Claro que, no caso da Web, existem outras facilidades como, a combinação de textos, imagens, animação, sons e vídeos que tornam a informação muito mais atraente. Porém, a ação que o aprendiz realiza é a de escolher entre opções oferecidas. Ele não está descrevendo o que pensa, mas decidindo entre várias possibilidades oferecidas pela Web. Uma vez escolhida uma opção, o computador apresenta a informação disponível (execução da opção) e o aprendiz pode refletir sobre a mesma – reflexão sobre o resultado da opção ou a reflexão sobre conhecimentos que dispõe em vista do que foi obtido (abstração reflexionante). Com base nessas reflexões o aprendiz pode selecionar outras opções, provocando idas e vindas entre tópicos de informação e, com isto, navegar na Web. Estas ações são representadas na figura 1.



Figura 1 – Interação aprendiz-computador navegando na internet

A internet está ficando cada vez mais interessante e criativa, possibilitando a exploração de um número incrível de assuntos. Porém, se o aprendiz não tem um objetivo nesta navegação ele pode ficar perdido. A idéia de navegar pode mantê-lo ocupado por um longo período de tempo, porém muito pouco pode ser realizado em termos de compreensão e transformação dos tópicos visitados em conhecimento. Se a informação obtida não é posta em uso, se ela não é trabalhada pelo professor, não há nenhuma maneira de estarmos seguros de que o aluno compreendeu o que está fazendo.

Além disso, não ter objetivos claros nessa busca pode significar a falta de parâmetros para saber como depurar a informação obtida. Em ambos os casos cabe ao professor suprir essas situações para que a construção do conhecimento ocorra.

No caso da solução de problemas por intermédio da programação de computadores, o programa produzido pode ser visto como a representação, em termos de comandos desta linguagem, da resolução ou do projeto sendo desenvolvido. No entanto, este programa é mais do que a representação, já que ele pode ser executado pelo computador, produzindo um resultado. Este resultado quando confrontado com a idéia que deu origem ao programa possibilita ao aprendiz rever seus conceitos e com isto aprimorá-los ou construir novos conhecimentos. Assim, nasceu a idéia de que a programação acontece em ciclos, auxiliando o processo de construção de conhecimento.

O fato de o computador poder executar a seqüência de comandos que foi fornecida significa que ele está fazendo mais do que servir para representar idéias. Ele está sendo um elo importante no ciclo de ações *descrição-execução-reflexão-depuração*, que pode favorecer o processo de construção de conhecimento (VALENTE, 1993; VALENTE, 1999b). A aprendizagem decorrente tem sido explicada em termos de ações, que tanto o aprendiz quanto o computador executam, as quais auxiliam a compreensão de *como* o aprendiz constrói novos conhecimentos: como o aprendiz, durante o processo de resolução de uma tarefa, passa de um nível inicial de conhecimento para outros mais elaborados.

O ciclo de ações pode ser identificado como a descrição da solução do problema usando comandos da linguagem de programação; a execução desses programas, apresentando na tela um resultado. O aluno pode usar estas informações para realizar uma reflexão sobre o que ele intencionava e o que está sendo produzido, acarretando diversos níveis de abstração: abstração empírica, abstração pseudo-empírica e abstração reflexionante (PIAGET, 1995; PIAGET, 1997b; MANTOAN, 1994); e essa reflexão pode acarretar a depuração do programa quando o resultado obtido é diferente da sua intenção original. A depuração pode ser em termos de alguma convenção da linguagem de programação, sobre um conceito envolvido no problema em questão (o aluno não sabe sobre ângulo), ou ainda sobre estratégias (o aluno não sabe como usar técnicas de resolução de problemas). A depuração implica uma nova descrição e, assim, sucessivamente, repetindo o ciclo *descrição-execução-reflexão-depuração-descrição*.

Em algumas situações, o aluno pode não dispor do conhecimento necessário para progredir e isto significa abortar o ciclo. Neste ponto, entra a figura do professor ou de

um agente de aprendizagem que tem a função de manter o aluno realizando o ciclo. Para tanto, o agente pode explicitar o problema que o aluno está resolvendo, conhecer o aluno e como ele pensa, incentivar diferentes níveis de descrição, trabalhar os diferentes níveis de reflexão, facilitar a depuração e utilizar e incentivar as relações sociais (VALENTE, 1996). O grande desafio é fazer com que o aluno mantenha o ciclo em ação, de modo que o conhecimento possa crescer continuamente, em espiral, como será discutido mais adiante.

Além disso, o aprendiz está inserido em ambiente social e cultural constituído, mais localmente, por colegas, professores, pais, ou seja, pela comunidade em que vive. Ele pode extrair os elementos sociais e culturais como fontes de idéias e de informação, bem como identificar problemas para serem resolvidos, via computador. A interação do aprendiz com o computador e os diversos elementos que estão presentes na atividade de programação são mostrados no esquema da figura 2.

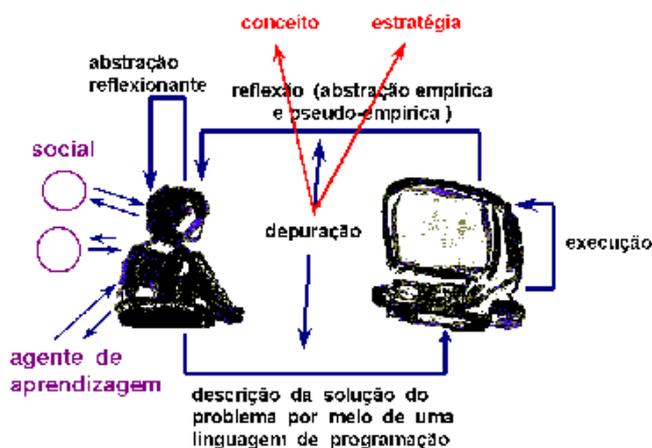


Figura 2 – Interação aprendiz-computador na situação de programação

O ciclo em que se dá o processo de programação pode acontecer também quando o aprendiz utiliza outros *software*, como processador de texto ou sistemas de autoria (VALENTE, 1993; VALENTE, 1999b). A diferença da programação para esses outros usos é o quanto esses outros *software* oferecem em termos de facilidade para a realização do ciclo *descrição-execução-reflexão-depuração-descrição*. A limitação não está na possibilidade de representar conhecimento, mas na capacidade de execução do computador. Por exemplo, no processador de texto é muito fácil representar idéias, e a representação é feita por intermédio da escrita em língua materna. Porém, o computador ainda não tem capacidade de interpretar esse texto fornecendo um resultado sobre o conteúdo do mesmo. Ele pode fornecer informação sobre a

formatação do texto, ortografia e, em alguns casos, sobre aspectos gramaticais. Mas não ainda sobre o significado do conteúdo. Isto tem que ser realizado por uma pessoa que lê o texto e fornece o “resultado” desta leitura em termos de significados, coerência de idéias etc.

A idéia do ciclo tem sido útil para identificar as ações que o aprendiz realiza e como cada uma delas pode ajudá-lo a construir novos conhecimentos sobre conceitos, resolução de problema, sobre aprender a aprender e sobre o pensar, como vai ser discutido em seguida. Porém, como mecanismo para explicar o que acontece com a mente do aprendiz na interação com o computador, a idéia de ciclo é limitada. As ações podem ser cíclicas e repetitivas, mas a cada realização de um ciclo, as construções são sempre crescentes. Mesmo errando e não atingindo um resultado de sucesso, o aprendiz está obtendo informações que são úteis na construção de conhecimento. Na verdade, terminado um ciclo, o pensamento nunca é exatamente igual ao que se encontrava no início da realização desse ciclo. Assim, a idéia mais adequada para explicar o processo mental dessa aprendizagem é a de uma espiral (VALENTE, 2002).

Isto significa entender a elaboração de uma tarefa em termos de atividades computacionais AC1, AC2, AC3... de modo que AC1 pode ser vista como a *descrição 1* dos conhecimentos de que o aprendiz dispõe em termos de comandos que o computador deve executar para que o problema seja resolvido; a *execução1* de AC1 fornece um resultado R1 que é obtido imediatamente e produzido de acordo com o que foi solicitado à máquina. Este resultado R1 é usado como objeto de *reflexão1*, podendo acarretar a depuração de AC1. A *depuração1* de AC1 significa produzir uma versão AC2, ou seja, uma *descrição2*. Esta versão AC2 incorpora níveis mais sofisticados de conhecimentos, provenientes da reflexão realizada pelo aprendiz ou de novos conceitos e estratégias que o aprendiz assimilou por intermédio de consultas em livros, especialista, colegas etc. AC2 quando executado produz um resultado R2, que é usado como objeto de reflexão e, assim, sucessivamente. Entretanto, em cada ação do ciclo há incrementos de conhecimentos. Cada uma das ações, *descrição1*, *execução1*, *reflexão1* e *depuração1*, *descrição2*..., contribui para a formação de uma espiral crescente de conhecimento que é construída à medida que o aprendiz interage com um computador, como indicado na figura 3.

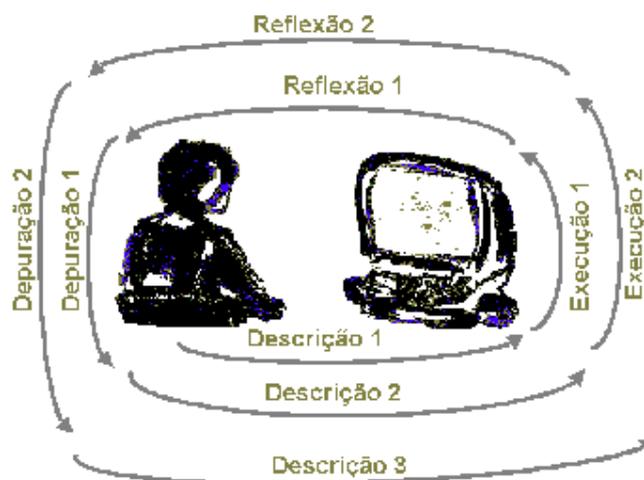


Figura 3 – Espiral da aprendizagem que acontece na interação aprendiz-TIC

Embora as ações descrição-execução-reflexão-depuração estejam sendo apresentadas de modo independente e seqüencial, na prática elas podem ocorrer simultaneamente. Essa separação é feita para poder compreender o papel de cada uma no processo de construção de conhecimento. Por exemplo, durante a execução, à medida que o resultado vai sendo produzido, o aprendiz pode estar refletindo. Portanto, a melhor representação desta espiral poderia ser um remoinho onde as ações estão ocorrendo simultaneamente (MORIN, 1997).

Como foi mencionado acima, tanto o ciclo de ações quanto a espiral de aprendizagem não acontecem sem o auxílio de um professor, que saiba o significado do processo de aprender por intermédio da construção de conhecimento.

#### *O papel do professor na interação com o aluno*

O ciclo que se estabelece na interação aprendiz-computador pode ser mais efetivo se mediado por um agente de aprendizagem ou professor. Para tanto, o professor precisa compreender as idéias do aprendiz e sobre como atuar no processo de construção de conhecimento para intervir apropriadamente na situação, de modo a auxiliá-lo neste processo. No entanto, o nível de envolvimento e a atuação do professor são facilitados pelo fato de a tarefa que está sendo descrita pode ser interpretada como a “descrição” do raciocínio do aprendiz, explicitando o conhecimento que ele tem sobre a mesma.

Essa tarefa pode ser um problema ou um projeto que o aprendiz realiza. O desenvolvimento do projeto serve como pano de fundo para o aluno fazer coisas, usar

conhecimentos que já dispõe e o professor poder trabalhar conceitos sobre o qual o aluno não tem total domínio, criando com isto oportunidades para que ele possa atingir níveis de compreensão cada vez maiores.

Assim, à medida que o aluno desenvolve seu projeto, o professor pode discutir conceitos que estão imbricados, porém que podem ser categorizados em 4 eixos: sobre desenvolvimento de projetos, sobre conceitos disciplinares envolvidos no projeto, sobre as TIC e sobre aprender.

No eixo “desenvolvimento de projetos” podem ser tratados de diversos assuntos como, por exemplo, a escolha do tema do projeto. Aqui são os valores, a ética e mesmo a atitude cidadã que pode determinar que o projeto possa ter um impacto na comunidade ou mesmo no meio social que o aluno atua. Outro tópico a ser tratado se refere às estratégias sobre como desenvolver o projeto: como iniciá-lo, como manter os objetivos estipulados, como saber que ele está resolvido e os objetivos foram atingidos etc. No eixo “conceitos envolvidos no projeto” pode-se discutir e trabalhar os conceitos disciplinares e intrínsecos ao tema do projeto (por exemplo, movimento dos planetas) ou mesmo sobre como aplicar um determinado conceito. Já no eixo “domínio das tecnologias”, podem ser trabalhados os conceitos relativos às TIC, como por exemplo, como funciona um comando de um *software*, que *software* é mais adequado etc. Finalmente, no quarto eixo, “estratégias sobre aprender”, podem ser trabalhadas as idéias sobre como aprender, por exemplo, onde e como buscar informação, que estratégia de aprendizagem está sendo usada pelo aluno. Na verdade, é uma dança que o professor e o aluno realizam, transitando e trabalhando em cada um destes quatro eixos de construção de conhecimento, como ilustrado na figura 4.

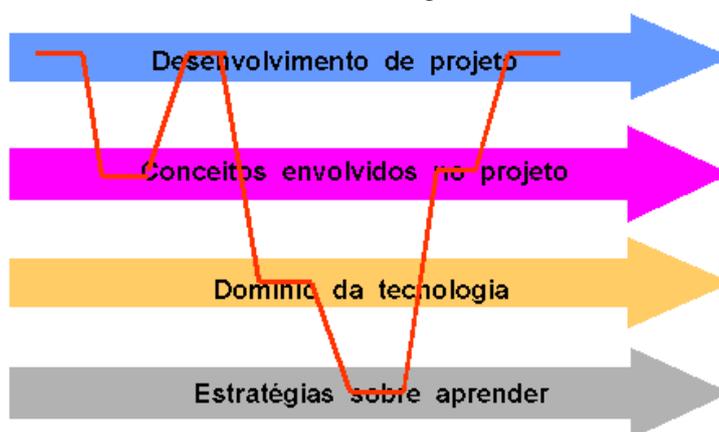


Figure 4 – “dança” que o professor e o aprendiz realizam para construir conhecimento sobre diferentes conceitos envolvidos no desenvolvimento de projetos

Porém, de que recursos o professor dispõe para poder realizar essa dança? Ela será bastante facilitada se o aprendiz puder manter o registro de suas ações de modo que o professor não necessite estar todo o momento ao lado do aluno, explorando as diferentes situações que surgem. Por outro lado, torna-se contraproducente o fato de o aluno ter que interromper seu trabalho para poder registrar suas ações. Neste sentido, as características do trabalho com as TIC fazem com que elas sejam bastante úteis, podendo desempenhar um papel fundamental para tornar o desenvolvimento de projetos uma estratégia pedagógica mais produtiva do ponto de vista da construção de conhecimento.

Neste sentido, as TIC desempenham diferentes papéis que podem auxiliar o aluno e o professor nesta dança. Primeiro, elas podem ser utilizadas na busca da informação de que o aprendiz necessita ou na elaboração de cálculos. Segundo podem auxiliar no processo de representação e explicitação do raciocínio e, por conseguinte, dos conceitos e estratégias que o aprendiz utiliza. Terceiro, as TIC podem executar este “raciocínio” à medida que apresentam o resultado do que foi solicitado à máquina em termos da representação e explicitação das ações que ela tem que realizar para resolver o projeto. Quarto, a apresentação dos resultados favorece a reflexão de modo que o aprendiz pode confrontar suas idéias originais com os resultados obtidos. Finalmente, se os resultados não são os esperados, não é difícil alterar a representação das idéias, depurando-as (VALENTE, 1999b).

É importante mencionar que as TIC auxiliam o trabalho do professor no sentido de que a explicitação das idéias e os resultados apresentados pela máquina permitem ao aprendiz observar o que foi realizado corretamente e o que ainda necessita melhorar. A intervenção do professor é fundamental nos momentos em que o aprendiz não consegue progredir, ou nos momentos de ser desafiado a procurar novas situações e, assim, ter a chance de dar saltos de qualidade no seu trabalho. Para isto, o professor deve estar formado no sentido de ter construído conhecimentos sobre os diferentes conceitos de modo a compreender o que o aluno está desenvolvendo e, com isto, saber intervir adequadamente, realizar a “dança” com o aluno no sentido de ajudá-lo a construir novos conhecimentos.

#### *A escola como geradora de conhecimento*

Os projetos de implementação da informática na escola têm sido centrados em duas ações básicas: instalação de laboratórios de informática na escola e formação dos professores para o uso desses recursos tecnológicos. E como foi mencionado no início

desse artigo, algumas escolas estão usando esses recursos adequadamente e, em muitas outras, a informática ainda é tratada como um apêndice, para ser usada depois da aula. Isso acontece pelo fato de a implantação das TIC na educação estar totalmente centrada no professor, sem assumir que a escola é um espaço de trabalho complexo, que envolve inúmeros outros fatores, além do professor e educandos (HARGREAVES, 1995). A implantação de novas idéias depende, fundamentalmente, das ações do professor e dos seus alunos, porém essas ações, para serem efetivas, devem ser acompanhadas de uma maior autonomia para tomar decisões, alterar o currículo, desenvolver propostas de trabalho em equipe e usar novas tecnologias da informação. Tal fato significa que a mudança na escola deve envolver todos os participantes do processo educativo – alunos, professores, diretores, especialistas, comunidade de pais – e essa mudança tem que ser vista como um processo em construção, realizado por todos esses participantes, contando com o apoio de especialistas externos para assessoramento e suporte técnico para o desenvolvimento curricular (GARCIA, 1995).

Essa visão significa entender que implantar a informática na escola não é somente um problema de incrementar atividades administrativas ou mesmo mecânicas por intermédio das TIC. Trata-se de implementar mudanças profundas, mudanças em procedimentos que são centenários e para que isto seja possível, é necessário um grande investimento em formação não só dos professores, mas dos gestores educadores em geral, incluindo, diretor, vice-diretor, coordenador pedagógico, supervisor etc. Todos os envolvidos, gestores, professores e alunos, necessitam ser construtores de conhecimento, cada um na sua área e especialidade de atuação, contribuindo para que a escola seja entendida como a instituição que constrói e gerencia conhecimento.

A idéia de a escola tornar-se geradora de conhecimento foi proposta por Dewey, no início do século passado, durante a Revolução Industrial (DEWEY e DEWEY, 1915). A escola não adotou essa sugestão, por isso tornou-se consumidora e transmissora do “conhecimento” construído pela humanidade. Atualmente a sociedade está passando por grandes mudanças que estão afetando o nosso modo de agir e pensar, e as empresas já estão alterando sua organização, seus procedimentos, deixando mais tempo para os funcionários aprimorarem as próprias ações, melhorando a interação empresa-cliente. Com isso a empresa passa a ser uma organização que aprende, gerando e não só consumindo conhecimento (WARDMAN, 1996). O mesmo ainda não acontece com as escolas (VALENTE, 1999c).

Se a nova abordagem educacional, como discutida ao longo desse artigo, é centrada no processo de construção de conhecimento que o aluno realiza, o mesmo deve ser verdadeiro para a formação dos professores e dos gestores da escola. Nesse sentido, a formação dos professores e gestores também deve ser fundamentada no processo de

construção de conhecimento, e também auxiliada pelo uso das TIC. Ou seja, os professores e gestores devem vivenciar os mesmos processos e experiências de construção de conhecimento que os seus alunos devem vivenciar (VIEIRA, ALMEIDA e ALONSO, 2003).

Os alunos, professores, e gestores no processo de realizar seus respectivos projetos utilizando as TIC estarão tendo a chance de construir seu conhecimento. Ao mesmo tempo, o produto realizado juntamente com o conhecimento construído podem ser descritos e documentados, constituindo um repositório de “conhecimento” gerado pela escola. São experiências contextualizadas na realidade da escola e que devem ser disseminadas e usadas como objetos de reflexão da própria escola ou de outras pessoas ou instituições educacionais – ou seja, a possibilidade da descontextualização do conhecimento e, com isso, a chance de saltos para outros níveis mais elevados de construção (PRADO e VALENTE, 2002; PRADO, 2003). As TIC poderiam ser utilizadas como importantes meios para armazenar e disseminar esse conhecimento.

Nesse caso, os recursos tecnológicos podem assumir três papéis na escola geradora de conhecimento. Primeiro, podem ser usados para resolver problemas e com isso auxiliar o aluno, professores e gestores no processo de construção do seu respectivo conhecimento, como mencionado acima. Segundo, as TIC podem servir como recursos para organizar e disseminar os conhecimentos gerados em todos os níveis. Isso pode ser feito por intermédio de banco de dados contendo informações geradas tanto do ponto de vista acadêmico quanto administrativo. O conhecimento acadêmico gerado em todos os níveis, do aluno ao gestor, pode ser disseminado para a sociedade na forma de páginas na internet ou por intermédio de outros meios como publicações. Terceiro, como uma interface digital de interação entre todos os participantes do processo educativo na escola, quanto com especialistas externos. Esses especialistas podem *estar junto* virtualmente da escola (VALENTE, 1999d), auxiliando cada um dos profissionais na realização de ações que contribuiriam para a construção de seu conhecimento e, portanto, para ser uma instituição mais eficiente como geradora de conhecimento. Do mesmo modo, as escolas podem estar interligadas e seus profissionais e alunos podem estar interagindo, formando uma verdadeira rede dinâmica de aprendizagem coletiva, como foi proposto e observado no Projeto Cer (VALLIN, 2004).

Assim, a implantação das TIC na escola não pode ser vista como a instalação do laboratório de informática e nem mesmo com um curso de formação de professores para o uso dessas tecnologias. As TIC devem estar impregnadas em todas as atividades, dos alunos, dos professores e dos gestores, de modo que cada um na sua área de atuação ou especificidade possa tirar proveito e realizar sua atividade com mais

eficiência. Além disso, a escola deve deixar de ser a instituição que dissemina um conhecimento amorfo, mas a que gera conhecimento como fruto do trabalho que os alunos, professores e gestores realizam. Nesse contexto, as TIC passam a servir tanto como auxiliar na geração quanto na organização e disseminação desse conhecimento. A escola adquire vida e passa a ter um papel mais preponderante na sociedade do conhecimento.

#### *Referências bibliográficas*

- DEWEY, J.; DEWEY, E. *Schools of tomorrow*. New York: E.P. Dutton & Co, 1915.
- FULLAN, M.; HARGREAVES, A. *A Escola como organização aprendente: buscando uma educação de qualidade*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- GARCIA, C.M. *Formación del profesorado para el cambio educativo*. Barcelona: Editora da Universidade de Barcelona, 1995.
- HARGREAVES, A. *Profesorado, cultura y postmodernidad*. Madrid: Morata, 1995.
- MANTOAN, M.T.E. O processo de conhecimento: tipos de abstração e tomada de consciência. *NIED-Memo*, Campinas, n. 27, 1994.
- MORIN, E. *O método: a natureza da natureza*. Portugal: Publicações Europa-América, 1997.
- PIAGET, J. *Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais*. Porto Alegre: ArtMed, 1995.
- PIAGET, J. *Fazer e compreender*. São Paulo: Melhoramentos, Editora da Universidade de São Paulo, 1978.
- PIAGET, J. *A tomada de consciência*. São Paulo: Melhoramentos, Editora da Universidade de São Paulo, 1977a.
- PIAGET, J. *Recherches sur l'abstraction réfléchiissante: études d'épistémologie génétique*. Paris: PUF, 1977b. Tome 2.
- PRADO, M.E.B.B. *Educação a distância e formação do professor: redimensionando concepções de aprendizagem*. Tese (Doutorado em Educação)- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2003.
- PRADO, M.E.B.B.; VALENTE, J.A. A educação a distância possibilitando a formação do professor com base no ciclo da prática pedagógica. In: MORAES, M.C. (Org.). *Educação a distância: fundamentos e práticas*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 2002. p. 27-50.
- VALENTE, J.A. A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M.C. (Ed.). *Tecnologia no ensino*:

implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo Editora, 2002. p. 15-37.

VALENTE, J.A. (Org.). *Computadores na sociedade do conhecimento*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999a. Disponível em: [www.nied.unicamp.br/oea](http://www.nied.unicamp.br/oea). Acesso em: 3 out. 2004.

VALENTE, J.A. Análise dos diferentes tipos de software usados na Educação. In: VALENTE, J. A. (Org.). *Computadores na sociedade do conhecimento*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999b. p. 89-110. Disponível em: [www.nied.unicamp.br/oea](http://www.nied.unicamp.br/oea). Acesso em: 03 out. 2004.

VALENTE, J.A. A escola que gera conhecimento. In: FAZENDA, I.; ALMEIDA, F.; VALENTE, J.A.; MORAES, M.C.; MASETTO, M.T.; ALONSO, M. *Interdisciplinaridade e novas tecnologias: formando professores*. Campo Grande, MS: Editora da UFMS, 1999c. p. 75-119.

VALENTE, J.A. Diferentes abordagens de educação a distância. 1999d. Disponível em: <http://www.proinfo.gov.br/upload/biblioteca/195.pdf>. Acesso em: 03 out. 2004.

VALENTE, J.A. O papel do professor no ambiente Logo. In: VALENTE, J. A. (Org.). *O professor no ambiente Logo: formação e atuação*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1996. p. 1-34.

VALENTE, J.A. Por quê o computador na educação? In: VALENTE, J.A. (Org.). *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP, 1993.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, F.J. Visão analítica da informática na Educação no Brasil: a questão da formação do professor. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, n.1, p. 45-60, set. 1997.

VALLIN, C. *Projeto CER: comunidade escolar de estudo, trabalho e reflexão*. Tese (Doutorado em Educação)- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004.

VIEIRA, A.T.; ALMEIDA, M.E.B.; ALONSO, M. (Org.). *Gestão educacional e tecnologia*. São Paulo: Avercamp, 2003.

WARDMAN, K.T. *Criando organizações que aprendem*. São Paulo: Futura, 1996.