

O COMPUTADOR E A APRENDIZAGEM: TEORIA E INVESTIGAÇÃO SOBRE OS EFEITOS PSICOLÓGICOS E SOCIAIS

JOÃO PONTE

Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Muitas crianças são grandes entusiastas do computador, e isso principalmente por via dos jogos. Aprendem rapidamente a programar, tornam-se expeditas em compor música e efeitos sonoros, desenvolver imagens visuais, animar figuras, e criar efeitos de cor. Usam o computador com um à vontade que deixa perplexos muitos adultos. E na verdade o computador é um instrumento extremamente versátil e poderoso. Reune em si mesmo características que o tornam num objecto único: dinamismo, interactividade, memória, capacidade de ser programado, capacidade de utilizar simultaneamente diversos sistemas simbólicos. Alguns educadores apontam-no como implicando a médio prazo uma autêntica revolução pedagógica e outros consideram-no apenas como uma moda passageira e inconsequente. Para avaliar as possibilidades do computador como instrumento da educação torna-se necessário conhecer os seus efeitos nos processos de pensamento dos alunos, nas suas atitudes e valores, e nas suas inter-relações sociais.

Durante muito tempo as preocupações dominantes da investigação educacional relativa ao computador consistiam em verificar a sua possível vantagem em relação ensino tradicional. Esperava-se poder provar que o ensino assistido por computador proporcionaria uma aprendizagem mais eficiente, mais profunda, e mais rápida. A maioria dos programas utilizados nestas investigações eram do tipo tutorial ou de prática e os seus resultados medidos com testes tradicionais de aproveitamento ou de atitudes (Kulik & Bangert-Drowns, 1983-84). Essas investigações foram numa maneira geral positivas, favorecendo o ensino com computador, mas os seus resultados foram menos dramáticos do que alguns teóricos das novas tecnologias imaginavam.

Mas os tutoriais e os programas de prática correspondem a utilizações extremamente limitadas das potencialidades do computador. No fundo trata-se apenas de versões electrónicas dos bem tradicionais livro de texto e livro de exercícios. Presentemente está em pleno desenvolvimento uma segunda geração de *software* educacional (Ponte, 1985) que promete tornar muito mais diversificadas e relevantes as utilizações do computador, e consequentemente, mais profundos os seus efeitos. As implicações da

utilização deste meio auxiliar da aprendizagem deverão procurar-se em vários níveis, nos domínios cognitivo, afectivo, e social. Este texto procura organizar e discutir algumas contribuições teóricas e de trabalhos de investigação acerca dos efeitos do computador nos estudantes e no processo educativo.

IMPLICAÇÕES NO DOMÍNIO COGNITIVO

Para além de influenciar a aprendizagem de matérias específicas o computador pode ter reflexos no amadurecimento dos processos cognitivos globais. Torna-se, por isso, pertinente analisar as suas implicações no desenvolvimento e execução de diversos processos cognitivos. Olson (1985) defende que "a inteligência não é apenas uma qualidade básica da mente, mas deve ser vista como um produto da relação entre as estruturas desta e... os instrumentos de natureza cultural que usamos para formular o próprio pensamento" (p. 5). Assim, na opinião deste autor, o computador deve ser visto não apenas pelas suas implicações nos processos cognitivos conhecidos, mas também pelas suas possibilidades de gerar e promover o desenvolvimento de novos processos cognitivos.

Raciocínio Lógico

Certas visões optimistas dos efeitos do computador sugerem que as simples aprendizagens de linguagens de programação, tanto de linguagens estruturadas como o Logo e o Pascal, como de linguagens não estruturadas como o BASIC, podem ter importantes efeitos positivos no desenvolvimento do raciocínio lógico do estudante (Damarin & Damarin, 1982; Crawford, 1983). De acordo com esta perspectiva, os passos ordenados e precisos de lógica requeridos para construir um programa ajudariam a formar e aguçar os processos de pensamento de quem os utiliza intensamente.

Alguns estudos debruçaram-se sobre os efeitos do computador no raciocínio lógico. Numa investigação conduzida por Seidman (1981) alunos do quinto ano de escolaridade trabalharam com a linguagem Logo utilizando proposições bicondicionais. No final do ano lectivo estes alunos re-

Nota: Este trabalho foi utilizado como base para a elaboração do capítulo 11 do livro "O computador - um instrumento de educação".

solveram melhor problemas envolvendo a falácia da inversão ($(a \Rightarrow b) \Rightarrow (b \Rightarrow a)$) do que os alunos dum grupo de controlo. No entanto, noutros problemas envolvendo outros tipos de raciocínio condicional os dois grupos mostraram níveis de dificuldades semelhantes.

Não existem ainda dados seguros que permitam substanciar as visões mais exageradamente optimistas acerca dos efeitos da actividade de programação no desenvolvimento do raciocínio lógico. As experiências educacionais que as diversas linguagens proporcionam são muito diferentes umas das outras. Existem linguagens orientadas apenas para determinados fins. Certas diferenças individuais entre os estudantes podem resultar em efeitos diversos conforme as linguagens ou experiências de programação que lhes são proporcionadas. Finalmente, há que reconhecer que o raciocínio lógico não constitui um bloco funcional de inteligência que possa ser medido com facilidade, existindo mesmo posições controversas quanto ao seu alcance e à sua natureza (Johnson-Laird, 1984).

Certos educadores salientam os efeitos positivos de algumas linguagens de programação mas criticam os efeitos supostamente negativos de outras. Por exemplo, Seymour Papert (1980) é um crítico severo da linguagem BASIC que segundo ele cria maus hábitos de raciocínio. Mas Papert considera que outras linguagens, de que o protótipo seria o Logo, têm pelo contrário efeitos altamente positivos. Esta opinião é contrariada por Sherman Rosenfeld (citado em Greenfield, 1984) ao considerar que o carácter não estruturado do BASIC poderá torná-lo mais fácil do que o Logo para crianças cujo desenvolvimento cognitivo ainda não permite trabalhar com certas estruturas lógicas complexas.

Outros investigadores argumentam as vantagens educacionais de linguagens com um forte pendor lógico, como o PROLOG. No entanto, um estudo descrito por Marcia Linn (1985) sugere que o BASIC parece não ser totalmente inibidor do desenvolvimento de capacidades de se lidar com problemas postos em novas situações. Esta autora refere que estudantes com grande capacidade de programação nesta linguagem foram capazes de criar soluções originais e sofisticadas para responder a situações problemáticas colocadas no contexto de uma linguagem totalmente desconhecida.

Uma das aplicações mais populares dos computadores é o processamento de texto. Começando-se com uma versão inicial mais ou menos primitiva de um documento pode-se proceder a um sem número de revisões e ampliações até chegar a um produto considerado satisfatório. Em qualquer altura pode-se obter uma cópia do nosso trabalho. O aspecto mais interessante do processamento de texto é a possibilidade de emendar facilmente palavras, reformular frases, e mover parágrafos dum lado para o outro. Patricia Greenfield (1984) sugere que o hábito em rever e rearranjar texto constitui uma experiência que tende a proporcionar uma grande facilidade em manipular mentalmente proposições abstractas. Desta forma, o processamento de texto teria o efeito de acelerar a passagem das crianças ao nível das operações formais descrito por Piaget.

Parece portanto razoável admitir que os efeitos dos computadores variam de acordo com as formas como estes são utilizados. Na medida em que essas formas sejam determinadas pelas linguagens usadas poderá verificar-se a validade das afirmações de Papert e de outros especialistas em Informática acerca dos alegados malefícios do BASIC. De qualquer forma, um estudo em profundidade dos efeitos do computador nos proces-

sos de pensamento exige a consideração de outros aspectos dos processos cognitivos para além dos esquemas de raciocínio lógico, e é para eles que nos voltaremos de seguida.

Desenvolvimento de micromundos

Crianças que lidam habitualmente com dinheiro são capazes de dizer facilmente quando são cinquenta e três escudos mais vinte e cinco escudos mas podem ter sérias dificuldades em resolver o problema análogo formulado em termos puramente aritméticos. Papert (1980) diria que essas crianças desenvolveram um micromundo específico para racionar sobre moedas e que esse conhecimento não é facilmente utilizado noutros contextos. A estreita ligação entre o conhecimento e o contexto em que é desenvolvido, que muitas vezes se processa de formas totalmente inesperadas, ajuda a explicar o facto bem conhecido que algumas crianças são bem sucedidas em certas tarefas bastante exigentes do ponto de vista intelectual mas falham completamente noutras.

Para Papert o conhecimento desenvolve-se essencialmente de forma natural, de acordo com as experiências que se vão apresentando à criança, sendo o meio ambiente um factor crítico no desenvolvimento cognitivo. Na sua opinião, o computador, especialmente se estiver sempre disponível para a criança, modifica drasticamente o seu meio ambiente, permitindo-lhes todo um conjunto de novas experiências cognitivas e afectivamente estimulantes. Para Papert a utilização do computador deverá ser orientada para criar contextos que favorecem o desenvolvimento de formas específicas de conhecimento. O exemplo mais conhecido é a tartaruga do Logo, posteriormente introduzida também noutras linguagens. Esta tartaruga tem na sua versão mais simples, posição e direcção. A tarefa de a programar é um contexto propício ao desenvolvimento de noções geométricas. Noutra versão mais sofisticada, para além de posição e direcção a tartaruga tem também velocidade. Nesta versão podem desenvolver-se naturalmente conceitos de dinâmica.

Papert (1980) considera que alterando profundamente os contextos de trabalho do estudante, o computador pode ajudar a estabelecer caminhos fáceis e naturais entre o concreto e o abstracto. Na sua opinião, o computador desempenha esse papel na sua qualidade de objecto transicional, isto é, um objecto cuja acção não tem muito valor por si mesma mas que nos ajuda a pensar como resolver certas tarefas. Papert afirma, por exemplo, que o Logo fornece modelos de procedimentos sistemáticos nos quais a nossa cultura é globalmente pobre. E de facto, num estudo realizado nos Estados Unidos, o ensino desta linguagem durante todo um ano lectivo a crianças de 9 aos 11 anos levou-as a ter melhores resultados num puzzle de palavras e numa prova de permutações do que um grupo comparável de crianças sem experiência de programação (Greenfield, 1984). Noutro estudo, em que alunos do segundo ano de escolaridade trabalharam com Logo 1 hora por dia durante três meses, verificou-se igualmente que estes alunos tiveram melhores resultados do que um grupo de controlo em provas envolvendo combinações e permutações (Rieber, 1983).

Estudos realizados no MIT (Massachusetts Institute of Technology), onde foi desenvolvida a linguagem Logo, mostram que a aprendizagem dos alunos é mais significativa em matéria de ângulos do que em matéria de comprimentos. Ross (1984) sugere que isso pode ser devido à estrutura da linguagem na medida em que "uma pequena modificação em ângulos frequentemente produz um resultado espectacularmente diferente, mas uma alteração análoga numa variável de comprimento normalmente apenas produz uma figura semelhante" (p. 20).

Uma importante questão relacionada com o trabalho com o computador é até que ponto as crianças atribuem a este um pensamento próprio e independente. A opinião mais difundida é que isso efectivamente tende a acontecer (Turtle, 1984), mas tal facto pode ser apenas o resultado de las muitas vezes entrarem em interacção com computadores apenas no contexto de jogos e programas altamente sofisticados (por exemplo, é extremamente difícil bater um computador num jogo de xadrez). A prática de programação, constituindo um micromundo totalmente diverso da prática de jogos, sejam eles de perícia ou de raciocínio, poderá levar eventualmente à noção contrária e conduzir a uma maior compreensão do carácter relativista do conhecimento. Nesta hipótese as crianças poderão reconhecer que os seus pensamentos e interpretações não são necessariamente os pensamentos dos outros, e muito menos os do computador que procede duma forma totalmente mecânica, embora todos eles possam exprimir-se por vezes por palavras muito semelhantes (Olson, 1985).

A modificação do ambiente de trabalho tradicional pelo computador envolve por vezes aspectos inesperados. Por exemplo, muitos estudantes têm naturalmente a ideia de que um segmento de recta é um conjunto discreto formado por um número finito de pontos. Os computadores, processando digitalmente a informação gráfica, levam a reforçar este tipo de ideias intuitivas podendo tornar muito difícil a tarefa de as eliminar posteriormente.

Certas ou erradas, as opiniões de Papert precisam de ser confrontadas com a investigação empírica. Deve, no entanto, ser tido em conta que não será fácil validar ou negar em absoluto os seus pontos de vista já que um ambiente perfeitamente papertiano é muito difícil de criar nos quadros do actual sistema escolar.

Procedimentos e pensamento

Certos autores distinguem três tipos de conhecimento: conhecimento de factos, conhecimento de procedimentos e conhecimento sobre sistemas complexos. Por exemplo, Papert (1980) considera que o pensamento procedural é um poderoso instrumento intelectual que sugere ao estudante o estabelecimento de analogias entre os seus próprios actos e os do computador. Contudo, segundo ele, o seu desenvolvimento deve ser visto apenas como um enriquecimento das estratégias cognitivas do indivíduo. Papert defende que certos problemas requerem outras estratégias e que por isso o pensamento baseado em procedimentos não deve ser visto como uma estratégia universal.

Papert considera que tomar como modelo a forma de trabalhar do computador pode ser útil por duas razões. Primeiro, porque pensar passo a passo em forma de procedimentos pode ser, em muitas situações, a maneira mais indicada de pensar. Segundo, porque serve também para reflectir sobre quando vale ou não vale a pena pensar em forma de procedi-

mentos, e isto coloca directamente a criança a pensar sobre o seu próprio pensamento, como um epistemologista.

O realçar da importância do conhecimento com base em procedimentos poderá levantar diversas reservas. Os alunos manifestam, mesmo sem o contacto com o computador, uma marcada tendência para "saber como se faz", desinteressando-se completamente das razões porque se faz dessa e não de qualquer outra maneira. A questão muito natural de se pôr é até que ponto não vai a utilização do computador contribuir para agravar a sobrevalorização dos aspectos "com" em detrimento dos aspectos "porque". No fundo a questão é se o elemento relativo ao conhecimento de procedimentos não tenderá a crescer ainda mais à custa do elemento relativo ao conhecimento de situações complexas.

Streibel (1983) mostra-se preocupado com este problema. Ele aponta que as descrições de processos da linguagem Logo assentam em última análise numa metáfora de controlo da realidade. O significado de termos que nas nossas mentes se encontram carregados das mais diversas conotações experienciais e afectivas são representados em Logo por procedimentos que criamos, controlamos, e modificamos. Mas grande parte do conhecimento humano tem a ver com a compreensão, *problem solving*, e linguagem informal. A questão, segundo Streibel, é se os procedimentos operacionais serão objectos adequados para nos ajudar a pensar.

No momento presente são ainda muito mal conhecidos os mecanismos que regulam as relações entre os três tipos de conhecimento indicados. A investigação minuciosa sobre os efeitos do computador nos processos cognitivos poderá trazer uma notável contribuição para um melhor conhecimento de como funciona a mente humana.

Estratégias de resolução de problemas

A resolução de problemas é um tema central na Educação Matemática e na Psicologia. Uma investigação conduzida por Wells (1981) sugere que os processos usados por alunos do ensino secundário na construção de programas são semelhantes aos processos utilizados na resolução de problemas. Linn (1985) considera que o ensino elementar de programação tem um grande potencial para dar ênfase à resolução de problemas. Segundo ela "os estudantes podem usar *feedback* imediato para diagnosticar quando as soluções falham e para determinar de que forma várias soluções respondem ao que é pedido sem a ajuda do professor" (p. 28).

A programação de computadores torna particularmente relevantes diversas estratégias de resolução de problemas. Especialmente importantes são as estratégias do tipo de-cima-para-baixo (*top-down*), sequencial, e do-meio-para-fora (*middle-out*). Na estratégia de-cima-para-baixo vai-se decompondo sucessivamente um problema complexo em subproblemas cada vez mais simples, do tipo dum diagrama em árvore, até se terem apenas problemas que podem ser facilmente resolvidos por algoritmos simples. Na estratégia sequencial procura-se enfrentar as dificuldades duma forma linear sem grande preocupação com a estrutura global do problema. Trata-se da estratégia mais primitiva, havendo quem afirme que é muito estimulada pela linguagem BASIC. Na estratégia do-meio-para-fora começa-se por atacar o problema por uma parte que pareça mais facilmente manejável, procurando-se a partir daí chegar tanto aos dados como aos resultados. A questão que se põe é até que ponto o tra-

balho intenso com o computador influencia decisivamente os estudantes a atacar os problemas utilizando estas ou outras estratégias?

A utilização de linguagens de programação estruturadas como o Pascal ou o Logo é apontada por numerosos investigadores em Informática como conduzindo naturalmente a formular melhores estratégias de resolução para problemas complexos. Streibel (1983) indica que de facto um fenómeno deste tipo parece ter acontecido com os seus alunos. Papert (1980) afirma que é todo um novo estilo cognitivo que se desenvolve. No entanto, estudos realizados no MIT sugerem que uma notável dicotomia de estilos de programação se desenvolve entre os estudantes, uns adoptando uma abordagem de-cima-para-baixo e outros uma abordagem de-baixo-para-cima (ver Ross, 1984). Tal como Streibel reconhece, mais investigação é necessária acerca do assunto.

Na exploração de modelos de situações da vida real as crianças têm muitas vezes que prosseguir um processo de formulação e testagem de hipóteses que tem aspectos comuns com o processo de resolução de problemas. A simulação pode ter por objectivo a aprendizagem de aspectos relacionados com as situações em causa mas a sua exploração implica estratégias cognitivas globais. Contudo, como o aponta Greenfield (1984), igualmente mais investigação é necessária para descobrir o que efectivamente retiram as crianças do trabalho com simulações orientadas para a aprendizagem exploratória.

Raciocínio Intuitivo

O raciocínio intuitivo é considerado por muitos educadores como essencial no processo de desenvolvimento matemático de um estudante (Fischbein, 1982; Ponte, 1984). As opiniões dividem-se entre os que pensam que as intuições vão perdendo a importância à medida em que se vai progredindo na aprendizagem, cedendo o seu lugar a processos de raciocínio essencialmente formais (Herscovics, 1982) e aqueles que pensam que, pelo contrário, com essa progressão a importância do raciocínio intuitivo vai-se tornando cada vez maior (Dieudonné, 1973). A questão que se coloca é se o trabalho com o computador conduz ao desenvolvimento ou ao atrofamento do raciocínio intuitivo.

O processo usado para isolar as causas que impedem um programa de funcionar correctamente é normalmente chamado *debugging*. Este processo levado ao extremo pode levar-nos à necessidade de simular, passo a passo, o processo formal de trabalho utilizado pelo computador. Será que com o tempo acabamos por interiorizar o processo formal de processamento do computador? E isso surge como complemento das nossas capacidades de pensamento intuitivas ou à custa do atrofamento dessas capacidades? Com a apropriação de novas estratégias de resolução de problemas existe desenvolvimento de novas intuições ou passam a dominar os processos formais?

São extremamente complexas as relações entre os processos lógicos e os processos intuitivos. Alguns programadores têm dado testemunho de experiências semelhantes ao clássico *Eureka!* Segundo eles, é frequente passarem longas horas de trabalho infrutífero num programa que teima em não funcionar correctamente. De súbito, não se sabe bem como, uma ideia luminosa leva a fazer uma transformação decisiva e põe tudo a funcionar como se pretendia. Parece portanto que continua a existir um lugar, e um lugar de certo modo importante, para a intuição. Mas são ne-

cessárias mais indicações que ajudem a precisar melhor como se pode mais naturalmente desenvolvê-la no trabalho com computadores.

Papert (1980) apresenta também nesta questão uma posição optimista. Este autor defende que nenhum conhecimento é inteiramente redutível a palavras e que nenhum conhecimento é inteiramente verificável. Mas acrescenta que em boa parte desenvolver as nossas capacidades de aprendizagem é aprender a fazer avançar a fronteira daquilo que podemos exprimir por palavras. E, segundo ele, o computador pode ser um instrumento de grande utilidade neste processo.

Uma posição diferente é formulada por certos críticos (ver Golden, 1982) que afirmam que os jovens da geração dos computadores serão insensíveis em relação a certos aspectos da natureza humana que estariam muito mais relacionados com a linguagem informal do que com códigos matemáticos e simbólicos. Streibel (1983), que considera ter uma grande parte do raciocínio humano uma dimensão táctica, mal definida, e intuitiva, mostra-se também preocupado com os possíveis efeitos negativos que neste campo pode ter o trabalho com o computador. No seu entender, uma excessiva formalização em descrições de-cima-para-baixo como resultado dum trabalho intenso com linguagem de programação estruturada poderá ter precisamente este efeito.

No entanto, é possível que o computador tenda a atrofiar algumas das ideias intuitivas "tradicionais" mas ao mesmo tempo desenvolva outras. Neste caso qual a distinção entre umas e outras? E o saldo global é positivo ou negativo? Particularmente crítico será verificar se o atrofamento de certas componentes intuitivas tem repercussões negativas na nossa capacidade para resolver problemas importantes, e caso afirmativo, estudar como esse problema pode ser evitado.

Conhecimento do conhecimento

A visão que os alunos têm das disciplinas escolares tradicionais poderá ser profundamente afectada pelo trabalho de programação de computadores. De acordo com Damarin e Damarin (1982) isso seria particularmente visível em relação à Matemática, mas estes autores dão poucas indicações acerca do sentido em que esta influência se exerce. Além disso, as eventuais mudanças tanto podem resultar do processo de programar como do facto desta actividade dar um novo ênfase a determinados tópicos matemáticos.

Segundo numerosos investigadores, um importante aspecto que poderá resultar da actividade de programar um computador é o realce do papel do factor consciente, isto é, do pensamento sobre o próprio pensamento. O computador exige que se lhe diga com clareza e pormenor tudo o que se pretende que ele faça. Papert (1980) salienta que uma consequência desta necessidade é levar as crianças a tornar explícitos na sua consciência pormenores que doutra forma seriam apenas implicitamente tomados em consideração. Olson (1985) sugere que esta explicitação poderá ajudar a criar uma linha de demarcação mais clara entre o que é representado na linguagem e o que é acrescentado pelo sujeito ao formular a respectiva interpretação. Segundo este autor, o trabalho com computadores conduzirá naturalmente a criar novos *standards* de explicitação nas inter-relações entre os seres humanos. Dickson (1985) sugere que a experiência de translação entre diferentes sistemas simbólicos proporcionada por *software* especialmente concebido pode igualmente contribuir para o

desenvolvimento de processos metacognitivos, isto é, de pensamento sobre o pensamento.

A preocupação com estes aspectos tem uma interligação evidente com grande importância que se tende a dar presentemente aos processos metacognitivos como factor na aprendizagem (Wagner & Sternberg, 1984). Mas pode-se questionar até que ponto não poderá vir a ser prejudicial demasiada preocupação com a consciência e a explicitação das ideias. A este propósito conta-se usualmente a velha fábula da centopeia que, ao procurar reflectir sobre a forma como coordenava o movimento de um tão grande número de patas, se viu impossibilitada de sair do sítio onde se encontrava.

Papert (1980) defende a ideia de que não existe conhecimento certo ou errado em absoluto. Todo o conhecimento, por mais rudimentar que seja, pode ser melhorado por um processo de aproximações sucessivas, por *debugging*. Outra consequência importante de programar computadores está na possibilidade de se ganhar consciência do carácter relativo, transitório, e sempre susceptível de aperfeiçoamento do nosso conhecimento.

Papert considera existir uma profunda ligação entre os aspectos cognitivo e afectivo no desenvolvimento do conhecimento. Ele resume a sua filosofia dizendo que o contacto com o computador pode abrir o acesso das pessoas ao conhecimento. Não porque instrumentalmente lhe dê de bandeja toda a informação já processada, mas porque desafia alguns dos preconceitos básicos que elas tendem a fazer acerca de si próprias. Segundo Papert, acima de tudo o computador proporciona um sentimento libertador de se ser capaz de fazer um variedade de coisas que antes seriam muito difíceis ou mesmo totalmente impossíveis.

IMPLICAÇÕES NO DOMÍNIO AFECTIVO

A fácil interactividade com o computador permite aos alunos um ambiente de aprendizagem inteiramente novo. E de facto, segundo Higginson (1982), alunos trabalhando com a linguagem Logo evidenciam sinais de deliciação, deliberação, debate, e concentração intensa. Isto é notado tanto em alunos excepcionalmente bons como em alunos normais. A única diferença é que os melhores alunos se mostram muito mais rápidos e mais confiantes.

O trabalho com o computador pode provocar profundas reacções no plano afectivo. Coté (1983) estudou o comportamento de um grupo de alunos dum curso de formação de professores primários que foi conduzido com a linguagem Logo num contexto de livre exploração e projectos individuais. As reacções destes alunos foram simultaneamente de fascínio e de irritação. Coté põe o acento tónico no aspecto positivo, o fascínio. Mas em muitos alunos o sentimento de frustração pode tornar-se a certa altura dominante e afastá-los do computador.

Sentimento de segurança

Muitas crianças passam toda a sua vida escolar em permanente receio de ser chamadas a responder às perguntas ao professor. Ninguém gosta de

ser colocado em evidência, especialmente quando está pouco à vontade num dado assunto. Mas a relação entre o computador e o aluno é totalmente impessoal. Assim, pelo menos para muitos estudantes, um erro deixa de ser um motivo de grande embaraço que é preciso evitar a todo o custo e passa a ser algo que serve para aprender. Este aspecto foi largamente explorado nos programas tradicionais de prática, que para facilitar o processo de aprendizagem procuravam satisfazer duas condições: a individualização e o *feedback* instantâneo. Com isso pretendia-se devolver ao aluno um certo controlo do seu próprio processo de aprendizagem e uma certa segurança, levando-o a vencer os seus receios e a entregar-se totalmente ao trabalho.

Há um problema sério associado com esta questão. Mesmo quando parece que o computador tem infinita paciência para tolerar os nossos erros ele pode estar subrepticamente a registar todos os nossos actos. O professor ou certas pessoas desconhecidas podem vir depois inspecionar o nosso trabalho. Sob uma aparência de grande tolerância e compreensão o computador pode ser um instrumento muito mais repressivo do que os próprios seres humanos. Os alunos, no entanto, não parecem sentir o poder repressivo do computador como um perigo imediato. Numa investigação (citada em Clark, 1983) conduzida com estudantes com dificuldades de aprendizagem do sétimo ao nono ano de escolaridade, estes atribuíram mais isenção ao computador do que aos seus professores. Os alunos declararam que o computador os tratou mais equitativamente mantendo as suas promessas e não se deixando influenciar por experiências passadas. Por outro lado, estes alunos consideravam ser o computador menos flexível e menos capaz de responder aos seus desejos do que os seus professores.

Mas não são só os programas de prática que podem explorar a diminuição do custo psicológico do erro. Este é um efeito comum a muitos usos do computador. Por exemplo, o computador pode ser utilizado nas mais diversas disciplinas (incluindo a Matemática) com um pequeno laboratório de experiências permitindo um estilo educativo totalmente novo em que a aprendizagem é feita essencialmente à custa do processo de testagem de hipóteses e superação dos erros que se vão cometendo. Alternativamente, o aluno pode desenvolver actividades de programação ou utilizar o computador como ferramenta com o auxílio de programas de carácter profissional como bases de dados ou processamento de texto (Ver Ponte, 1985). Com estas utilizações o aluno não pode deixar de sentir que vai exercendo um domínio cada vez maior sobre a máquina. Parece razoável admitir que desta forma se possa desenvolver uma auto-confiança ainda mais profunda do que aquela que surge com a utilização de programas de prática.

Estas suposições têm sido até ao momento apoiadas pela investigação já realizada. Por exemplo, num projecto usando Logo com crianças entre os 6 e os 10 anos fisicamente diminuídas e com dificuldades de aprendizagem, Russel (1983) concluiu que o computador fornece motivação através do seu conteúdo intelectualmente estimulante, fornece meios de comunicação, revela forças escondidas, e dá poder às crianças para controlar o seu próprio processo de aprendizagem.

O desenvolvimento dum sentimento de segurança está provavelmente ligado ao controlo que as crianças podem exercer sobre o computador. Greenfield (1984) indica que quando as crianças têm acesso fácil a um

computador o tempo que ocupam vendo televisão diminui fortemente apontando como possível razão que as crianças gostam do dinamismo visual da televisão, mas preferem um papel de participação activa a um papel passivo. Golden (1982) refere que "muitos peritos e a maioria dos jovens entusiastas concorda que a atracção fundamental das máquinas vem do sentimento de controlo, do prazer de ser capaz de pensar em algo e torná-lo realidade, uma satisfação frequentemente negada às crianças". Diversas investigações (citadas em Braun, 1983-84) indicam igualmente que as crianças que usam computadores se sentem com maior poder de controlo das coisas.

A diminuição dos receios dos alunos ao trabalhar com o computador não significa necessariamente que eles o consideram como um meio de aprendizagem fácil. Segundo Salomon (citado em Clarke, 1984) os alunos normalmente atribuem muito maior dificuldade à aprendizagem baseada no computador do que à baseada na televisão.

Papert (1980) considera que o nosso auto-conceito é de influência determinante nas nossas capacidades de aprendizagem. O computador pode ter um papel decisivo no estabelecimento dum elevado auto-conceito. Resta saber até que ponto e como pode o computador contribuir para desenvolver estas qualidades em alunos inseguros e carentes de auto-confiança.

Espírito de persistência e motivação intrínseca

É bem conhecido como o computador arrasta certos jovens para horas ininterruptas de trabalho. O computador exerce uma inegável atracção que pode ajudar a desenvolver um espírito de persistência na resolução de certas tarefas. Mas este espírito não tende a desenvolver-se igualmente em qualquer tipo de interacção com o computador. É no trabalho de programação, a tarefa intelectualmente mais exigente, que ele parece desenvolver-se mais claramente.

Papert (1980) distingue dois tipos de aprendizagem, a sintónica e a dissociada. Na aprendizagem sintónica o aluno empenha-se profundamente relacionando o que está a aprender com o seu conhecimento pré-existente. Na aprendizagem dissociada intervém essencialmente a memorização e o aluno que procura colocar os novos conhecimentos em compartimentos isolados. Segundo ele, o computador torna mais fáceis situações em que se trabalha com um propósito bem definido, o que permite o desenvolvimento de aprendizagens sintónicas. O processo passa a ser mais activo e dirigido pelo próprio aluno.

Em diversos estudos os alunos manifestaram atitudes positivas em relação ao computador. Tal como seria de prever, essas atitudes são superiores nos alunos envolvidos em tarefas de programação do que naqueles sujeitos a programas clássicos de Ensino Assistido por Computador (Battista & Steele, 1984).

No entanto, a motivação intrínseca do computador não actua como mágica. Greenfield (1984) relata investigações indicando que apenas 25 por cento de todos os alunos dos terceiro e sexto anos de escolaridade se mostram muito interessados em aprender a programar. Outros tantos estão muito desinteressados e aprendem muito pouco. Do mesmo modo, Golden (1982) refere que nas escolas americanas a nível de ensino secundário apenas um em cada cinco alunos de disciplinas de Informática se torna num verdadeiro entusiasta.

Estas investigações lançam dúvida sobre o que se pensa ser o grande poder de motivação do computador. Esse poder existe certamente para muitos alunos. Contudo estes constituem apenas uma minoria. A regra geral parece ser de que a um forte interesse inicial se segue uma profunda indiferença.

Existem igualmente situações em que os alunos se deixam dominar por atitudes de grande reserva em relação ao computador. Por exemplo, num estudo realizado nos Estados Unidos (referido em Clark, 1983), um grande grupo de estudantes dum curso de formação de professores do ensino primário foi submetido a diversas formas de Ensino Assistido por Computador. Estes alunos desenvolveram fortes sentimentos negativos em relação ao computador. Na medida em que os mesmos alunos tiveram reacções semelhantes às disciplinas de Matemática e Ciências é possível que os computadores tenham sofrido com o facto de serem mentalmente associados a estas disciplinas.

Será importante determinar se o sentimento de frustração com algumas experiências mal sucedidas é ou não o principal motivo porque a maioria dos alunos, depois de um período de curiosidade inicial, se parece desinteressar do computador e passa a ignorá-lo. Por outro lado, o trabalho com o computador pode tornar-se num actividade doentia. Como tão bem o descreveu Weizenbaum (1976), para além de certo limite a persistência transforma-se em obsessão. Para certas pessoas, trabalhar com o computador passa a ser um fim em si mesmo, conduzindo exclusivamente por uma preocupação de domínio e poder. Este aspecto deve ser também cuidadosamente considerado na análise dos efeitos do computador nos jovens.

IMPLICAÇÕES NO DOMÍNIO DAS RELAÇÕES SOCIAIS

O computador é normalmente visto como um objecto de cariz individualista que favorece o isolamento dos que com ele trabalham. No entanto, as observações feitas em escolas que utilizam o computador como auxiliar da aprendizagem mostram que tende a acontecer exactamente o contrário, isto é, desenvolvem-se espontaneamente laços de estreita cooperação entre as crianças. Dickson (1985) considera que os efeitos dos computadores na dinâmica social da sala de aula poderão ser de maior significado do que as aprendizagens específicas que a sua utilização possa induzir. No entanto, na medida em que a interacção social é um elemento importante no desenvolvimento cognitivo e afectivo podemos antever que estas novas dinâmicas poderão eventualmente encerrar grandes potencialidades educativas.

Espírito de Cooperação

Em numerosas investigações em que se observaram as relações sociais estabelecidas entre as crianças num ambiente educacional com a presença de computadores verificou-se um grande desenvolvimento de formas de trabalho cooperativo (Greenfield, 1984; Dickson, 1985). Isto acontece particularmente quando o número de crianças é muito maior do que o número de computadores, obrigando a uma partilha de postos de trabalho.

Ao fim e ao cabo, o excesso do número de crianças sobre o número de computadores será por muito tempo a situação normal nas nossas escolas.

Este desenvolvimento de relações cooperativas é um dos resultados educacionais das investigações sobre os efeitos educacionais dos computadores. Braun (1983-84) salienta a ocorrência entre os alunos de uma "grande quantidade de *problem solving* cooperativo envolvendo as actividades de programação". Segundo Kraus (1982), muitos professores relatam que os alunos trabalham bem em conjunto no computador mesmo em programas que foram especificamente concebidos para utilização individual. Higginson (1982) descreve que num estudo com muitos bons alunos do quinto e sétimo anos de escolaridade se verificou um grande interesse pelos trabalhos uns dos outros e existiu uma grande fertilização recíproca de ideias. Em estudos conduzidos com alunos do ensino primário verificou-se que as suas interacções eram mais fortes quando desenvolviam actividades livres com o computador do que actividades livres sem o computador (Greenfield, 1984). As crianças colaboravam mais umas com as outras tanto verbal como não verbalmente.

No entanto o trabalho dos alunos em pares parece ser a forma ideal de agrupamento. Higginson (1982) refere que num estudo com a linguagem Logo a maioria dos alunos trabalhou muito satisfatoriamente desta forma, mas indica que em quase todos os casos em que se formaram grupos maiores surgiram algumas frustrações. Greenfield (1984) também faz referência a investigações em que o trabalho em pares pareceu constituir um bom arranjo.

Parece assim ser ponto assente que o computador pode favorecer o desenvolvimento de relações sociais positivas entre as crianças. Tudo depende da forma como ele é usado.

Novas relações professor-aluno

Investigações realizadas em Inglaterra mostraram que as crianças encaram os programas como personalidades muito fortes que são independentes do professor numa forma que não o conseguem ser fichas de trabalho, livros, quadros pretos, e outros auxiliares de aprendizagem. Por outro lado, com a integração do computador no ensino, as relações professor-aluno podem sofrer uma séria transformação. Em certas formas de ensino assistido por computador o professor torna-se apenas um supervisor algo distante do processo de aprendizagem. Quando o trabalho com o computador é virado para a criatividade e a exploração, como com a utilização da linguagem Logo, podem desenvolver-se relações totalmente diferentes. O professor deixa de ser uma pessoa que sabe praticamente tudo para passar a ser alguém que perante um programa concreto tem dificuldades muito semelhantes às do aluno. O Logo dá ao professor um papel essencialmente de companheiro mais experiente fazendo com que "a sua interacção com os alunos tome um carácter de direcção e de aprendizagem conjunta" (Streibel, 1983).

Mesmo no contexto de outras linguagens que não o Logo, se a ênfase é em actividades exploratórias, novas relações de tipo muito mais aberto que as tradicionais podem desenvolver-se naturalmente. Como o diz um formador de professores: "Quebram-se as barreiras entre adulto e criança, entre professor e aluno, e tudo passa a ser de pessoa para pessoa" (citado em Golden, 1982).

Novas Relações Sociais

O trabalho intenso com o computador leva ao desenvolvimento de um novo estilo de relações sociais entre os respectivos entusiastas. Em muitos países existem lojas de equipamento informático com salas de convívio onde regularmente se encontram muitos jovens. Igualmente em grande desenvolvimento estão os clubes de computadores. Discutem-se as características desta ou daquela máquina, discutem-se programas e problemas não resolvidos, e toca-se toda a espécie de *software* (Golden, 1982). Relações de certo modo semelhantes tendem a criar-se em escolas onde existem clubes de Informática ou onde muitos alunos dispõem em casa de um computador pessoal.

O computador pode assim actuar como um importante elemento socializador. Este poder de socialização é explicado por Papert (1980) ao dizer que para muitas crianças o computador actua como um objecto transicional mediando relações que são em última instância de pessoa para pessoa. De igual forma, Dickson (1985) considera que certos programas, fazendo uso de vários sistemas simbólicos de comunicação, podem proporcionar viva interacção entre os alunos, contribuindo para que cada um deles forme melhor conhecimento de si próprio e dos outros.

Um estudo por Battista e Steele (1984) mostra que estudantes colocados num ambiente de trabalho fortemente individualizado, com pouco contacto com o professor, e sem lhes serem dadas oportunidades de discussão generalizada, podem aprender a usar o computador e até desenvolver atitudes positivas em relação a ele, mas pouco reflectem sobre como os computadores trabalham e como são usados na sociedade. Estes resultados mostram bem as insuficiências de um ensino que não dá a devida importância ao que as crianças aprendem a partir das suas inter-relações sociais.

Valores e desigualdades sociais

O computador é normalmente visto como um objecto essencialmente masculino. Num estudo envolvendo seis escolas que ofereciam cadeiras de programação, verificou-se que, dos 2400 alunos inscritos nessas cadeiras, 63% eram rapazes. No entanto, o facto de que o grupo dos 1% melhores contava com 60% de raparigas sugere que não existe entre os dois sexos uma diferente capacidade para programar (Linn, 1985).

Há toda uma série de mitos associados aos poderes do computador. Para muitas pessoas aquilo que é dito por um computador é algo de absolutamente inquestionável. Para outras o computador como que tem uma espécie de força misteriosa, cujo efeito poderá ser a destruição de toda a humanidade.

As crianças facilmente desenvolvem pelo computador relações de grande respeito e amizade, não sendo por isso de admirar que este possa ter um efeito profundo nos seus valores. Muitas vezes pensam que dentro do computador está uma espécie de anão inteligente que responde aos seus comandos. Segundo Papert (1980), as crianças podem facilmente assumir que os computadores são como elas e que elas são como os computadores. As implicações do desenvolvimento destas e outras ideias precisam de ser cuidadosamente ponderadas.

Por outro lado, existem vários aspectos ligados ao carácter social da utilização dos computadores que exigem a criação de um novo sistema de valores. A questão porventura mais conhecida tem a ver com os direitos de autor e os direitos de cópia e reprodução de *software*. Outra questão igualmente importante refere-se à vandalização de dados informatizados. Tem de existir uma acção positiva da escola na formação de valores com respeito a estes aspectos, e isso deve ser visto em ligação com a prática efectiva de utilização dos computadores.

Um argumento que costuma ser muito invocado para justificar a não inclusão do computador nas actividades escolares é que a sua utilização favoreceria o agravamento das desigualdades sociais. De acordo com investigações realizadas nos Estados Unidos (Linn, 1985) possuir um computador em casa parece ser um factor associado a um maior aproveitamento num curso introdutório de BASIC mas não tem qualquer relação com o aproveitamento num curso avançado. Segundo estes estudos, alguns dos melhores alunos em programação não possuíam computador próprio. Os resultados destas investigações parecem indicar que o agravamento das desigualdades só ocorrerá se as escolas não se mostrarem capazes de enfrentar devidamente o problema, proporcionando a todos os alunos oportunidades para trabalhar com os computadores.

Mas aquele argumento também tem o seu reverso: com a proliferação de programas comerciais com interesse educativo, que facilmente podem ser adquiridos para uso em casa pelos alunos das camadas mais favorecidas, a não utilização do computador na escola pode por si mesma ter um efeito muito sério na manutenção das desigualdades sociais existentes. É importante observar que, segundo Arielle (1983), os efeitos positivos do ensino com computadores (particularmente nas suas formas mais tradicionais de Ensino Assistido por Computador) são especialmente evidentes em alunos de classes desfavorecidas ou de fraca aptidão intelectual.

CONCLUSÃO

Os estudos sobre os efeitos do computador na aprendizagem foram realizados até agora na sua maioria nos Estados Unidos e Canadá. Em Portugal pouca ou nenhuma experiência temos de utilização didáctica de computadores e não sabemos até que ponto e em que aspectos se diferenciarão as atitudes e reacções dos nossos estudantes.

Os estudos realizados demonstram que é impossível falar de efeitos genéricos do computador no processo de aprendizagem. A utilização deste instrumento na educação pode assumir formas radicalmente diferentes, com efeitos diametralmente opostos. Tudo depende das interacções que se estabelecem entre os alunos, o computador, e o professor. Os efeitos do computador variam pois com a forma como ele é utilizado. Ainda estamos muito longe de conhecer todas as suas consequências nos processos cognitivos, afectivos, e sociais. Não se pode negar que existem potenciais efeitos negativos e estes devem ser isolados e estudados com todo o cuidado. Mas, globalmente, a maioria das indicações aponta para a possibilidade de desenvolver novas estratégias cognitivas, para a criação de sentimentos de auto-confiança, maior responsabilização do aluno pelo seu

próprio trabalho, novas relações professor-aluno, e laços de cooperação e inter-ajuda entre os alunos, promovendo o seu desenvolvimento em certos aspectos dos domínios cognitivo, afectivo, e social. Estas indicações são altamente encorajantes, fazendo-nos crer que o computador pode ser de facto um importante meio auxiliar de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- BATTISTA, M. T., & STEELE, K. J. *The effect of literacy of high ability fifth grade students*, "School Science and Mathematics", 84, 1984, p. 649-658.
- BRAUN, L. *Report on educational technology*, "Journal of Educational Technology Systems", 12 (2), 1983-84, p. 109-136.
- CLARK, R. E. *Reconsidering research on learning from media*, "Review of Educational Research", 53, p. 445-459.
- COTÉ, B. *Programmation en Logo et formation des enseignements*. "Proceeding of the Fifth Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education", 1983, p. 170-177.
- CRAWFORD, C. *A great way to sharpen your thinking*, "Popular Computing", Setembro, 1983, p. 153-156.
- DAMARIN, S., & D. *Can computerized instruction effect elementary mental abilities?* "Proceedings of the Fourth Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education", 1982, p. 229-235.
- DIEUDONNÉ, J. *Should we teach "modern" mathematics?* "American Scientist", 61, 1973, p. 16-19.
- DICKSON, W. P. *Thought-provoking software: Justaposing symbol systems*. "Educational Researcher", 14 (5), 1985, p. 30-38.
- EMMETT, A. *American education: The dead end of the 80s*. "Personnal Computing". Agosto, 1983, p. 96-105.
- FISCHBEIN, E. *Intuition and proof*. "For the Learning of Mathematics", 3 (2), 1982, p. 9-18.
- GOLDEN, F. *Here come the microkids*. "Time", 3, May, 1982.
- GREENFIELD, P. M. *Mind and media: The effects of television, video games, and computers*, Cambridge, EUA: Harvard University Press, 1984.
- HERSCOVICS, N. *Problems related to the understanding of functions*, Paper presented at the "Workshop on Functions", Enshede, Holland, 1982.
- HIGGINSON, W. *Leading trout to water? Observations on the use of Logo by able children*. "Proceedings of the Sixth Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education", 1982, p. 1-6.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. *Mental Models*, Cambridge, EUA: Harvard University Press, 1983.

- KRAUS, W. H. *Microcomputers in education*. in D. ZALEWSKI (Ed.), *Microcomputers for teachers: With applications to mathematics and science*. Bowling Green, EUA: School Science and Mathematics Association, 1982.
- KILPATRICK, J. *Recursion and reflection*, "Address to the Fifth International Congress of Mathematics Instruction", Adelaide, Australia, 1984.
- KULIK, J. A., & BANGERT-DROWNS, R. L. *Effectiveness of technology in precollege mathematics and science teaching*. "Journal of Educational Technology Systems", 12 (2), 1983-84, p. 137-158.
- LINN, M. C. *The cognitive consequences of programming instruction in classrooms*. "Educational Researcher", 14 (5), 1985, p. 14-29.
- OLSON, D. R. *Computers as tools of the intellect*. "Educational Researcher", 14, 1985, p. 5-8.
- PAPERT, S. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*, New York: Basic Books, 1980.
- PONTE, J. *Functional reasoning and the interpretation of Cartesian graphics*. Dissertação de doutoramento, University of Georgia, Athens, Georgia, EUA, 1984.
- PONTE, J. *O computador e o processo educativo*. Manuscrito policopiado, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Abril 1985.
- RIEBER, L. P. *The effect of Logo on increasing systematic and procedural thinking according to Piaget's theory of intellectual development and on its ability to teach geometric concepts to young children*. "Tese de mestrado, University of New Mexico, 1983.
- ROSS, P. *Implications of computing for school mathematics*. Manuscrito policopiado, Universidade de Edinburgo, 1984.
- RUSSEL, S.L. *Logo in special education*. "Classroom Computer Learning", 1983.
- SEIDMAN, R.H., *The effects of learning a computer programming language on the logical reasoning of school children*. Comunicação apresentada no Annual Meeting of the American Educational Research Association, Los Angeles, 1981.
- STREIBEL, M. J. *The educational utility of Logo*. "School Science and Mathematics", 83, 1983, p. 474-484.
- TURKLE, S. *The second self: computers and the human spirit*. New York: Simon and Schuster, 1984.
- WEIZENBAUM, J. *Computer power and human reason*. San Francisco: Freeman, 1976.
- WELLS, G.W. *The relationship between the processes involved in problem solving and the processes involved in computer programming*. Dissertação de doutoramento, University of Cincinnati, Dissertation Abstracts International, 42, 2009A. (University Microfilms 8123791), 1981.

