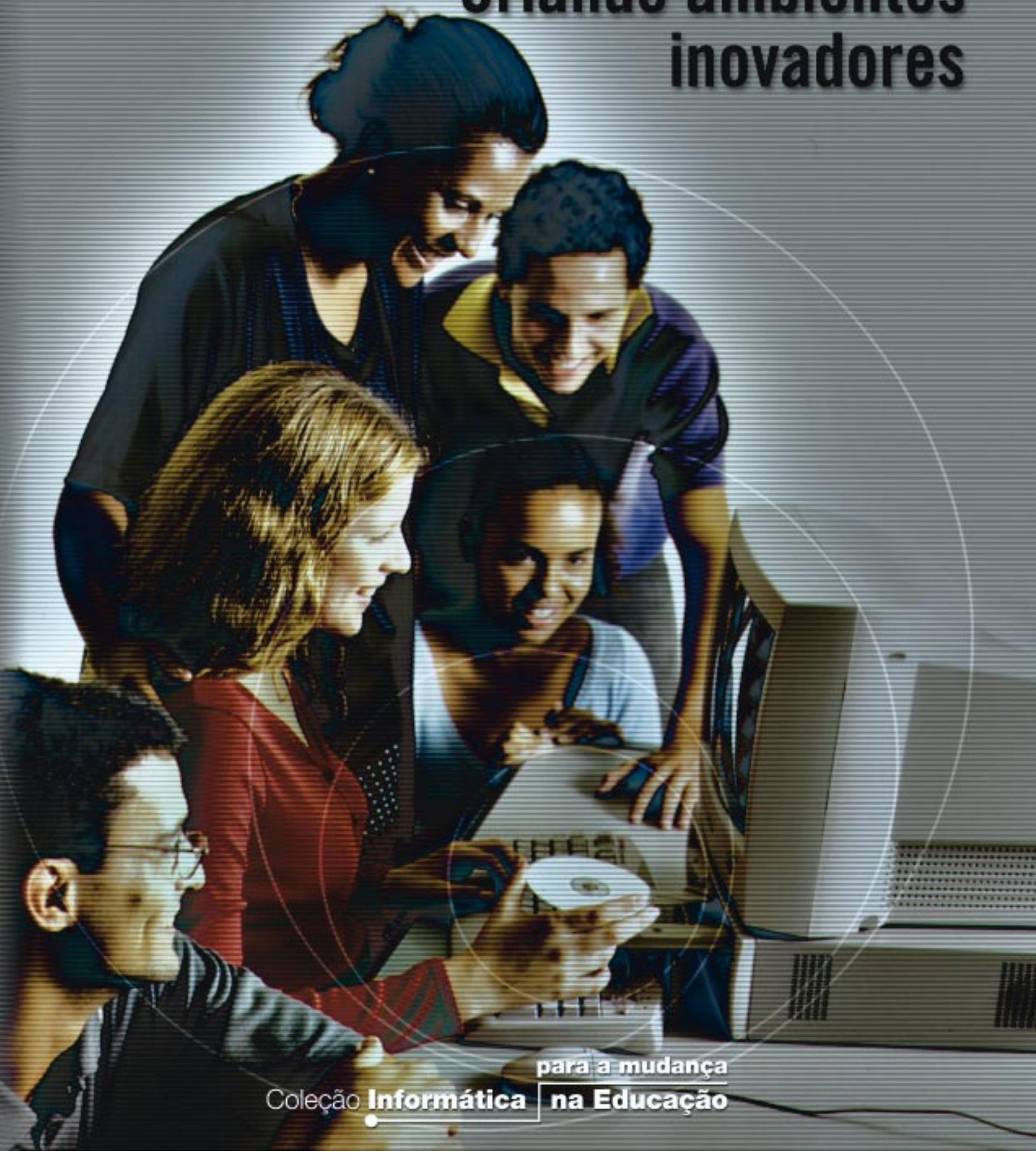


Educação e Informática

# Criando ambientes inovadores



para a mudança

Coleção **Informática** na Educação

Coleção **Informática** **para a mudança**  
**na Educação**

Presidente da República Federativa do Brasil

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

Ministro da Educação

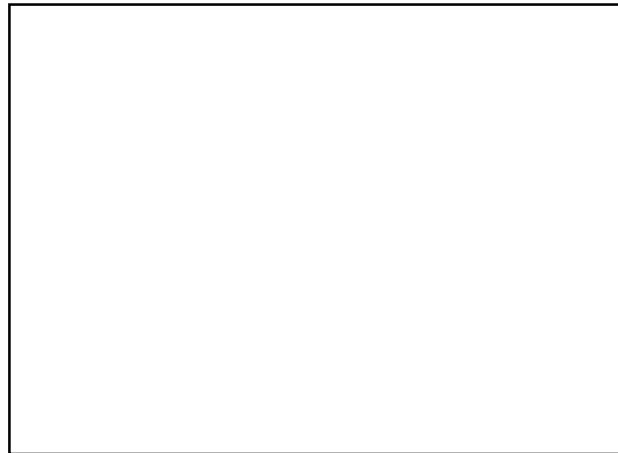
PAULO RENATO SOUZA

Secretário-Executivo

LUCIANO OLIVA PATRÍCIO

Secretário de Educação a Distância

PEDRO PAULO POPPOVIC



ORGANIZAÇÃO, PRODUÇÃO, ARTE



[estapalavra@uol.com.br](mailto:estapalavra@uol.com.br)

# Criando ambientes inovadores

## Educação e Informática

### **FERNANDO JOSÉ DE ALMEIDA**

Doutor em Filosofia da Educação, com tese nas áreas de Educação e Informática.  
Orientador do Ensino Médio da Escola Nossa Senhora das Graças em São Paulo.  
Coordenador do PEC/IEB da Secretaria da Educação do Estado e da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/São Paulo).  
Professor do Programa de Estudos Pós-graduados em Educação: Currículo PUC/SP.  
[falmeida@exatas.pucsp.br](mailto:falmeida@exatas.pucsp.br)

### **FERNANDO MORAES FONSECA JÚNIOR**

Assessor da Cogee – PUC/SP para Inovações Tecnológicas Aplicadas à Educação.  
Assessor da Fundação Vanzolini – USP, para Educação a Distância e Internet.  
Coordenador do PEC Informática, da Universidade de Moji das Cruzes de São Paulo.  
[ffonseca@utopia.com.br](mailto:ffonseca@utopia.com.br)



# Informática para a mudança na Educação

A tarefa de melhorar nosso sistema educacional, dinâmico e complexo, exige atuação em múltiplas dimensões e decisões fundamentadas, seguras e criativas. De um lado, há melhorias institucionais, que atingem instalações físicas e recursos materiais e humanos, tornando as escolas e organizações educacionais mais adequadas para o desempenho dos papéis que lhes cabem. De outro, há melhorias nas condições de atendimento às novas gerações, traduzidas por adequação nos currículos e nos recursos para seu desenvolvimento, num nível tal que provoquem ganhos substanciais na aprendizagem dos estudantes. O MEC tem priorizado, ao formular políticas para a educação, aquelas que agregam às melhorias institucionais o incremento na qualidade da formação do aluno. Este é o caso do Programa Nacional de Informática na Educação – ProInfo.

O ProInfo é um grande esforço desenvolvido pelo MEC, por meio da Secretaria de Educação a Distância, em parceria com governos estaduais e municipais, destinado a introduzir as tecnologias de informática e telecomunicações – telemática – na escola pública. Este Programa representa um marco de acesso às modernas tecnologias: em sua primeira etapa, instalará 105 mil microcomputadores em escolas e Núcleos de Tecnologia Educacional – NTE, que são centros de excelência em capacitação de professores e técnicos, além de pontos de suporte técnico-pedagógico a escolas.

A formação de professores, particularmente em serviço e continuada, tem sido uma das maiores preocupações da Secretaria de Educação a Distância, em três de seus principais programas, o ProInfo, a TV Escola e o PROFORMAÇÃO.

Os produtos desta coleção destinam-se a ajudar os educadores a se apropriarem das novas tecnologias, tornando-os, assim, preparados para ajudarem aos estudantes a participar de transformações sociais que levem os seres humanos a uma vida de desenvolvimento auto-sustentável, fundada no uso ético dos avanços tecnológicos da humanidade.

Pedro Paulo Poppovic  
Secretário de Educação a Distância



# Sumário

- 9** A ousadia de planejar o mundo
  - 9** E a escola com isso?
  - 10** Mudar para quê?
  - 11** A ética como princípio do pensamento e da sociedade
  - 11** Uma sociedade de projetos
  - 11** A negociação como arma humanizadora
  
- 13** O que pode ligar a Informática a essas questões?
  - 14** Onde está o novo?
  
- 15** Como não pôr estribos no computador
  - 16** A falsa cena de sempre
  - 16** Rompendo as amarras
  
- 19** Divide & Conquer (Dividir para conquistar)
  - 26** Clima lúdico e desafiante
  
- 27** Investigações em ótica geométrica
  - 28** É possível mudar?
  - 33** Ganhos de conhecimento
  - 37** Que outras coisas podemos aprender?
  
- 39** Mais que ambiente, uma ecologia do saber
  - 39** Pedagogia da pergunta
  - 40** Revigoração do papel do professor





# A ousadia de planejar o mundo

O que é um ambiente? O que seria criar um ambiente inovador em Educação? Pensar na criação de ambientes é pensar em criar um mundo inteiro de possibilidades.

Desenvolver ambientes sempre novos é próprio da natureza humana. Está em nosso modo de ser. Os ambientes são concepções de espaço e convivência. Facilitam ou dificultam certos tipos de relações das pessoas com os lugares e, principalmente, das pessoas entre si e consigo mesmas.

Pense, por exemplo, na arquitetura de uma igreja, nas cores quando a luz entra pelos vitrais multicoloridos, na altura da abóbada e no efeito sonoro da voz em seu interior. Lembre-se dos sons e das imagens... Esse é o ambiente de uma igreja. Frequentemente, proporciona experiências pessoais e coletivas de proximidade com o divino, com o mistério, com o sacro.

A escola é um ambiente privilegiado de aprendizagem. Nela, o currículo, a formação dos professores, a administração do tempo, do espaço, o material didático, estão planejados para ajudar a constituir um ambiente de aprendizagem.

Agora, pense em uma sala de cinema: a escuridão, as dimensões da tela refletindo imagens enormes e brilhantes, os efeitos sonoros que fazem vibrar as cadeiras... Nesse ambiente, mergulhamos em histórias de outras vidas, de outros povos, de outros tempos, de outros lugares. No cinema, permanecemos por duas ou mais horas num envolvimento total que nos faz rir, chorar, zangar, sentir medo... Renova ou recria nossa visão do mundo.

A Educação de cada povo também faz isso. Cria ambientes para que seus valores e suas competências passem de geração em geração.

Mas os “povos” não são homogêneos. Há grupos, subgrupos, classes, castas, e cada um cria seus ambientes de aprendizagem ou os tem impostos pelos grupos que dominam a sociedade. No Brasil, a imprensa só chegou em 1808, com a vinda da família real. E os livros, por muito tempo, só podiam ser impressos nas gráficas oficiais: os brasileiros não podiam escolher o que iriam, ou não, imprimir e ler.

Os livros são um “microambiente” de aprendizagem, no qual soltamos nossa imaginação, criamos cenários, ouvimos sons, desenhamos os rostos dos personagens, sentimos pavor ou desânimo com as derrotas do heróis, alegramo-nos com suas vitórias.

Nesse sentido, os livros são ambientes criados por autores, editores, projetistas gráficos, desenhistas e até pelas pessoas que nos recomendam sua leitura. Mas o grande ambiente, claro, é criado pelo leitor.

## E A ESCOLA COM ISSO?

A escola é um ambiente privilegiado de aprendizagem. Nela, o currículo, a formação dos professores, a administração do tempo, do espaço, o material didático, estão planejados para ajudar a constituir um ambiente de aprendizagem. Ela é muito eficaz para o fim a que se propõe. Bilhões de seres humanos passaram por suas salas, por sua estrutura e pelas práticas de seus mestres. Formaram-se cidadãos. Melhores uns, piores outros, mas a verdade é que sua prática mudou o rumo da sociedade. Humanizou os jovens que por ela passaram.

Os milhares de anos vividos na sociedade ocidental fizeram as escolas acumularem vícios. A proposta deste livro é retomar o sentido preciso e renovado de ambiente educacional que uma escola pode viver quando balançada pelos ventos das novas tecnologias.

Certamente a escola não mudou muito nos últimos séculos. Imagine como eram os espaços e tempos educacionais há dois ou três séculos, há vinte ou trinta anos, e, finalmente, hoje. Talvez muito pouco tenha mudado de fato. Persistem as carteiras fixas, os laboratórios de demonstração (quando os há), os livros de chamada, as notas, os recreios, as velhas disciplinas...

Tente, agora, imaginar como serão esses ambientes escolares daqui a uma ou duas décadas. Pense no que precisarão ser, quanto terão que se modificar!

Há uma projeção desse cenário futuro que mostra computadores sendo absorvidos pela escola como o foram a TV e o vídeo, com pouco impacto na qualidade dos processos de ensino e aprendizagem.

Mas nós acreditamos que existem outras possibilidades, outros arranjos de ambientes que a escola pode proporcionar, contando com os computadores e as tecnologias a eles relacionadas.

Os problemas são outros, as tecnologias são imensamente poderosas e velozes, o mundo é permeado por comunicações antes inexistentes sincronicamente como hoje. O planeta, a civilização, nosso ambiente de vivência, enfim, são inteiramente outros.

Por isso tudo, a Educação deve mudar.

## MUDAR PARA QUÊ?

Acreditamos que essas inovações nos ambientes escolares trarão reflexos positivos sobre os processos de ensino e aprendizagem, e isso bastaria para justificar a reflexão proposta por este livro.

Mas não paramos aí! Acreditamos que as novas tecnologias da informação e comunicação podem contribuir decisivamente com os educadores que vislumbram um futuro condizente com as responsabilidades da instituição educacional numa nova sociedade do conhecimento.

Este livro pretende refletir sobre a possibilidade de criação desses novos ambientes de aprendizagem. Mas para falar deles temos que falar do grande ambiente onde essas aprendizagens acontecerão, a quem servirão, e que ser humano queremos que seja desenvolvido para constituir um avanço no rumo de uma nova civilização.

Esse grande ambiente é o da sociedade do próximo século. Essa nova civilização enfrentará desafios desconcertantes, jamais enfrentados pela humanidade. Sempre foi assim, a qualquer tempo, mas os desafios vão, evidentemente, se tornando mais complexos, conforme a própria civilização acumula conhecimentos, tecnologias, e sofisticada suas expectativas e desejos. Assim, cria novos problemas, que exigem respostas mais sofisticadas.

Por vezes escutamos algo como “a medicina vai encontrar uma solução para isso”! Parece haver uma crença inabalável de que sempre seremos, enquanto espécie, capazes de solucionar no futuro os problemas que criamos hoje. Não que seja uma crença desprovida de fundamento; afinal, a História testemunha uma impressionante seqüência de conquistas do gênero humano.

O avanço da ciência e da tecnologia corresponde a avanços cognitivos da população e das suas estratégias de investigação. Atualmente, e certamente no futuro, algumas dessas estratégias serão fundamentais para a solução de problemas e superação das dificuldades. Especialmente se pretendemos que essas soluções sejam humanizadoras e, portanto, éticas e voltadas para o bem comum.

## A ÉTICA COMO PRINCÍPIO DO PENSAMENTO E DA SOCIEDADE

A dimensão ética deve ser marca dos projetos e decisões políticas da civilização do próximo milênio. Ser ético é perguntar-se continuamente pelo fazer o bem. O que é bem nesta situação? Estar sempre aberto ao questionamento é ter uma perspectiva ética.

A ética distingue-se da moral pelo seu caráter de contínuo perguntar-se. A moral dita normas para o agir em direção do bem. Mas, como os problemas podem ser novos e a realidade se altera, novas perguntas devem ser feitas. A moral não se questiona, mas a ética sim. A moral tende a ser estática, e a ética não.

A sociedade de convívio das pessoas e das instituições deve questionar-se sobre o fazer o bem e o fazer bem. E não apenas o bem, mas o bem comum! A perspectiva de evolução positiva da sociedade de convívio é a do bem comum.

Os individualismos possessivos desfibraram as relações humanas, deixando um legado de terra arrasada, de frustrações e de solidão. Como dizia o poeta Vinícius de Moraes, “é impossível ser feliz sozinho”. Os projetos de uma nova sociedade passam necessariamente pela dimensão da solidariedade e da visão do bem coletivo, como elemento basilar da realização individual.

Isso vale para os grandes problemas da humanidade de hoje, como o desemprego ou a mortalidade violenta dos jovens, e também para os mínimos problemas da sujeira do pátio da escola, ou do desrespeito dos meninos para com as meninas em relação às manifestações afetivas.

Sem que pensemos em tudo isso, a escola não terá por que ensinar, nem um ambiente digno de aprendizagem. Coloquem-se tecnologias de ponta, alterem-se os currículos, reformem-se os prédios e nada se resolverá.

## UMA SOCIEDADE DE PROJETOS

Um dos símbolos de evolução do ser humano e de uma sociedade é sua capacidade de planejar, pensar adiante, prever seu futuro para melhorá-lo. Em outras palavras, de projetar. A origem da palavra é essa: “lançar-se adiante”.

A sociedade de projetos, que vem se configurando nos últimos anos, exige cidadãos que observem sistematicamente os fatos, pesquisem o que os dados dizem e façam análises cuidadosas da realidade.

O novo cidadão projetista não aceita a realidade só porque sempre foi assim. Ele nega a repetição triste e desumanizadora dos fatos e rebela-se por meio de seus sonhos.

Essa nova sociedade, que apenas se desenha, exigirá cidadãos criativos e utópicos, que deverão saber organizar suas idéias, escrevê-las, defendê-las... enfim, *projetar-se*.

## A NEGOCIAÇÃO COMO ARMA HUMANIZADORA

Por fim, não há como manter compromissos com o bem comum, com a ética, com a democracia e com a paz sem que se aprenda a negociar. Os ambientes de aprendizagem se encontrarão, portanto, dentro de uma sociedade de negociação. E o que é isso?

O mundo que aí está é um mundo de tensões, conflitos de interesses, desinformações, desencontros,

devido a sua complexidade e à multiplicidade de lugares culturais e sociais de onde seus agentes falam e vivem.

A maioria das vezes presenciamos um mundo de mentiras na TV, nos noticiários e no cinema. Verdades pela metade, frases soltas, notícias parciais, dramas pasteurizados, prestígio descabido do dinheiro, um recriar contínuo de jogos de interesses de vender, comprar, lucrar, impor valores de poucos para garantir o eterno cerco de tais jogos.

Negociar é o avesso desse ciclo perverso da mentira televisiva. Para negociar, tenho que partir da verdade. Dados na mesa, informação precisa, capacidade de admitir que o outro também tenha verdades que possam ser construídas junto com as minhas. Falar claramente, ouvir, pensar, refletir, mudar de perspectiva para poder criar um novo lugar de convívio.

Temos que aprender a admitir e entender as tensões. Elas existem e precisam ser levadas em consideração. Não é apenas meu grupo social que tem a razão e a visão do todo. Nesse sentido, é preciso saber ouvir, observar, ler a realidade tensa e contraditória que desfila nos noticiários, nas ruas, nas manifestações culturais, nas “des-comunicações” do cotidiano.

Dialogar com os demais agentes sociais que conosco convivem será objeto de aprendizagem nos novos ambientes. Explicitar as dificuldades, clarificá-las, é o primeiro passo para lutar pela verdade.

Construir um mundo digno não é tarefa dos governantes, estadistas ou gênios da ciência. Ele começa a ser construído nas universidades, nas quadras de esporte, nas escolas, nos pátios de recreio, nos trabalhos de redação, nos estudos do meio, enfim, nas discussões no interior das salas de aula, onde se forma o pensamento das novas gerações.

Desenvolver para a construção de projetos de sociedade altamente negociados e com bases éticas é o desafio aos educadores humanizadores. Constituir ambientes de ensino e de aprendizagem onde essas competências, habilidades e conhecimentos possam florescer é o que gostaríamos de conseguir.

# O que pode ligar a Informática a essas questões?

A introdução da Informática na Educação é o mais novo desafio para nós, educadores. Por que, afinal, devemos investir dinheiro e energia humana para implementar a Informática no cotidiano das escolas, auxiliando os processos de ensino e aprendizagem?

Só há uma resposta capaz de justificar tamanho esforço: a Informática trará novas possibilidades a esses processos, resultando em uma aprendizagem mais eficiente, mais profunda, mais abrangente, mais confortável, mais motivada, mais feliz. Essa aprendizagem é o caminho da construção de uma sociedade mais humana e digna.

Mas será mesmo que a Informática pode ajudar a construção dessa espécie de utopia de todo educador? Provavelmente não, mas pode significar um passo na direção dessa utopia desde que se admita encarar as questões que sua implementação irá suscitar na mente de todo professor, de todo coordenador, de todo diretor de escola e, por que não, de todo aluno!

Já não são poucos os que questionam os meios e fins da instituição educacional. Porque se entendermos que educar é preparar para o mundo e, ainda, construir esse edifício sem contradições internas, então não há dúvidas de que estamos com problemas, e muito sérios. Os desafios da humanidade, os paradoxos do progresso, as novas formas de trabalho, de organização social, as dificuldades com a manutenção do meio ambiente, as drogas, a constante necessidade de mais energia, enfim, são problemas novos e complexos que exigem muito mais da instituição educacional.

Não será a Informática propriamente dita que trará respostas a tais inquietações — essa tarefa cabe aos homens e mulheres —, mas certamente criará espaço para a reflexão, para o debate, para a elaboração de uma nova agenda, um novo projeto. Um Cavalo de Tróia cuja aparente inocência embute o inesperado, a possibilidade do questionamento das obviedades paralisantes.

Em si, a Informática é o mais poderoso instrumento da inventividade humana, pois é ferramenta para a manipulação do simbólico, do virtual. E o simbólico é o refinamento mais sofisticado da expressão humana. O simbólico é o que permite a extrapolação, é a centelha que põe fogo na criação. Por essas razões, é preciso dizer, ainda que um tanto conceitualmente, que temos convicção de que os nossos esforços em recursos e energia humana para implementar a Informática nas escolas são, *a priori*, plenamente justificáveis.

Felizes de nós que podemos viver esse momento, essa janela histórica em que se pode construir o novo. Quem trabalha com Educação, lidando dia a dia com os processos de ensino e aprendizagem, deve saber da sua responsabilidade histórica para poder escolher entre encolher ou frutificar.

Em si, a Informática é o mais poderoso instrumento da inventividade humana, pois é ferramenta para a manipulação do simbólico, do virtual. E o simbólico é o refinamento mais sofisticado da expressão humana. O simbólico é a centelha que põe fogo na criação.

## ONDE ESTÁ O NOVO?

A Informática vem sendo utilizada na Educação de diversas formas desde, talvez, os anos 60, mas apenas na década de 80, com a diminuição dos preços dos computadores e a invenção das interfaces amigáveis (o que facilitou a vida do usuário comum), é que foi possível instituir projetos de utilização da Informática na Educação de modo mais sistemático e segundo abordagens sistêmicas.

Em muitos países, os computadores começaram a aparecer nas escolas de ensino básico e médio sob forma de projetos ainda experimentais, freqüentemente amparados por pesquisas universitárias e recursos governamentais.

Diversas empresas da área de software e hardware também contribuíram para esse início de jornada, equipando escolas, oferecendo treinamentos e outros incentivos.

Hoje, a Informática está presente de muitos modos na Educação, em praticamente todos os países em que há um mínimo de recurso e preocupação com a Educação.

Esse processo de inovação tecnológica foi muito rápido e resultou em inúmeras experiências bem e mal sucedidas. O pequeno lapso histórico dessas experiências ainda não permite o estabelecimento de uma prática empiricamente aprovada. Aliás, as pesquisas que tentaram provar que o sucesso do trabalho com os computadores era mais garantido que os trabalhos convencionais de bom nível se frustraram. Nenhum resultado significativo, até hoje, foi registrado nesse sentido.

Uma das dificuldades em processos de inovação tecnológica é identificar a essência do novo. É fundamental reconhecer o que há de singular na inovação. Por exemplo, os primeiros automóveis, no início do século, possuíam uma estrutura funcional parecida com a das carroças, outro importante meio de transporte da época. Como nas carroças, a nova tecnologia de então possuía a cabina do condutor separada da cabina de passageiros, além de muitas outras estruturas idênticas. Há até pouco tempo, carros urbanos ainda utilizavam estribo!

Essa espécie de “dessintonia” entre o que a nova tecnologia oferece e o que entendemos que ela possa oferecer costuma causar alguma confusão no início e também algumas decepções. É natural que isso ocorra, pois a tecnologia é uma construção humana para atender a uma necessidade contemporânea. Se é realmente nova, porém, terá sempre embutida uma visão de futuro.

Esse duplo papel da tecnologia, de permitir a manipulação de algo contemporâneo e de implementar bases que desafiam para o algo além, propõe, num sentido bastante amplo, sua aplicação em processos de aprendizagem.

Para que a Informática possa significar o estímulo capaz de provocar a inovação e, com ela, a superação de importantes problemas, temos que identificar onde ela pode apresentar possibilidades verdadeiramente novas. Não basta aplicá-la de modo convencional, apenas repetindo aquilo que de algum modo já fazemos sem seu auxílio. É o velho estribo das carroças e carruagens! Há modos óbvios de se utilizar a Informática na Educação, e argumentos óbvios para justificar essas aplicações. Mas o óbvio é freqüentemente empobrecedor das expectativas humanas. Propor que se rompa com o óbvio é uma das motivações deste livro. Não se pretende apresentar nenhuma forma definitiva de utilizar computadores nas escolas, até porque todas as propostas nesse sentido serão empobrecedoras. Este livro procura ser, especialmente, um convite à subversão!

# Como não pôr estribos no computador

Uma das idéias mais comuns, quando se inicia a utilização de computadores nas escolas, é a necessidade de constituir um ambiente específico para isso. O caminho costuma ser a criação de um laboratório de computadores.

Inadvertidamente, essa opção inicial bastante óbvia implicará em um conjunto específico de experiências de aplicações da Informática na Educação. A constituição do espaço físico do laboratório acaba por induzir um conjunto de experiências porque a distribuição desse espaço guarda certa relação com algumas concepções de ensino e aprendizagem. Isso não é nenhuma novidade. Pense, por exemplo, no que acontecia em muitas escolas há algumas décadas, onde as carteiras dos alunos eram aparafusadas no chão. Eram salas de aula um tanto quanto estáticas. Quando novas concepções de ensino e de aprendizagem, ancoradas em avanços no entendimento da psicologia humana, resultaram em novas propostas didático-pedagógicas, essas escolas tiveram que enfrentar a dificuldade de estabelecer, por exemplo, trabalhos em grupo em suas salas de aula.

De todas as experiências que a utilização de laboratórios de Informática costuma induzir, uma é especialmente limitante e pode ser resumida em uma cena bem comum: a de um ou dois alunos frente ao computador, utilizando um software qualquer.

Do mesmo modo, laboratórios de Informática facilitam a adoção de certas experiências, baseadas em um conjunto de pressupostos pedagógicos condizentes com o ambiente físico. Laboratórios de Informática costumam, por exemplo, viabilizar a adoção de modelos de informatização das escolas em que o professor regular não tem vez! Aquele professor do dia-a-dia, que ministra as aulas de Português, Matemática, Geografia, enfim, as aulas das disciplinas curriculares, muitas vezes não entra nesses laboratórios. Um outro profissional é contratado para cuidar especificamente do laboratório de Informática e dos alunos. Esse modelo é bastante comum ainda hoje, apesar do flagrante equívoco. Não pense, com isso, que a responsabilidade pelo

equívoco é do laboratório! Pode-se, muito bem, implementar um laboratório e utilizá-lo com os professores das disciplinas. Mas parece que a existência do laboratório, com tantas máquinas, exige um profissional específico, especialista, capaz de “cuidar” das máquinas, do laboratório e, por fim, da própria Educação dos alunos (aí o grande equívoco!).

Como consequência de termos outros profissionais conduzindo os trabalhos com alunos nos laboratórios de Informática, freqüentemente essas experiências são desconectadas daquilo que ocorre nos outros ambientes de aprendizagem da escola, como as salas de aula, por exemplo. Um processo meio esquizofrênico se estabelece, o que facilmente podemos constatar no relato de professores e dirigentes de muitas escolas já na segunda etapa de suas experiências pedagógicas com Informática. Mais uma vez, não é o laboratório em si que causa tais desacertos; afinal, muitas escolas que possuem computadores exclusivamente em laboratórios de Informática implementam experiências de utilização de computadores na execução de projetos e outras atividades integradas com o currículo e com as práticas extralaboratório.



## A FALSA CENA DE SEMPRE

De todas as experiências que a utilização de laboratórios de Informática costuma induzir, uma é especialmente limitante e pode ser resumida em uma cena bem comum: a de um ou dois alunos frente ao computador, utilizando um software qualquer. Esse modelo é empobrecedor porque costuma assentar-se na crença de que a “transa” entre aluno e máquina é a melhor receita para aprender utilizando Informática. Quem acredita nesse modelo por vezes é tentado a pensar que o ideal seria um micro por aluno. Mas, para nós, não bastam os argumentos mais óbvios de que o aluno estuda em seu ritmo, de que o computador nunca cansa de explicar e corrigir, de que os *feedbacks* são imediatos... Argumentos verdadeiros, válidos e importantes, mas não suficientes para uma pedagogia comprometida com teorias atuais de aprendizagem.

As teorias socioconstrutivistas e mesmo outras têm defendido já há algum tempo a idéia de que a troca com o meio e especialmente a troca com o outro é fundamental para a promoção de processos de aprendizagem. A própria consciência de si deriva da percepção do outro.

É bem verdade que, por ser um fenômeno do indivíduo, o conhecimento exige instantes de introspecção, mas já há muito em nossa prática pedagógica que estimula a introspecção: dinâmicas que exigem concentração individual, leitura individual, estudo individual, avaliação individual... Alunos grudados em computadores, em laboratórios, significa apenas mais uma dessas oportunidades.

Então, resta a questão: mas como fazer diferente? Seria melhor não instalar um laboratório de Informática na escola? E onde colocaríamos os computadores? Que tipo de dinâmicas eles poderiam promover? Qual o papel do professor e dos alunos nesses cenários?

Não há a menor intenção, neste livro, de tratar essa questão de modo dicotômico, considerando uma configuração superior a outra. De fato, acreditamos haver diversos arranjos geradores de ambientes inovadores de aprendizagem, ou, de modo menos exigente, ao menos eficientes. Inclusive laboratórios de Informática. Mas queremos ir além desse óbvio e mostrar novas possibilidades, capazes de proporcionar mais entendimento da singularidade dos computadores e, especialmente, capazes de viabilizar a construção de novos ambientes de aprendizagem, mais sintonizados com nosso entendimento do que venha a ser aprender e, por conseguinte, ensinar. Queremos, por fim, mais garantias de que os esforços institucionais e humanos nos processos de informatização sejam compensados por uma prática pedagógica mais eficaz, resultando em uma aprendizagem mais significativa e capaz de responder positivamente às necessidades sociais e pessoais de nosso tempo.

Estamos certos de que o mais importante é apontar em outra direção, como modo de fazer com que todos virem as cabeças e, assim, possam descobrir novas paisagens.

## ROMPENDO AS AMARRAS

As limitações auto-impostas por esse modelo hegemônico de utilização da Informática na Educação são bastante evidentes.

Uma das mais dramáticas é a exigência de uma quantidade de micros além de qualquer possibilidade real nos dias de hoje. Aliás, em nenhum país do mundo há micros para todos os alunos o tempo todo, salvo em algumas circunstâncias muito particulares.

Talvez em uma ou duas gerações seja possível implementar modelos em que cada aluno



tenha o seu micro. Hoje, certamente, isso é impossível como modelo de ampla aplicação. Acontece que nem mesmo o equivalente a uma sala inteira, 40 ou 50 alunos, pode ter acesso simultâneo a computadores na maioria das escolas brasileiras. Estamos no início de uma escalada que demorará muitos anos para se efetivar.

No entanto, as propostas mais comuns de utilização de Informática na Educação parecem ignorar essa condição de contorno. As escolas obrigam-se, então, a verdadeiros malabarismos logísticos e pedagógicos para se adaptar à condição auto-imposta. Dividir turmas em grupos menores, designar monitores para laboratórios de Informática enquanto o professor fica com apenas parte da turma, imaginar tarefas possíveis e significativas para os diferentes grupos, imaginar experiências que só possam se efetivar umas poucas vezes por ano, elaborar planos em que todos os alunos tenham acesso ao micro e ao mesmo tempo haja efetiva melhoria da aprendizagem... Uma pequena loucura que muitas vezes faz com que professores lúcidos perguntem: “Mas afinal, a Informática veio contribuir ou atrapalhar?”.

O modelo de utilização de Informática baseado em laboratório, que acaba por causar todo esse malabarismo, não tem raízes em qualquer fundamentação pedagógica. São majoritários simplesmente porque os computadores eram entendidos até meados dos anos 80, quando começa a se disseminar o seu uso nas escolas, como ferramentas isoladas (e dedicadas) de trabalho. Assim, a maneira mais óbvia de se utilizar computadores nas escolas parecia ser montar laboratórios para uso individual (ou quase individual).

Principalmente nos ambientes de trabalho, os computadores executavam tarefas quase sempre específicas e eram manipulados por poucas pessoas. Todo o trabalho era organizado em ilhas, cada uma cuidando do seu próprio subnegócio: contabilidade, controladoria, almoxarifado, expedição, atendimento ao cliente, tráfego, produção etc.

O acelerado desenvolvimento da competitividade econômica (e científica) no mundo resultou na necessidade de decisões rápidas e acertadas. A agilidade nas decisões exigiu autonomia das unidades de negócio e informação instantânea. A velocidade de acesso à informação qualificada passou a ser um importante diferencial competitivo. O resultado foi o avanço sistemático da demanda por conectividade, o que fez consolidar as tecnologias de comunicação necessárias para fazer de um computador uma ferramenta integrada ao mundo.

Hoje não é mais possível imaginar um computador isolado de outro; no entanto, os modelos pedagógicos de utilização de Informática estão majoritariamente assentados em utilização individual e isolada de computadores.

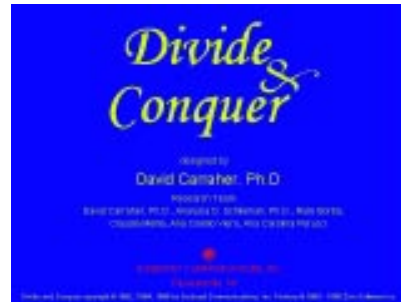
Desse modo, o computador é um espaço fechado de possibilidades. Isso certamente irá mudar e já há muita gente pesquisando e trabalhando para gerar metodologias de uso de Informática na Educação em que o computador seja um espaço aberto.

O que nós pretendemos neste livro é apresentar alguns exemplos poderosos de utilização do computador a partir de modelos alternativos ao proposto pelos laboratórios de Informática nas escolas.

Nossa expectativa é que esses exemplos abram perspectivas e provoquem novas idéias, ainda que em um cenário de poucos recursos de infra-estrutura. Há modos de utilizar o computador com finalidades pedagógicas em que, quanto menos micros, melhores são os resultados de aprendizagem! Parece miragem, mas não é. Apenas exige um certo desprendimento do óbvio. Nos exemplos a seguir, você verá que “um micro só, faz verão”. Viabiliza experiências ricas de aprendizagem, desde que não seja utilizado dentro do paradigma “aluno e o micro”.



# Divide & Conquer (Dividir para conquistar)



Crianças que vendem nas ruas,  
alfaiates, mestres de obra,  
cortadores de cana, entre outros,  
possuem elaborados conhecimentos  
matemáticos de aritmética, de  
proporção e de geometria.

**T**rata-se de um software educacional emblemático. Podemos considerá-lo, como poucos, estritamente educacional, pois não se presta a outra coisa a não ser possibilitar o desenvolvimento de conhecimentos. Sua proposta básica é envolver um grupo grande de alunos, que pode até mesmo ser uma turma toda, no desafio de decifrar um código, como os antigos serviços secretos faziam. Esse desafio acaba por promover intensa participação de todos na tentativa de elucidar um problema que é essencialmente matemático e lógico.

*Dividir para conquistar* é o resultado indireto de uma pesquisa acadêmica feita na década de 80, por dois autores cognitivistas<sup>1</sup>. Buscavam eles entender, dentro dos mais rigorosos critérios da pesquisa acadêmica, por que certas populações que dominam um conjunto de conhecimentos matemáticos embutidos em suas práticas cotidianas eram incapazes de obter sucesso escolar quando se exigia esses mesmos conhecimentos em situações formais de ensino e aprendizagem.

Por que, afinal, a escola não conseguia que suas práticas detectassem esse conhecimento desenvolvido fora da escola? Será que apenas aquilo que se aprende na escola e pode ser verificado de um modo bastante específico é reconhecido como conhecimento pela própria escola?

A pesquisa mapeou algumas dessas populações, investigando as competências matemáticas desses grupos através de entrevistas e testes. Crianças que vendem nas ruas, alfaiates, mestres-de-obra, cortadores de cana, entre outros, possuem elaborados conhecimentos matemáticos de aritmética, de proporção e de geometria. Tais conhecimentos se revelam nas inúmeras práticas e “mecanismos” de soluções de problemas típicos de seus cotidianos.

Crianças que vendem frutas ou doces nos semáforos das cidades grandes sabem negociar suas mercadorias com espantosa facilidade. Alfaiates e pedreiros conhecem um bocado de trigonometria e geometria. Ao menos é o que se pode observar quando solucionam problemas de aproveitamento de tecido ou de angulação entre paredes.

A dificuldade é que esses conhecimentos empíricos, desenvolvidos com a prática cotidiana, não possuem o formalismo necessário para serem reconhecidos e aproveitados em situações de ensino escolar.

<sup>1</sup> David William Carraher e Terezinha Carraher, ambos psicólogos vinculados à Universidade Federal de Pernambuco, desenvolveram pesquisas relacionadas à aprendizagem de Matemática.

Os resultados dessa longa pesquisa encontram-se publicados no livro *Na Vida Dez, na Escola Zero*, cujo título dispensa comentários. Mostram, em primeiro lugar, que efetivamente é muito importante a formalização desses conhecimentos quando se pretende que os sujeitos possam avançar em seus saberes de modo mais sistemático e eficaz. A formalização do conhecimento abre portas para a compreensão de novos conhecimentos por meio de uma linguagem compartilhada e cientificamente validada. Essa linguagem facilita a realização de extrapolações e articulações mais sofisticadas.

Mas a pesquisa mostra, principalmente, que a escola, devido a seus métodos de ensino, não tem contribuído para que esses conhecimentos informais sejam reconhecidos e, então, adequadamente formalizados. Não há dúvida de que é muito diferente ensinar uma certa Matemática para alguém que já a conhece de algum modo. Nesse sentido, um passo fundamental é a percepção que o sujeito deve ter da Matemática que ele conhece. Quando o indivíduo toma consciência de seu conhecimento e reflete sobre ele, o trabalho de formalização é facilitado.

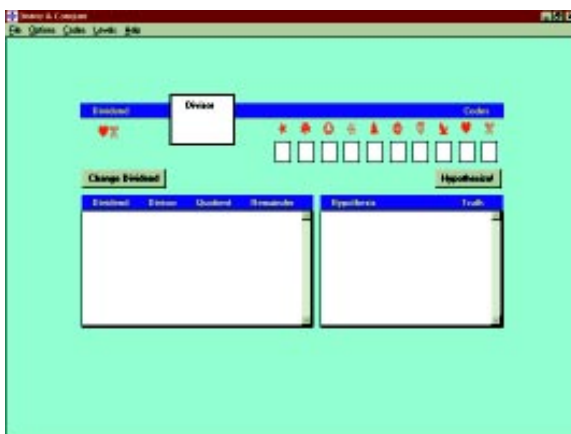
Quando o pedreiro aplica certos “truques” para produzir uma parede em ângulo reto com outra, usa uma Matemática sem, contudo, percebê-la de modo claro. Na escola, para que ele avance em seus saberes a partir do que já sabe, é necessário fazer com que perceba esses seus conhecimentos.

Embora a pesquisa citada trate dos conteúdos da Matemática, em certo sentido seus resultados podem ser amplamente aplicados a outras áreas. Torna-se um modo de ver e reconhecer os conhecimentos que os alunos já trazem para a escola. A reflexão do sujeito sobre o seu próprio conhecimento é muito importante em qualquer situação de aprendizagem. Pensar sobre como se está pensando, a metacognição, é uma capacidade indispensável para os que pretendem se aprimorar no próprio ato de aprender.

Por isso, *Dividir para conquistar* é muito mais do que um software para se aprender Matemática. Com ele, os alunos aprendem a refletir sobre como estão pensando. E nesse momento os professores também podem refletir sobre o que é ensinar.

Como é possível promover essa reflexão? De diversos modos. Mas, no caso de *Dividir para conquistar*, por meio da explicitação negociada da solução de problemas.

*Dividir para conquistar*, como já dissemos, propõe um problema. Cada vez que o software é utilizado há um sorteio de dez símbolos, cada um equivalendo a um algarismo de zero a nove. O problema é justamente descobrir qual é essa equivalência, ou seja, qual o valor, de zero a nove, de cada um dos símbolos. No início do desafio, a tela do *Dividir para conquistar* parece como na figura a seguir.



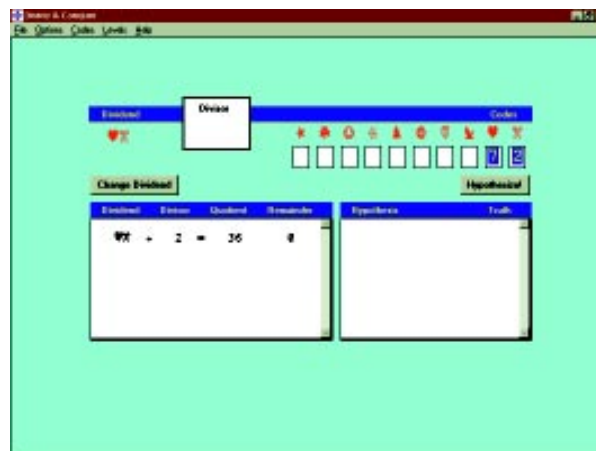
O software foi publicado apenas nos EUA. Por isso, está todo em inglês. Mas, como você poderá perceber (neste caso, muito particular), não há quase nenhum prejuízo à sua utilização em escolas brasileiras.

Na parte superior da tela, do lado direito, há um conjunto de dez símbolos que precisam ser descobertos. Do lado esquerdo, podemos ver dois desses símbolos abaixo da palavra *dividendo*. Por fim, mais ou menos no meio, há um quadrado branco escrito *divisor*.



Em uma sala de aula escurecida, o professor dispõe a turma em volta de uma tela onde projeta a imagem produzida pelo computador. Para projetar a imagem ampliada, utiliza um equipamento específico chamado LCD ou um canhão projetor. Nem todas as escolas possuem esses equipamentos, mas com algum esforço o professor pode utilizar uma TV adaptada ou mesmo a tela comum do computador. Nesse caso, deverá reproduzir no quadro negro os resultados mostrados na tela.

Com a imagem projetada, solicita aos alunos que proponham um dividendo. Por exemplo, podem sugerir o número dois.



Os dois ícones, coração e tesoura, representando dois algarismos, simbolizam um número igual ou maior que dez, já que o software não colocaria um zero à esquerda. Assim, antes mesmo de propor a divisão, os alunos já poderiam inferir que o ícone representando um coração não pode equivaler ao algarismo zero.

Após dividir por dois, a turma observa a resposta do computador:  $(\heartsuit \text{ ✂}) / 2 = 36 \text{ resto } 0$ . Ou seja, coração e tesoura ( $\heartsuit \text{ ✂}$ ) divididos por dois (2) dá trinta e seis (36) e sobra zero (0).

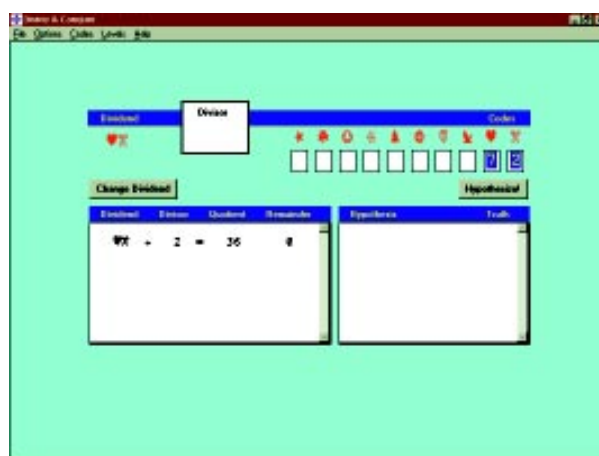
Então, o professor estimula os alunos a raciocinar e falar em voz alta quaisquer conclusões a que chegarem ante os dados obtidos: “Então, será que podemos concluir algo a partir dessas informações?”.

Os alunos começam a se envolver no desafio de decifrar o problema, seduzidos pelo clima de mis-

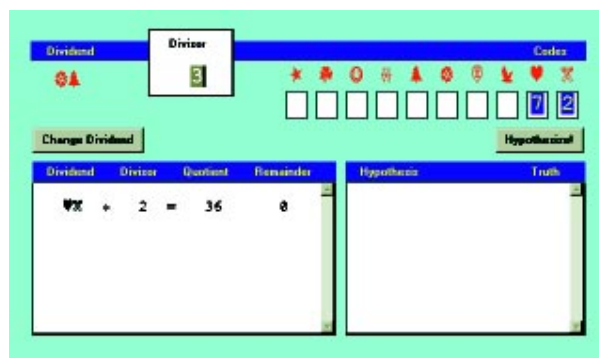
tério e pela possibilidade de colaborar com a solução. Querem cooperar, querem participar.

Alguém, do fundo da sala, levanta a mão e arrisca : “O número do dividendo é par!”. A afirmação é forte e enquanto uns logo entendem o porquê, outros se interrogam sobre como será possível chegar àquela conclusão. O professor não concorda nem discorda: apenas media: “Como você chegou a essa conclusão?”. O aluno principia a falar, mas é logo interrompido pelo professor que, percebendo que ele sabe explicar corretamente, solicita: “Espere um pouco... vamos ver se alguém é capaz de dizer por você”. Outro aluno, então, afirma: “Se dividimos por dois e sobrou zero só pode ser par”. Ao que o professor pergunta para a turma toda: “Quer dizer que qualquer número dividido por dois, se sobrar zero será par?”. E a maioria diz que sim.

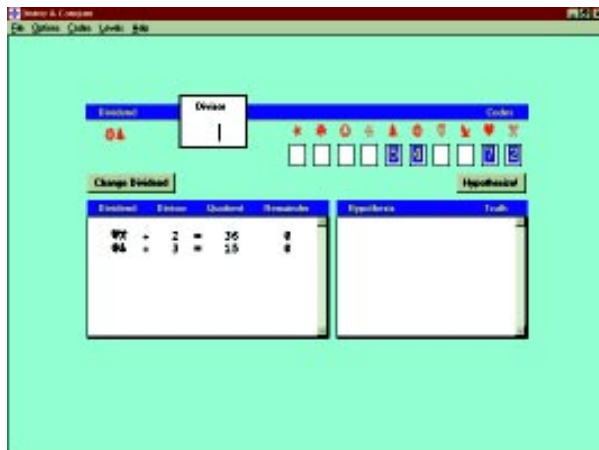
O professor continua: “O que mais podemos saber pelo resultado da divisão?”. Outro aluno diz: “Coração (♥) é sete e tesoura (✂) é dois (2)”. O professor, fingindo incredulidade, pergunta: “Mas como você chegou a essa conclusão?”. E o aluno responde: “Fácil: basta multiplicar o resultado (36) por dois (2)”. O professor continua provocando: “E se tivesse sobrado um (1)?”. Ao que o aluno responde: “Então bastava somar um (1) e o resultado seria setenta e três (73); quer dizer; o coração (♥) seria sete do mesmo jeito e a tesoura (✂) seria três (3)”.



Brilhante diálogo, em que parte do problema foi solucionado! O professor insere o algarismo sete e o dois, respectivamente, nos lugares abaixo dos símbolos coração e tesoura. Agora, o professor troca o dividendo e solicita que a turma escolha outro divisor.



O novo dividendo é composto por um número de dois algarismos, uma espécie de flor e um pinheiro. O divisor escolhido foi o número três (3).



Procede a divisão e observa o resultado com a turma, comentando em voz alta: “Flor e pinheiro divididos por três (3) dá quinze (15) e sobra zero(0). O que podemos concluir? Alguém tem uma idéia?”.

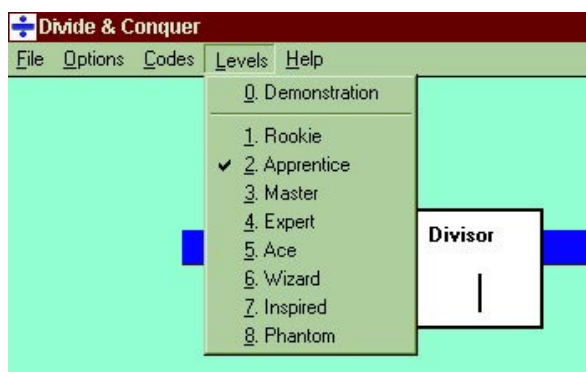
Muitas idéias surgem. A turma se agita, vários querendo falar ao mesmo tempo. O professor tem alguma dificuldade de manter todos no “mesmo barco”. Percebe conversas paralelas, mas nota que são sobre o assunto. Todos estão envolvidos com a solução do problema.

O professor aponta para um aluno e pede que ele fale alto para que todos escutem. Solicita que a turma preste atenção ao que o colega tem a dizer: “Professor, a flor é quatro (4) e o pinheiro é cinco (5)”.

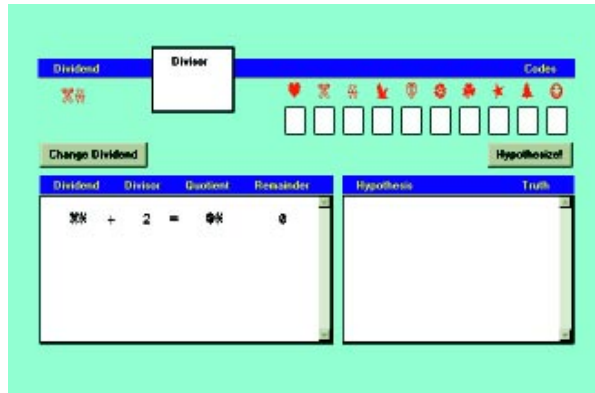
“Por que você diz isso?”. “Porque três vezes quinze (15) mais zero (0) é igual a quarenta e cinco (45).” O Professor emenda: “E mais uma vez sobrou zero (0), então é só multiplicar dividendo pelo divisor e achamos o resultado. Parabéns!”.

O problema está praticamente solucionado, os alunos já descobriram grande parte do código e basta continuar com as trocas de dividendo e divisor para chegar ao resultado final.

Mas, como todo bom software educacional, *Dividir para conquistar* possui diversos níveis de desafios, permitindo que os alunos avancem em seus conhecimentos utilizando o mesmo software. Em *Dividir para conquistar* temos oito níveis de dificuldade. A atividade demonstrada anteriormente foi realizada no segundo nível. Quando o professor percebe que a turma já está apta a avançar, ele busca a opção adequada no painel superior e calibra o novo nível de jogo de modo a manter todos estimulados.



É importante notar que em cada nível novas articulações mentais são necessárias, assim como é indispensável que novos conhecimentos matemáticos sejam utilizados para que se consiga resolver o enigma. Após a escolha do novo nível e do número dois (2) como divisor, podemos ver o seguinte problema:

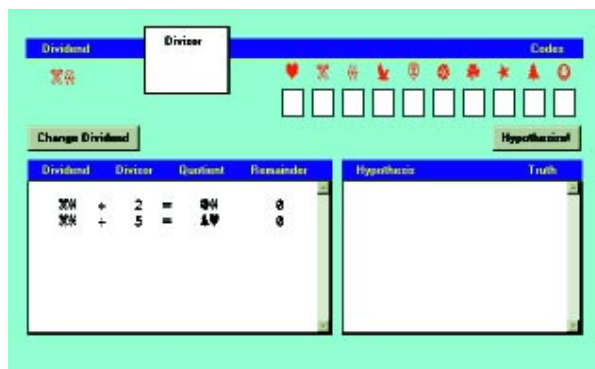


Observem que no novo nível escolhido pelo professor o quociente não é numérico: é simbólico! Assim, não é mais possível resolver o enigma pela simples multiplicação sucessiva dos quocientes pelos divisores e somando-se o resto.

Quando o professor estimular a participação, poderá escutar algo como: “Professor, só é possível saber que o número é par”. Ao que o professor poderá perguntar: “Por quê?”. E o aluno: “Porque o número foi dividido por dois (2) e sobrou zero (0). Logo é par”.

“Certo, mas há mais algo que possa ser concluído?”, pergunta o professor. Após uma pequena pausa, outro aluno fala: “Tesoura é maior ou igual a dois!”. Uma brilhante conclusão, resta pedir que explique melhor... “Simples, professor, se o dividendo fosse dezoito (18), a divisão por dois (2) daria como quociente um único algarismo (que seria o número 9), sobrando zero (0). Se o dividendo fosse dezenove (19), a divisão por dois (2) daria os mesmos nove (9) de quociente, mas sobraria um (1), o que não foi o caso. Logo, além de saber que o número é par, sabemos que ele é maior ou igual a vinte (20), pois somente assim ao ser dividido por (2) o quociente seria um número de dois algarismos – representando dez (10) ou maior – e restando zero (0)”.

Uma lógica impecável! O professor prossegue provocando: “Quem discorda levante a mão”. Vários alunos levantam a mão e o professor pede que expliquem por que discordam. Ao final da explicação, sugere que outros concordem ou discordem das observações feitas e pede que também fundamentem suas posições... A turma avança seus conhecimentos... em Matemática, em lógica, em argumentação, em consciência sobre suas formas de pensar... Após algum tempo, o professor solicita um novo número como divisor. A turma sugere o número cinco (5). O resultado aparece na tela, projetado à frente da sala de aula.





Mais umas rodadas de debates, de hipóteses e conclusões. Alguém diz: “Se sobrou zero (0), é porque o dividendo é múltiplo de cinco (5)! Logo, ou termina em zero (0) ou em cinco (5)”.

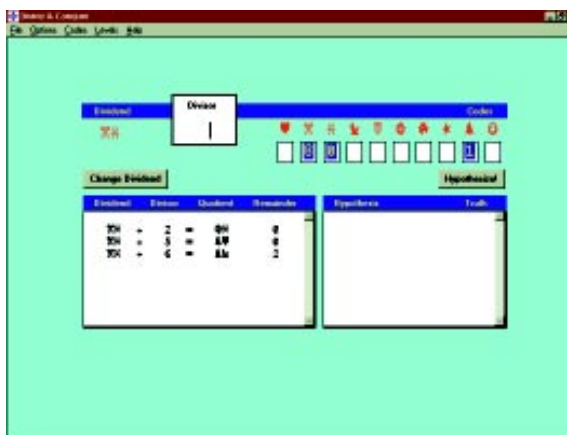
Outro aluno logo emenda: “Mas então só pode ser zero (0)!”. E o professor questiona: “Mas como você sabe isso?”. E o aluno responde: “Já dividimos esse dividendo por dois (2) e sobrou zero (0). Logo, ele é par e entre terminar em zero (0) ou cinco (5) só pode terminar em zero (0) para ser par”. Lógica impecável. O aluno tem razão: o quociente termina em zero (0).



Uma primeira e importante descoberta. Na verdade, essa conclusão já poderia ter sido observada na primeira divisão: afinal, ao dividir por dois (2) e restar zero (0), o dividendo só poderia mesmo ser um número par, o que a turma já havia concluído. O que a turma não observou é que o algarismo à direita no quociente era o mesmo que o algarismo à direita no dividendo: um símbolo de cristal de neve. Sendo assim, a única possibilidade é que fosse mesmo zero (0); afinal, se por hipótese fosse qualquer outro número par, ao ser dividido por dois (2) não resultaria em algarismos iguais à direita no dividendo e no quociente! Mais ainda, era possível saber que o algarismo à esquerda no dividendo era também par! A turma ainda não conseguiu elaborar esse tipo de pensamento, mas certamente chegará lá. Basta uma única vez algum aluno perceber uma relação matemática e explicitá-la para “contaminar” os demais, pouco a pouco, com a mesma capacidade de percepção. Nesse ambiente de aprendizagem cooperativo, as conclusões de uns alimentam os demais, tornando o ambiente altamente sinérgico. Em breve, a turma toda saberá operar com as mesmas relações matemáticas.

28 / 2 = 14
26 / 2 = 13
24 / 2 = 12
22 / 2 = 11
20 / 2 = 10
30 / 2 = 15
40 / 2 = 20

O professor solicita, mais uma vez, um novo divisor, que desta vez foi seis (6).



Quando um aluno propôs o número seis (6), o professor poderia ter perguntado: “O que você está querendo?”, “Que hipótese você tem?” ou, ainda, “Por que escolheu esse número?”.

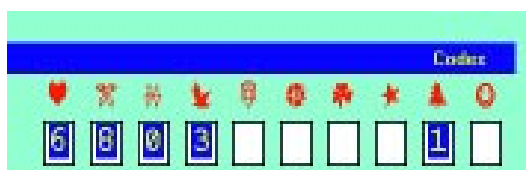
Uma resposta possível seria: “O quociente é maior que cinquenta (50) porque ao dividi-lo por cinco (5) ainda sobrou um quociente com dois algarismos. Por isso, resolvi verificar se ele é ou não maior que sessenta (60), daí dividi-lo por seis (6)”.

O professor pode então perguntar para a turma: “Vocês entenderam o que ele disse?”. E, quando alguém respondesse que sim, poderia propor: “Então nos dê um exemplo de resultado que mostraria que o dividendo é menor que sessenta (60)”.

O aluno responderia, por exemplo: “Se dessa divisão resultar um quociente com apenas um algarismo, é porque o dividendo é menor que sessenta (60)”. Mas logo um outro aluno interrompe: “Impossível! Sabemos que o quociente é maior que cinquenta (50), que termina com zero (0) e que o algarismo à esquerda é par. Logo, ou é sessenta (60) ou é oitenta (80). Não pode ser menor que sessenta (60)”.

Rigorosamente certo! O aluno percebeu que o algarismo à esquerda no quociente deveria ser par e não poderia ser menor que seis (6). Daí não aceitar a hipótese do colega.

Bem, o resultado da divisão acaba por comprovar as hipóteses dos alunos e revelar diversas outras conclusões, numa espécie de efeito dominó: uma descoberta facilita a próxima e assim sucessivamente.



Mais uma vez o professor pode ajustar o grau de dificuldade e avançar com a turma para novos desafios. Em cada nível, uma surpresa: uma nova relação é descoberta e socializada.

Séries, teoria dos conjuntos, convergência, proporções, números primos, múltiplos, lógica, método, verbalização, metacognição, aprendizagem cooperativa, solução de problemas, enfim, um conjunto muito grande de conhecimentos são desenvolvidos com *Dividir para conquistar*.

## CLIMA LÚDICO E DESAFIANTE

Provavelmente, se disséssemos que esses conhecimentos e habilidades, além de outros mais, fossem desenvolvidos em uma única atividade, com a participação motivada de toda a turma, você duvidaria!

Mas uma pesquisa acadêmica e um bocado de inspiração criaram uma proposta simples, séria e consistente de se trabalhar essas questões.

Em *Dividir para conquistar* não há nenhum grande efeito especial nem imagens 3D nem animação em tempo real... O grande *efeito especial* se dá na cabeça dos alunos! Eles aprendem trocando entre si, conscientes de seus próprios processos de aprendizado.

O professor pode utilizar esse software ao longo de vários anos, como modo de introduzir conceitos manipulando problemas. Não há dúvida de que será fácil aprender sobre todos esses conceitos descritos acima utilizando uma dinâmica de ensino e aprendizagem tão rica e estimulante.

Esse é um bom exemplo de software para ser utilizado pela turma toda em conjunto, com uma única máquina na sala de aula convencional. Uma máquina para toda a turma não é, neste caso, uma perda de qualidade para o processo de ensino e de aprendizagem. É, antes, uma opção pedagógica poderosíssima, capaz de criar um ambiente repleto de possibilidades de aprendizagem significativa.

# Investigações em ótica geométrica



É uma espécie de “ovo de Colombo”, uma daquelas idéias que depois de descobertas parecem óbvias. A proposta desse software é, como em *Dividir para conquistar*, reunir um grande grupo de alunos, ou mesmo a turma toda, na solução de problemas e desafios lúdicos. Ao tentarem solucionar os problemas, os alunos negociam intensamente suas concepções sobre os fenômenos observados. É nesse processo que surgem as oportunidades de trocas sociocognitivas através das quais irão aprender.

Em que medida é possível desenvolver uma estratégia de ensino que ao mesmo tempo motive o aluno e estimule processos cognitivos facilitadores da aprendizagem?

De que modo podemos propor que os alunos sejam ativos?

Ótica geométrica encontra-se no domínio da Física. Frequentemente não lhe é dada muita relevância no ensino fundamental e médio. Não queremos estabelecer uma discussão sobre essa questão, mas ressaltar o conjunto de reflexões e pressupostos sobre processos de ensino e de aprendizagem que fundamentam o desenvolvimento desse software.

O ensino de Ciências é um desafio instigante aos profissionais de Educação preocupados em contribuir para a formação de indivíduos capazes de compreender, interagir e transformar o mundo. Historicamente, os sistemas educacionais têm privilegiado a classificação de informação e a memorização de conceitos e fatos como método de ensino de Ciências.

Embora a classificação e a memorização sejam importantes na organização e difusão de idéias, por si só essas capacidades não são suficientes para o desenvolvimento de estratégias eficientes de aprendizagem. Metodologias de ensino de Ciências que exigem e estimulam predominantemente essas capacidades não contribuem para a construção de conhecimentos significativos.

O professor competente tem, geralmente, consciência de que descrições e classificações servem mais à sistematização e recuperação de informações que ao estímulo de mecanismos cognitivos facilitadores da aprendizagem.

Por que, então, o ensino de Ciências tem, quase unicamente, se resumido a desenvolver ambientes que restringem a aprendizagem de Ciências a sistemas classificatórios e descrições conceituais? Além desses equívocos, o ensino de Ciências carrega dificuldades específicas. Estratégias adequadas de ensino e de aprendizagem no campo de Ciências implicam na observação e manipulação de eventos naturais (ainda que induzidos) por meio de experimentações, ensaios, elaboração e hipóteses.

Há eventos naturais complexos. Alguns fenômenos são inacessíveis por suas dimensões gigantescas

ou infinitesimais; há, ainda, aqueles cuja manipulação oferece perigo, como muitas reações químicas, dos processos biológicos ou da estrutura da matéria, apenas para dar alguns exemplos. Os eventos cósmicos, os movimentos tectônicos, as eras glaciais e a ecologia também são bons exemplos da dificuldade em se eleger uma estratégia de ensino que vá além da classificação-conceituação.

Informações verbais e textuais, matéria-prima quase exclusiva no ensino de conceitos e classificações, requerem poucos recursos de infra-estrutura. Pouco mais que giz e quadro-negro é suficiente para implementar essa estratégia de ensino. Infelizmente, os ambientes educacionais são majoritariamente empobrecidos e, nessas condições, nada mais conveniente do que a adoção de metodologias pouco exigentes em termos de recursos. Assim, quase tudo é ensinado pasteurizadamente, como se todos os campos de conhecimento fossem epistemologicamente idênticos.

O ensino de ótica geométrica padece dessas mesmas dificuldades. Calcular o ponto focal, o centro de curvatura e fazer afirmações sobre a natureza das imagens, se virtuais ou reais, são as habilidades mais exigidas. Muito menos pela importância que esses conhecimentos tenham em si; muito mais por que é o que é possível ensinar com os recursos disponíveis. Lamentavelmente, ao investir de forma preponderante no domínio da manipulação algébrica (geométrica), o ensino da ótica tem se afastado dos aspectos essenciais desse campo do saber na “ótica” do cidadão comum. É verdade que muitos professores procuram incentivar suas turmas levando para sala de aula pedaços de espelho, lentes, lanternas e tocos de vela. Mas esse esforço costuma resultar apenas em uma ou duas aulas em que demonstrações de certos fenômenos são feitas: os alunos, eles mesmos, raramente manipulam esses elementos; essa Física é, assim, uma entidade unicamente teórica. Essa forma de apresentar os fenômenos óticos reduz os alunos a simples espectadores e não os faz sujeitos do processo de aprender.

## É POSSÍVEL MUDAR?

Como recuperar o significado desse conhecimento? Como mobilizar a atenção dos alunos? Em que medida é possível desenvolver uma estratégia de ensino que ao mesmo tempo motive o aluno e estimule processos cognitivos facilitadores da aprendizagem? De que modo podemos propor que os alunos sejam ativos? Essas foram algumas das questões que a equipe de desenvolvimento do software educacional *Investigações em ótica geométrica* procurou responder.

Como quase tudo na Física e nas ciências em geral, a ótica geométrica é um campo de conhecimento instigante, principalmente quando se trabalha com seus elementos primitivos. Luzes, lentes e espelhos há muito tempo fascinam os homens. “Brincar” com esses elementos é uma excelente oportunidade para o desenvolvimento de conhecimentos.

Historicamente, o desenvolvimento da Ciência é mediado por experimentações, acasos e necessidades. Hipóteses, prática, conclusão, surpresas, se repetem na construção de modelos científicos.

*Investigações em ótica geométrica* pode criar, se bem conduzido pelo professor, um ambiente de ensino e de aprendizagem que possibilita a recuperação desse processo dinâmico. As atividades visam desenvolver um trabalho lúdico, desafiador, estimulante. Como o próprio nome indica, o software permite que professores e alunos coloquem em prática suas hipóteses sobre o funcionamento de sistemas óticos (modelos pessoais), experimentando, observando e interagindo.

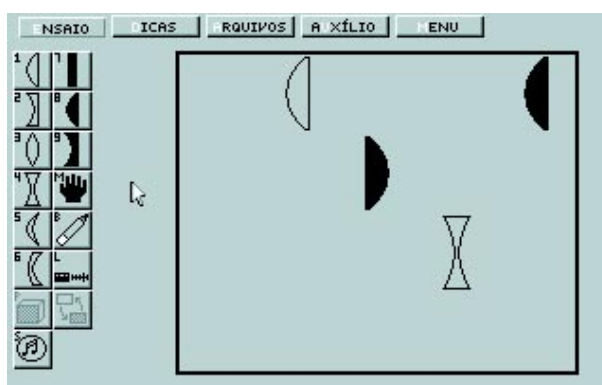
Embora possa ser utilizado individualmente, o software foi especialmente concebido para ser usado pelo professor com a turma toda em sala de aula, com um único computador, se possível com o

auxílio de um dispositivo de projeção de imagens. Nessas circunstâncias, o professor pode propor desafios aos alunos. Desafios que, para serem solucionados, exigem a utilização dos princípios de ótica geométrica. Tais princípios ainda não têm, para os alunos, representação formal da linguagem científica. No entanto, com o auxílio do professor e a seqüência de experimentações, os alunos irão paulatinamente formalizando esses princípios (gerando conceitos). O domínio de princípios, uma dimensão do conhecimento que transcende a classificação e a conceituação, facilita a compreensão de conceitos e sistemas classificatórios. No ensino de Ciências, geralmente começamos pelo formal; com *Investigações em ótica geométrica* podemos mais facilmente começar pelo fenômeno e seus princípios.

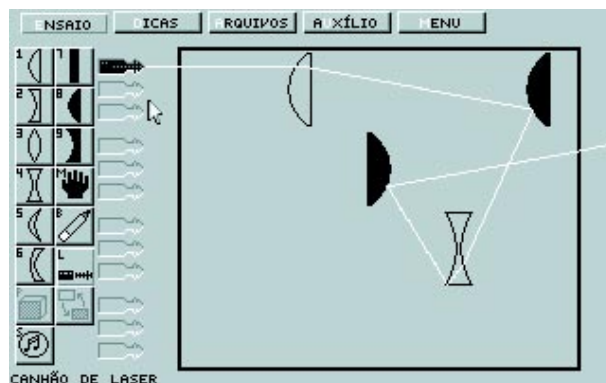
Os desafios propostos pelo software são apresentados no módulo *atividades*, onde encontramos uma metáfora de caixa vazia na qual podemos dispor elementos óticos, como diversos tipos de lentes e espelhos.



O professor e os alunos montam, dentro da caixa, um sistema ótico com esses componentes a partir de suas expectativas acerca dos efeitos que poderão observar quando sobre o sistema incidir um raio de luz.



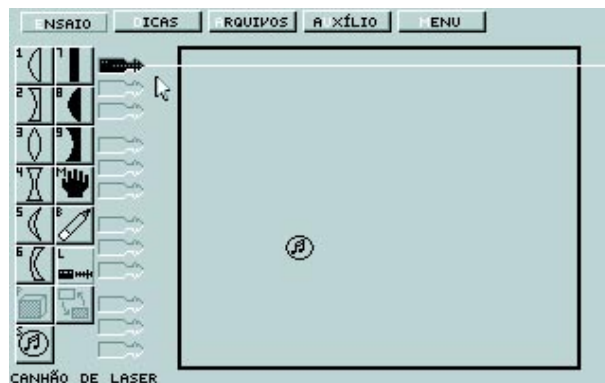
O exercício consiste em disparar um raio laser dentro da caixa. Os alunos vão observar, então, os desvios da trajetória (refração ou reflexão) do raio pela interação com os elementos óticos. Nessas interações, as mudanças de direção do raio poderão ou não confirmar as hipóteses que geraram o sistema. O professor e os alunos poderão ou não confirmar as relações de causa-efeito objetos de suas hipóteses.



Nesse processo, a não-confirmação de uma hipótese cria pequenas desestruturações no corpo de conhecimentos do sujeito, estimulando-o a remodelar seus conhecimentos prévios no esforço de acomodar as novas e conflitantes observações e respectivas conclusões. Nesse esforço intelectual, novas hipóteses serão formuladas, agora a partir de um novo “modelo” mental, um novo arranjo de sua rede de conhecimentos e, assim, nova experiência será implementada na expectativa da confirmação.

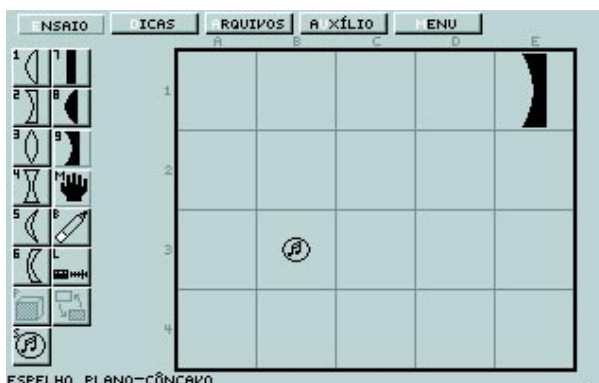
Esse processo tende a facilitar o desenvolvimento de conhecimentos porque viabiliza e estimula reflexões a partir de ações baseadas em modelos mentais (representações internas ao sujeito de seus conhecimentos) e nas respectivas hipóteses de relações causais. Para o sujeito que aprende, a possibilidade de concretizar modelos mentais representa um ótima estratégia de aprendizagem, altamente significativa e associada às suas preocupações e conhecimentos prévios. Constitui uma etapa fundamental no aprimoramento da apreensão do que seja um modelo científico.

O professor pode propor à turma a solução de um problema.



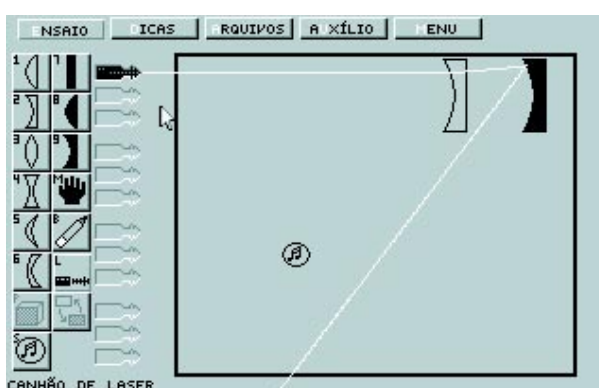
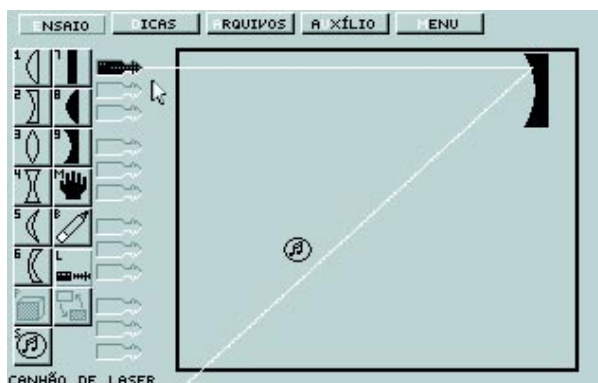
Por exemplo, após dividir a classe em duas turmas, dispõe o símbolo de som em uma posição qualquer dentro da caixa vazia; dispõe a pistola laser em uma posição qualquer fora da caixa, em um dos 12 locais possíveis. Dispara o laser para que a turma possa verificar a trajetória. Finalmente, propõe o desafio: “A partir da posição fixada do som e da pistola, as turmas terão que utilizar lentes e espelhos dispondo-os, um por vez, de modo a fazer com que o raio laser atinja o ícone de som, quando será possível ouvir um sinal sonoro. As turmas vão alternar-se na colocação de lentes e espelhos até que a primeira consiga atingir o objetivo”.

A primeira equipe propõe, então, uma possível solução, como na imagem a seguir, indicando o elemento óptico a ser utilizado e sua posição dentro da caixa. Para isso, utiliza uma marcação que aparece na caixa para facilitar essa indicação. Os alunos dizem: “Professor, vamos colocar o elemento 9 na posição 1E”.



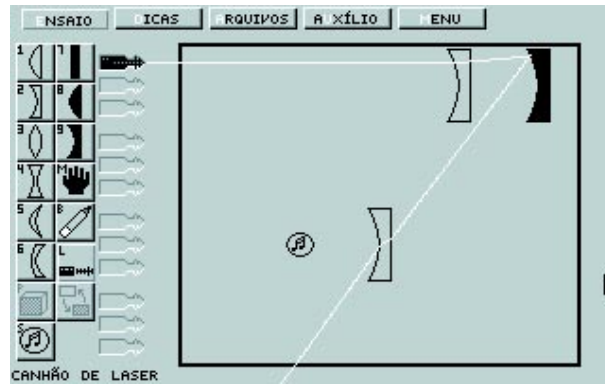
Após disparar o raio laser, suspense: as turmas torcem enquanto o raio se desloca; todos observam atentamente o resultado da experiência.

Agora, o professor solicita que o outro grupo defina sua estratégia. “Professor, coloque o elemento 2 na posição 1D”.

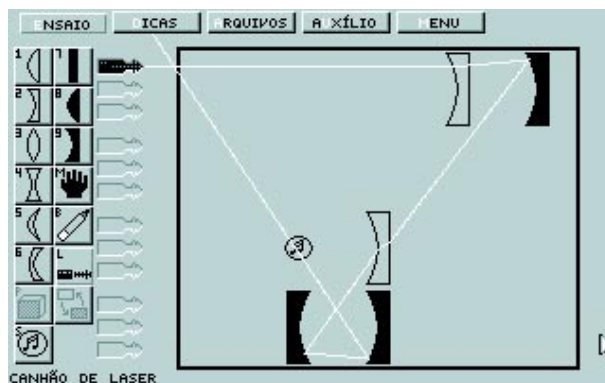
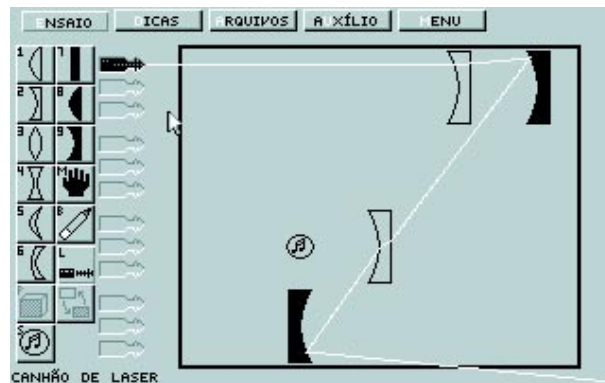




Agora, de novo, é a vez da primeira turma, que deverá aproveitar a situação preexistente. A turma discute, animada. Todos pensam intensamente em como solucionar o problema. Que elemento ótico poderia corrigir a trajetória? Finalmente: “Professor, vamos tentar o elemento 2 na posição C3”.



Novo teste é feito, desencadeando mais suspense e mais torcida. Novamente os grupos se alternam e assim sucessivamente até que se atinja a solução.



Ao manipular os elementos óticos, os alunos vão se familiarizando com suas representações e seus comportamentos. Aos poucos, com o estímulo do professor, podem começar a sofisticar suas hipóteses e as descrições que fazem.

Por exemplo, antes de implementar certa experiência, o professor pode questionar: “Mas que efeito



vocês esperam obter? Por que escolheram essa lente e não aquela outra? O raio irá divergir ou convergir? E se a mesma lente fosse de outro material, como diamante, por exemplo?”.



Basta clicar duas vezes sobre a lente para verificar sua constituição material e mesmo mudá-la. As experiências vão se sofisticando aos poucos, conforme o professor perceba que os alunos começam a trabalhar com novos e mais poderosos princípios. O importante é estimular os alunos a explicitarem suas expectativas, suas hipóteses. Aos poucos, é importante solicitar que fundamentem suas escolhas.

O professor pode criar problemas mais complexos. Pode utilizar mais ícones de som em um mesmo problema ou restringir o uso de determinados elementos óticos. Enfim, há muito campo para a ação criativa do professor na definição de desafios calibrados com sua percepção de necessidades e possibilidades da classe.

## GANHOS DE CONHECIMENTO

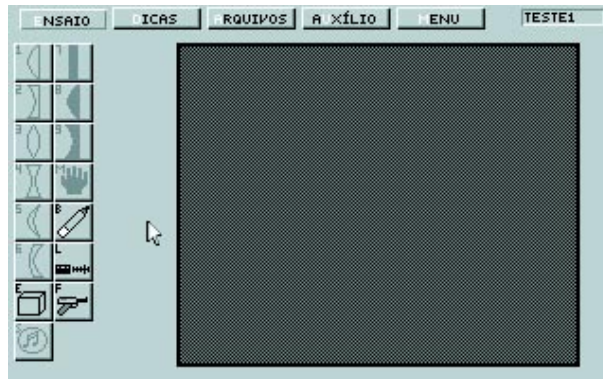
A partir de certo número de experimentações, os alunos começam a ter necessidade de dar nomes precisos e unívocos às suas idéias. Precisam comunicar-se sem confusões. Aí aparece, espontaneamente, a necessidade da nomenclatura científica. Será natural, então, que os alunos conheçam os nomes dos elementos óticos, que não tenham dúvidas quanto ao significado das palavras divergência e convergência, que tenham clara noção do significado prático do índice de refração de um material.

Em um nível um pouco mais sofisticado, quando a turma já dominar alguns princípios mais importantes da ótica geométrica, o professor poderá propor novos problemas, utilizando outros recursos de *Investigações em ótica geométrica*, como no exemplo a seguir.

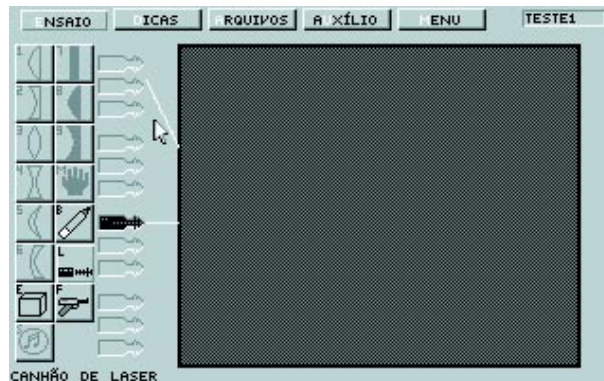
O professor escolhe a opção Arquivo do menu e obtém uma janela com uma relação de problemas propostos, previamente preparados.



*Investigações em ótica geométrica* possui uma série de problemas, mas o professor pode preparar os seus próprios na opção Editor, no menu principal. Ao escolher um problema, a aparência do software se altera: agora, a caixa que antes estava aberta (podia-se ver dentro dela) estará fechada. Dentro há um sistema composto por componentes óticos escolhidos pelo professor. Os alunos observarão a imagem a seguir, uma representação da caixa fechada com o sistema oculto.



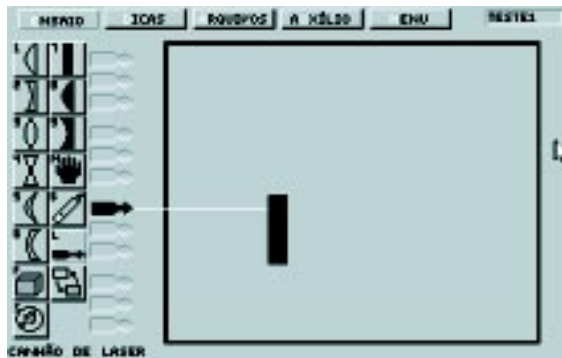
O nome do problema aparece no canto superior direito da tela. Neste exemplo, o nome é “TESTE1”. Os alunos devem, agora, começar a “tatear” o sistema utilizando a pistola laser. Atiram lá para dentro e observam o comportamento do raio. O que acontecerá? Veja o exemplo a seguir.



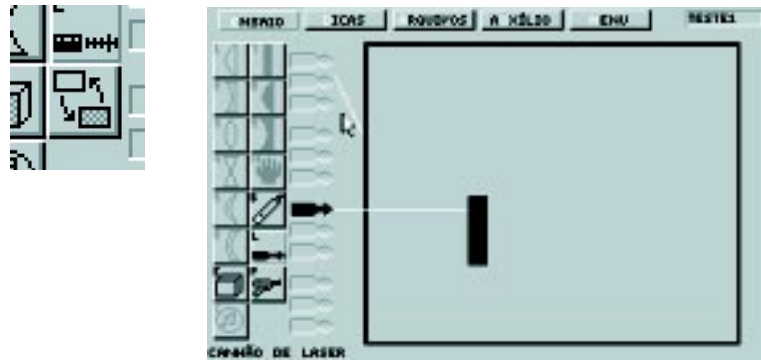
O raio entrou na caixa, foi desviado por um ou mais elementos (que estão no seu interior, mas ocultos aos nossos olhos) e saiu da caixa pela mesma lateral em que entrou, um pouco mais acima.

Enquanto o fenômeno é observado, na cabeça de cada aluno surgem questões: porque ele se desviou desse modo? Bateu ou atravessou uma lente ou um espelho? Será que interagiu com mais de um elemento?

Para buscar as respostas, os alunos terão que propor experimentos, imaginar soluções e procurar implementá-las: “Professor, mude para a caixa vazia e coloque um espelho 7 na posição 3B”. O professor experimenta e todos observam e comparam o resultado. O raio volta sobre a trajetória de ida.



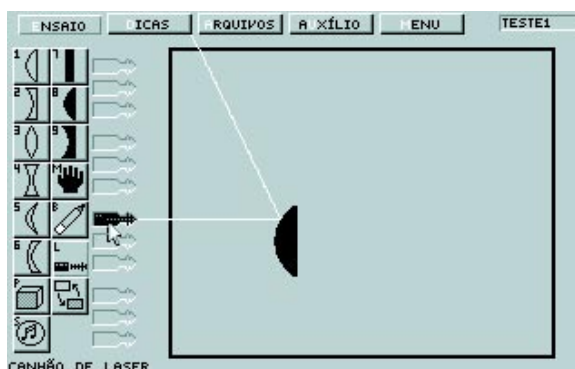
Clicando no botão ao lado é possível comparar os dois disparos, aquele proposto pelo aluno e o realizado na caixa fechada:



Os alunos podem observar que o raio do segundo tiro voltou perpendicularmente, refazendo a trajetória de trás para a frente, como aconteceria se fosse um espelho plano (que é exatamente o que está sendo representado). Já no primeiro tiro, o raio havia saído da caixa um pouco acima e na diagonal!

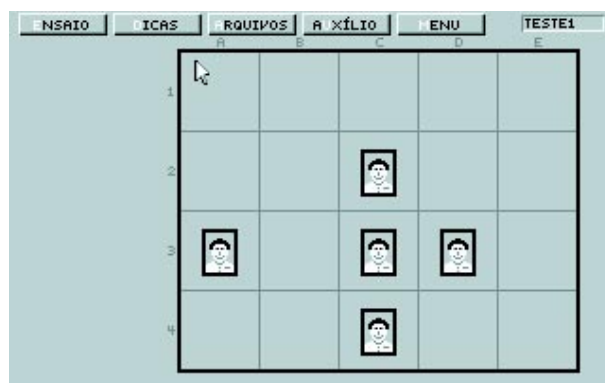
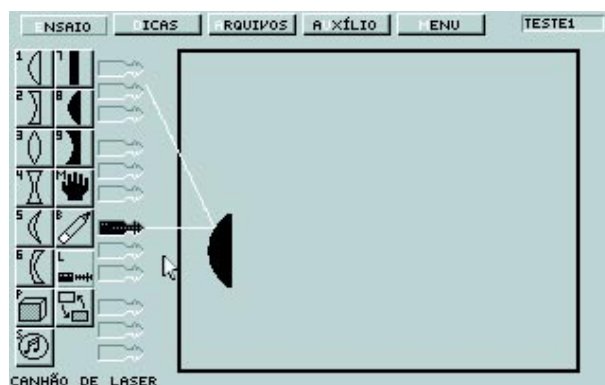
O professor pode perguntar ao aluno: “Então, era isso que você esperava?”. O aluno responde: “Mais ou menos”. O professor instiga: “Como assim?”. O aluno retorna: “Eu achava que era um espelho porque o raio voltou. Quer dizer, voltou um pouco”. O professor: “E aí, o que você concluiu com o que acabamos de experimentar?”. O aluno: “Pode até ser um espelho, mas não é esse que eu escolhi”.

O diálogo continua com o professor perguntando para a turma toda: “Que tipo de espelho poderia jogar o raio para cima?”. Depois de algum tempo um aluno diz: “Atirando dessa posição, poderia ser o espelho 8”. O professor responde: “Vamos ver? Parece que você pode ter razão...”.

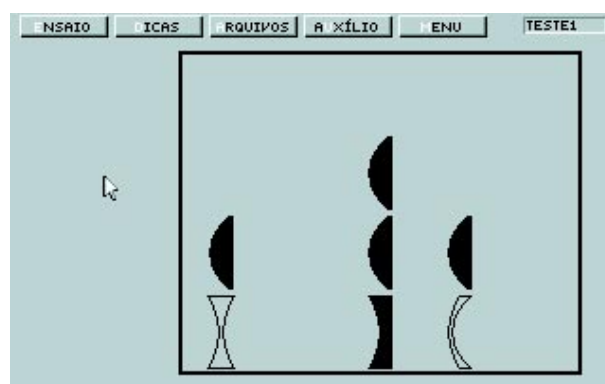


O professor diz: “É, parece que você tinha mesmo razão, mas o raio saiu muito acima do que deveria para que esse fosse o elemento ótico dentro da caixa fechada. O que vocês acham?”

Após algum tempo, outro aluno diz: “Mas professor, parece que o ângulo de saída dos dois raios é o mesmo”. O professor responde: “É, pode ser... O que poderíamos fazer então para o raio entrar e sair na mesma posição?”. Outro aluno completa: “E se aproximássemos a lente da pistola laser?”. O professor então, implementa a sugestão...



O resultado alegria a todos. “Você tem razão, o raio saiu no mesmo local e com o mesmo ângulo que o dado na caixa fechada. Parece que descobrimos um dos elementos dentro da caixa fechada. Será que há outros? Vamos ver.” O professor acessa a opção Dicas no menu e escolhe Posição de Espelhos; então, todos poderão ver a imagem a seguir:



Uma dica valiosa, informando a posição de todos os espelhos escondidos. Mas ainda não é tudo. Como descobrir a característica de cada um desses espelhos? E lentes, será que há lentes na caixa fechada, além dos espelhos?

As experiências continuam, com os alunos formulando questões mentais, explicitando suas idéias para todos, criando soluções hipotéticas, aprendendo a interpretar os dados experimentais. Um ambiente propício para a aprendizagem de ótica geométrica e do próprio pensamento científico. Até que a atitude de todos, a cooperação, a formulação de hipóteses a partir de experiências e hipóteses alheias, acabam trazendo luz ao problema. A solução aparece!

## QUE OUTRAS COISAS PODEMOS APRENDER?

O que os alunos e o professor acabam de experimentar está muito além de um aspecto específico de uma determinada disciplina: aprendem a se iniciar no pensamento científico. Aprendem a observar um fenômeno e pensar sobre ele, a ordenar esses pensamentos de acordo com suas hipóteses, suas expectativas; a compartilhar suas idéias, a escutar e valorizar as idéias dos colegas, por perceber que elas podem ser úteis para o seu próprio pensamento. Enfim, aprendem a aprender!

Ao manipular os elementos do “micromundo” criado por *Investigações em ótica geométrica*, o indivíduo poderá explorar a consistência de suas idéias, de seus modelos mentais, transformando-os em entidades “reais”, passíveis de análise e, sobretudo, de interferências dos outros alunos ou professores. Essas interferências correspondem a catalisadores no processo de reelaboração do modelo mental. *Investigações em ótica geométrica* procura facilitar a implementação de um ambiente de ensino e aprendizagem ergonomicamente adequado à exposição, análise e manipulação de modelos mentais.

É claro que para entrar com uma turma na “aventura” de uma experiência de desfecho desconhecido, o professor terá que se livrar do desejo de tudo saber, de tudo antecipar, de tudo controlar. Terá que estar disposto a transferir parte significativa da condução do processo para os alunos. Terá que estar disposto a aprender. Trata-se, de fato, de ir definindo uma figura de professor que se investe de uma nova condição, mais humana, mais efetiva para o processo de aprendizagem de seus alunos.

*Investigações em ótica geométrica* é um software simples, desprovido de “pirotecnias” e “malabarismos” ilusórios. Ele estimula as práticas de uma metodologia de construção de conhecimento.



# Mais que ambiente, uma ecologia do saber

**A**mbiente é um termo pouco satisfatório para sintetizar a riqueza dos conceitos que aqui foram expostos e que se extraem do trabalho com Informática aplicada à Educação. Trata-se mais de uma ecologia do saber. Um ecossistema de relações ensino-aprendizagem em que as partes histórico-culturais envolvidas constroem um saber diferenciado.

É o conjunto de saberes humanos que se acomodam e se desacomodam no interior das pesquisas e das instituições gerando curiosidade, troca, assimilações, conhecimento.

Além disso, há vontades, liberdades, projetos éticos e políticos que tecem a rede de comunicação.

O que reúne tudo em torno de si é a escola e seu currículo. Professores se inquietam, se questionam, se preparam para dar conta de uma nova tarefa histórica.

## PEDAGOGIA DA PERGUNTA

Pode-se desenvolver inúmeras habilidades nos aprendizes, empregando o processo “maiêutico”. O velho Sócrates já dizia que, se soubermos fazer as perguntas corretas, as pessoas aparentemente mais ignorantes poderão mostrar que tudo sabem.

Já que foi usada a metáfora do ecossistema, podemos completá-la entendendo não apenas o ecossistema como conjunto das relações entre os componentes, mas observar tais componentes bem do interior de uma de suas peças: a ação educativa da pergunta.

A peça central do uso dos softwares apresentados, que permitiu afirmarmos que estávamos diante de um novo ambiente de aprendizagem, foi a capacidade de perguntar do professor que conduzia o trabalho.

Repare, no interior das apresentações dos softwares, que o detonador do aproveitamento dos alunos foi a capacidade de perguntar do professor.

No início, os alunos ficam estáticos perante uma espécie de fascínio exercido pelo computador. Alguns se imobilizam e outros, mais afoitos, saem descontrolados em busca da solução dos problemas sem considerar a existência de outros à sua volta. Estes inibem mais ainda os que têm uma certa paralisia diante do mundo da tecnologia da Informática. Cabe ao professor, diante desses dois extremos, ter a sabedoria de estimular o clima de cooperação e de autoconfiança da classe.

O que deu intimidade ao trabalho e permitiu constituir um ambiente de curiosidade foi a contínua preocupação do professor em instigar a curiosidade.

Repare nas perguntas que fazia.

Nesse sentido, ele desenvolveu inúmeras habilidades nos aprendizes, empregando o processo “maiêutico”. O velho Sócrates já dizia que, se soubermos fazer as perguntas corretas, as pessoas aparentemente mais ignorantes poderão mostrar que tudo sabem. E assim fez com dois escravos numa praça pública, interrogando-os de tal forma que eles demonstraram, passo a passo, o teorema de Tales.

O aluno adquire autoconfiança ao ser perguntado sobre seus processos mentais e ao ser valorizado enquanto os realiza.

O aluno aprende que as suas idéias se tornam imensamente enriquecidas quando ele ouve a do outro, mesmo que seja para duvidar do que ele disse. Ao ter que explicitar para o professor ou provar para o colega, ele aprende mais.

Contar passo a passo o seu trajeto mental auxilia-o a aprender como se aprende. O que só acontece quando se é provocado e estimulado a tal. Quando usa esses softwares, o professor fictício apresentado no texto faz isso todo o tempo.

Saber criar o clima de autoconfiança, de aprendizagem conjunta, de respeito à idéia do outro, é tão importante quanto lançar questões instigadoras e situá-las dentro de ricos contextos de aprendizagem.

Note alguns dos procedimentos criados pelo professor para desenvolver um ambiente adequado de aprendizagem:

- exige dos alunos que explicitem os pensamentos que utilizaram para responder às questões;
- implementa sugestões para que se vá adiante nos raciocínios;
- lança dúvidas em cima de dúvidas;
- admite e estimula outros caminhos inesperados para a solução do problema;
- pede que o aluno explicito o percurso mental que usou para dar as respostas que forma intuitivas ou muito rápidas;
- leva o aluno a perceber que pode haver múltiplas hipóteses: “E se isso for assim...e se for de outro modo... e se tentarmos por ali...”.

Mas não se trata apenas de instigar os alunos à cooperação e à reflexão sobre seus processos mentais. Há funções mais complexas ainda nas atividades dos professores.

Historiar as questões que a humanidade se colocou, fornecer o chão da História, mostrar as contribuições das demais áreas do saber para o aprendizado das Ciências: tudo isso significa criar ambiente de aprendizagem.

Insatisfeito consigo mesmo, o aluno irá buscar novas informações e o processo de curiosidade científica se instaurará. Esse professor terá formado no aluno o embrião do investigador.

O aluno aprenderá também a duvidar do que já aprendeu e entenderá que a Ciência constrói modelos que explicam temporariamente a verdade. Não está acabada e é uma construção coletiva dos homens a partir de muito esforço de pequenas pesquisas, nunca suficientes para explicar toda a verdade.

## REVIGORAMENTO DO PAPEL DO PROFESSOR

Apoiado pelas exigências das novas tecnologias, o fim do século exige um redimensionamento da função do professor. A nova dimensão é mais nobre ainda e muito mais complexa.

Não é o mestre distante e autoritário.

Não é o mero técnico que domina conteúdos específicos e imutáveis.

Não é o tio ou tia que compreendem, apóiam ou se condoem com os problemas dos jovens, discutindo e ajudando-os a resolver suas dificuldades psicológicas.

É o professor, um profundo conhecedor de uma área do conhecimento e das áreas correlatas. Tem uma visão de conjunto do que é a sociedade, marcando o seu trabalho com forte dimensão política, estética e ética.



Conhecer os processos mentais pelo qual o aprendiz passa é condição básica para ser um professor competente.

O professor que ensina a trabalhar em conjunto é também alguém que trabalha com os demais professores na construção de projetos em parcerias com diferentes áreas e com diferentes agentes sociais.

Se há décadas bastava ser competente em uma das habilidades descritas, agora, a complexidade da tarefa é muito maior. Por isso, o domínio de técnicas inovadoras e a atualização contínua de conhecimentos fazem parte de sua rotina de trabalho.

Nesse sentido, o professor é mais importante que nunca no processo de aprendizagem. Imaginar que o computador é algo que dispensará o professor pela quantidade e qualidade dos softwares que virão a existir é uma idéia superada, que veio à luz num momento da história da Educação em que não se conhecia exatamente as possibilidades da máquina. Muito menos se sabia qual era a mais nobre função do professor educador: um criador de ambientes de aprendizagem e de valorização do educando.

**Mudança é a palavra de ordem na sociedade atual. A educação não pode ficar alheia. A inclusão da Informática na Educação deverá mudar a maneira como aprendemos e poderá ajudar a formar cidadãos críticos, criativos e preparados para a sociedade do conhecimento. Nosso desejo é que a informática possa contribuir para a construção de um projeto de uma sociedade melhor para todos.**

### **Educação e Informática Criando ambientes inovadores**

Os novos conceitos de Ecologia não falam só de meio ambiente.

Preocupam-se com a qualidade de vida de todos os seres vivos, inclusive o homem. Também é assim na Educação. O bom ambiente para Educação não se reduz a prédios e tecnologias. Reside principalmente nas relações que se estabelecem entre professores, alunos e comunidade, dentro de um grande projeto de felicidade. Esta obra trata disso.

Analisa dois embriões de ambientes de vida para produzir aprendizagem, usando o computador como instrumento. Muito mais que isso, apresenta novas perspectivas para que os jovens aprendizes possam viver o enorme prazer de conhecer.