

# As Novas Tecnologias de Informação no Ensino da Química: Proposta de uma aplicação de *software* hipermedia para o estudo da “Constituição da Matéria” no 8º ano de escolaridade

MARIA DA CONCEIÇÃO CLAVEL<sup>1</sup>, MARIA DA CONCEIÇÃO DUARTE<sup>2</sup>

Investigações recentes têm revelado que estudantes, de vários graus de escolaridade, conceptualizam a matéria como sendo “contínua e estática”. É nossa convicção que as representações estáticas vulgarmente utilizadas para ilustrar o modelo cinético-molecular não facilitam a alteração deste tipo de conceptualização. Partindo deste pressuposto desenvolveu-se uma aplicação de *software* hipermedia que incluía animação (Clavel, 1996) e que foi utilizada no ensino/aprendizagem do tópico “Constituição da matéria”, do 8º ano de escolaridade. Constitui objectivo deste artigo apresentar a referida aplicação. Procuraremos ilustrá-la com alguns ecrãs, deixando, contudo, à imaginação do leitor a animação que neste texto não é possível reproduzir.

## 1. INTRODUÇÃO

A investigação em educação tem dado ênfase a duas linhas que, sendo diferentes, se podem entrecruzar para atingir uma aprendizagem mais significativa e actual da ciência. Uma delas, tem-se baseado na problemática das concepções alternativas dos alunos, procurando desenvolver estratégias de ensino/aprendizagem que levem a uma efectiva mudança conceptual (por ex. Driver et al., 1985; Osborne e Freyberg, 1985). A outra, que pode estar directamente ligada ao desenvolvimento de *software* educativo, pretende determinar “como pode a tecnologia ser usada para uma melhoria fundamental na educação” (Branson, 1990, p.10), nomeadamente na educação em ciência.

A Química é uma das áreas da ciência que contém vários assuntos cuja correcta conceptualização parece apresentar dificuldades para uma

percentagem significativa de alunos de diferentes níveis de ensino. De entre eles salienta-se, com particular incidência, o conceito de descontinuidade da matéria, fundamental não só na interpretação de vários fenómenos físicos e químicos como também na interpretação da modificação de algumas condições ambientais.

Na base quer de algumas das dificuldades sentidas pelos alunos quer na persistência de algumas concepções alternativas, nomeadamente a de “matéria como algo contínuo e estático” (Brook et al., 1984; Nussbaum, 1985; Renstrom, 1987; Andersson, 1990), poderão estar as representações estáticas vulgarmente utilizadas para ilustrar a estrutura da matéria.

A hipótese que motivou o desenvolvimento do estudo que realizámos foi, assim, a seguinte:

*Uma aplicação de software hipermedia que proporcione, através do recurso à animação, uma representação mais fiel da estrutura microscópica da matéria pode facilitar a compreensão dos seguintes aspectos da teoria cinético-molecular: (a) as partículas que constituem toda a matéria estão em constante movimento e (b) os espaços entre as partículas estão vazios.*

Convém definir antes de prosseguirmos o entendimento que fazemos de hipermedia.

A palavra “hipertexto” foi inventada nos anos 60 por Theodore Nelson, não atribuindo ao prefixo “hiper” o significado de “super”, mas sim o de “expandido”, “generalizado”, pressupondo um processo de escrita/leitura não linear (Gomes et al., 1990; Jonassen, 1989). Pode então inferir-se que “Hipertexto” se distancia do “Texto” precisamente por não impor uma sequência de leitura linear implícita neste último “podendo, no entanto, incluir imagens tais como diagramas, tabelas e figuras, mas não animação, vídeo ou som (...) Desta forma os media aceites num hipertexto serão os que ficam estáticos, como o estariam na

página de um livro” (Tolhurst, 1995, p. 25).

Nos hipermedia esta sequência não linear de obter informação, além do texto e das imagens paradas, é completada com outros meios de comunicação tais como vídeo, animação e som.

A aplicação realizada para este estudo, por conter ligações entre nós de informação, e incluir texto, imagens paradas e animação, sendo toda esta informação apresentada recorrendo à utilização do computador, parece poder enquadrar-se dentro da definição de hipermedia.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Amostra

O estudo envolveu 57 alunos do 8º ano de escolaridade, distribuídos por duas turmas - experimental e controlo. A primeira incluiu um total de 29 alunos, sendo 8 do sexo feminino e 21 do sexo masculino; a turma controlo incluiu 28 alunos, sendo 18 do sexo feminino e 10 do sexo masculino.

### 2.2. Sequência de ensino

#### 2.2.1. Pressupostos teóricos

A sequência de ensino inseriu-se num paradigma construtivista da aprendizagem, e foi elaborada tendo em vista a prossecução de um modelo de mudança conceptual que pressupõe os seguintes passos: (a) Apresentação de um problema; (b) Identificação/consciencialização das ideias perfilhadas pelos alunos relativamente ao problema colocado; (c) Proporcionar situações que possibilitem aos alunos testar algumas das suas ideias prévias; (d) Fornecer informações relevantes que permitam aos alunos confrontar as suas ideias com os conhecimentos científicos; (e) Proporcionar oportunidades que desafiem os alunos a reflectir sobre a

evolução das suas ideias e procedimentos; (f) Proporcionar oportunidades para que os alunos possam aplicar as novas ideias na explicação de vários fenómenos.

A metodologia adoptada procurou conseguir uma situação de compromisso entre uma metodologia que considera não ser necessário nem defensável levar os alunos a redescobrir a existência de partículas, devendo estas ser apresentadas como um facto (Barboux et al., 1987), e uma metodologia que defende a necessidade de induzir nos alunos o conflito cognitivo através da aplicação das suas ideias em situações problemáticas para as quais não dêem uma resposta satisfatória (Nussbaum, 1985).

#### 2.2.2. Estrutura

Partindo do pressuposto de que a introdução ao estudo da teoria cinético-molecular deve ser feita a partir de fenómenos descritos a nível macroscópico, a planificação da primeira unidade do programa de Química do 8º ano de escolaridade - "Nós e o Mundo Material" - foi feita com base em fichas de trabalho com as quais se pretendeu, através da realização de experiências seleccionadas, fornecer aos alunos a oportunidade para observar e descrever a nível macroscópico um determinado número de fenómenos. Com a realização das actividades propostas nas fichas os alunos deveriam ter oportunidade de: (a) estudar algumas propriedades físicas dos gases, líquidos e sólidos; (b) aprender a distinguir substâncias de misturas de substâncias; (c) preparar soluções; (d) determinar os pontos de fusão e de ebulição da água e a densidade de vários materiais; (e) utilizar os pontos de fusão e de ebulição e a densidade como critérios de pureza; (f) aprender técnicas de separação dos constituintes de misturas.

O início do estudo da segunda unidade programática - "Substâncias Químicas: o que são e o que se faz com elas" - deveria permitir encontrar uma explicação plausível para os fenómenos anteriormente estudados mas agora através da utilização de

um modelo de partículas. O estudo desta unidade incluiu, por isso, a utilização da aplicação hipermedia, com a qual se pretendeu facilitar aos alunos a compreensão e aplicação do referido modelo. A utilização da aplicação foi intercalada com a realização de fichas de trabalho que tinham entre outros os seguintes objectivos: (a) sistematizar e aplicar os conceitos abordados na aplicação; (b) avaliar o progresso dos alunos, em termos de mudança conceptual, ao longo ao sequência de ensino.

### 2.3. Implementação da sequência de ensino

A implementação na sala de aula da sequência de ensino incluiu, como já foi referido, a utilização pelos alunos das aplicações hipermedia. Estas, sumariamente descritas a seguir, diferiam apenas no facto da utilizada pela turma experimental possuir animação enquanto que a utilizada pela turma de controlo não evidenciar em nenhuma circunstância o movimento das partículas.

Esta fase teve a duração de um mês.

Cada turma foi dividida em 10 grupos de trabalho formados espontaneamente. Este número foi determinado pelo número de computadores disponíveis e por se considerar conveniente que os grupos fossem os mesmos em todas as aulas.

As opiniões de cada grupo eram discutidas na turma de forma a explicitar as ideias relevantes que se pretendia fazer emergir com cada uma das situações problemáticas.

## 3. AS APLICAÇÕES HIPERMEDIA

### 3.1. Construção

O software utilizado para construir as aplicações foi o ToolBook 1.5., tendo-se em consideração os seguintes aspectos:

#### A. Conteúdos

Tendo em atenção os aspectos metodológicos anteriormente referi-

dos foi decidido dividir as aplicações em duas partes principais - "As Partículas" e os "Estados Físicos" - estando cada uma delas subdividida em quatro módulos.

A entrada em cada uma destas partes e em cada um dos módulos pode ser feita de forma não sequencial, através do acesso a dois menus semelhantes aos apresentados nas figuras 1.1 e 1.2. A escolha dos temas sugeridos pelo menu apresentado na primeira figura vai dar acesso, respectivamente, a um dos dois sub-menus apresentados na segunda figura.

Os objectivos que se pretendiam atingir com cada módulo determinaram a sua estrutura, como a seguir se especifica:

a) A natureza dos conteúdos inseridos na primeira parte ("As Partículas") e a forma axiomática como foi decidido abordá-los, determinaram que todas as informações consideradas indispensáveis para a aquisição dos conceitos abordados possam

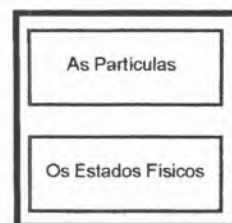


Fig. 1.1 - Menu inicial da aplicação

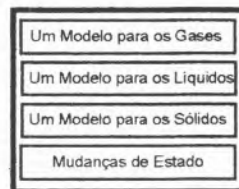
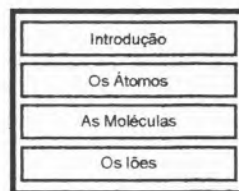


Fig. 1.2 - Sub-menus da aplicação

ser obtidas seguindo um percurso linear, não só dentro de cada módulo como na passagem de um módulo para outro. O aprofundamento de certos aspectos pode ser feito seguindo ramificações deste percurso.

b) Na segunda parte da aplicação - "Os Estados Físicos" - a estrutura dos três últimos módulos é perfeitamente linear. Tal não acontece com o primeiro - "Um Modelo para os Gases" - uma vez que neste caso o percurso seguido pelos alunos deverá depender das ideias alternativas por eles perfilhadas. Assim, embora partindo de um mesmo problema inicial os alunos podem seguir caminhos diferentes para chegar a uma solução.

#### *B- Interface com o utilizador*

Destinando-se a aplicação a alunos do 8º ano de escolaridade (a maior parte dos quais sem prática na utilização de computadores), procurou-se que a interface com o utilizador e os processos de navegação utilizados fossem o mais simples possíveis de modo a não se tornarem num factor desviante dos objectivos a atingir.

A progressão na aplicação, seguindo percursos lineares, foi sempre proporcionada através de botões colocados na barra inferior do écran. Contudo, o acesso às ramificações foi conseguido navegando através de imagens, de palavras-chave incluídas no texto ou de botões incluídos na parte central do écran.

#### *C- Ajudas à navegação*

As ajudas implementadas para facilitar a utilização da aplicação foram variadas, incluindo: (a) introdução de um módulo inicial contendo explicações sobre a forma como se poderá aceder à informação navegando através de botões, imagens ou palavras-chave; (b) informação disponibilizada sob a forma de texto colocado em balões sempre que o apontador do rato passa por cima de cada botão colocado na barra inferior do écran; (c) utilização da cor vermelha para as palavras chave escritas no texto; (d) mudança de forma do apontador do rato sempre que este passa por cima de uma palavra-chave ou de uma imagem através

das quais se pode aceder a informação suplementar (por ex. aparecimento de uma?).

#### *D- Auto-avaliação da aprendizagem*

A necessidade de colocar questões destinadas à auto-avaliação, que incluem perguntas de escolha múltipla e preenchimento de espaços em branco, apenas foi considerada pertinente para a primeira parte da aplicação uma vez que os conteúdos nela abordados são apresentados de uma forma predominantemente positiva. Ao responder a estas questões os alunos recebem um feedback imediato através de mensagens de certo ou errado.

Na segunda parte da aplicação este feedback não foi permitido, uma vez que todas as respostas às questões colocadas se destinam a ser discutidas pelo grupo turma tendo em vista a troca de ideias que poderão levar os alunos a uma mudança conceptual.

#### *E - Registos dos percursos seguidos pelos alunos e das respostas dadas às questões colocadas ao longo da aplicação*

Foi criado um ficheiro onde ficam registados todos os passos seguidos pelos alunos ao percorrer a aplicação, bem como as respostas dadas às questões postas ao longo da mesma. Esta componente permite: (a) que o professor possa, depois da aula, verificar se a aplicação foi explorada de modo correcto pelos alunos, podendo sugerir, aos que não o fizeram, quais os pontos que deveriam ser revistos e ter uma ideia das dificuldades encontradas na compreensão dos assuntos abordados através das respostas dadas; (b) recolher material (através da impressão dos registos das respostas em papel) para promover a discussão das ideias alternativas ou ideias correctas explicitadas pelos alunos ao responder às questões colocadas na segunda parte da aplicação.

### **3.2. Descrição da aplicação**

Como já foi referido, com a primeira parte da aplicação - "As Partículas" - pretende-se que os alunos

adquiram os conceitos de átomo e molécula, para que a partir deles possam na segunda parte da aplicação construir modelos de agregação destas partículas capazes de explicar as propriedades físicas dos gases, líquidos e sólidos.

#### *Módulo 1 - Introdução*

Tendo por base o modelo de ensino para a mudança conceptual, anteriormente apresentado, a aplicação inicia-se com três questões que se pretende sejam explicadas à luz da descontinuidade da matéria:

- Por que motivo os gases são tão compressíveis?

- Por que motivo é muito difícil comprimir os líquidos e os sólidos?

- Como poderão ser explicadas as mudanças de estado físico?

Segue-se uma breve resenha das teorias que, ao longo dos séculos, foram sendo aceites pelas várias comunidades científicas numa tentativa de encontrar respostas para estas questões.

#### *Módulo 2 - Os átomos*

Neste módulo é introduzido o conceito de átomo, definido como a partícula fundamental da constituição da matéria. Uma vez que a constituição dos átomos não faz parte do programa de Química do 8º ano de escolaridade, apenas se refere que os átomos são constituídos por protões, neutrões e electrões sendo apresentado o modelo de um átomo de hélio.

Numa tabela periódica os alunos podem obter informações sobre os símbolos químicos, nomes e estado físico dos elementos hoje conhecidos.

#### *Módulo 3- As moléculas*

Nesta unidade os alunos têm a possibilidade de agrupar alguns átomos (hidrogénio, hélio, azoto e oxigénio) numa tentativa de formar moléculas (Fig. 2).

Pretende-se, com esta actividade, que os alunos verifiquem e entendam que nem todos os átomos têm a capacidade para se ligar entre si. Assim, sempre que seleccionem um conjunto de átomos correspondente a uma molécula é-lhes dada informação sobre a molécula forma-



## AS MOLÉCULAS

Contudo, os átomos não se agrupam de qualquer maneira.

Para perceberes como os átomos se podem agrupar na formação das diferentes substâncias coloca um ou mais, iguais ou diferentes, dentro do rectângulo da direita. Se os que escolheste tiverem a capacidade de se ligar entre si obterás informações sobre a substância que corresponde a esse agrupamento.

Como a estrutura do átomo é bastante complicada, para simplificar podemos representá-los por pequenas esferas.

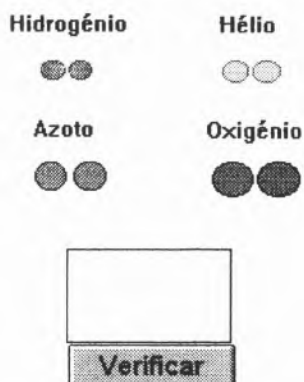


Fig. 2 - Reprodução do ecrã da aplicação destinado à introdução do conceito de molécula

da e qual a substância que lhe corresponde. Quando ao conjunto seleccionado não corresponde nenhuma molécula os átomos saltam do rectângulo de verificação para o lugar anterior.

A escolha dos elementos e a limitação do número de átomos disponibilizados (2 por cada elemento) baseou-se nos seguintes critérios: (a) necessidade de escolher elementos cujos agrupamentos correspondam a substâncias moleculares e não a substâncias iónicas; (b) garantir um número de átomos adequado para que os alunos compreendam que nem todas as ligações são possíveis.

#### Módulo 4 - Os iões

É nossa opinião que o conceito de ião aparece extemporaneamente no programa de Química do 8º ano, uma vez que só pode ser perfeitamente entendido depois de um estudo mais aprofundado sobre a constituição dos átomos. Contudo, a intenção de construir uma aplicação que estivesse de acordo com o programa em vigor obrigou a que, embora de uma forma muito simplificada, este conceito fosse abordado.

Depois de uma explicação sobre a formação de iões à custa da transferência de electrões entre átomos de espécies químicas diferentes, existe um ecrã onde se podem obter informações sobre os iões que constituem algumas substâncias.

#### Módulo 5 - Um modelo para os gases

Após a repetição da primeira questão posta no início da aplicação, "Porque motivo os gases são tão compressíveis?", os alunos são confrontados com os quatro modelos de agregação de moléculas.

Os modelos presentes incluem um modelo correcto (modelo A) e três modelos construídos com base nas seguintes concepções alternativas descritas na literatura:

- não existência de espaços vazios entre as moléculas (modelos B e D);
- não existência de movimento (modelos B e D);
- distâncias demasiado pequenas entre as moléculas (modelos C e D).

Sempre que o utilizador coloca o apontador do rato sobre uma destas representações aparece um texto

com a explicitação dos aspectos que se pretendem salientar com cada uma (Fig. 3).

De entre estas quatro representações os alunos podem escolher aquela que, em sua opinião, melhor representa um gás (para simplificar, as moléculas consideraram-se monoatómicas). Na turma experimental, além do texto explicativo do modelo seleccionado os alunos podem ainda observar uma simulação do movimento das moléculas representadas nos modelos A e C.

Depois desta escolha podem verificar, através de simulações ("possibilidade de comprimir um gás contido num recipiente" e "possibilidade de abrir uma torneira que aumenta o volume do recipiente que contém um gás"), se o modelo escolhido é o mais conveniente para explicar a compressão e a expansão de um gás.

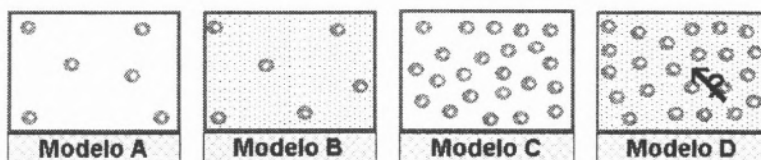
Nos casos em que o modelo escolhido não seja o mais apropriado para explicar os fenómenos pretendidos os alunos têm a oportunidade de reformular a sua escolha. Para evitar que esta escolha seja feita por tentativa e erro, sem que fique devidamente compreendida, as mudanças de opinião têm que ser justificadas. Nos casos onde as insuficiências do modelo escolhido não levem ao seu abandono, essas insuficiências são explicitadas, havendo a oportunidade de uma nova escolha. A persistência no primitivo modelo incorrecto conduz, então, à apresentação do modelo correcto.

#### Módulo 6 e Módulo 7 - Um modelo para os líquidos e um modelo para os sólidos

Depois da construção de um modelo para os gases, capaz de explicar as suas propriedades macroscópicas, pretende-se que os alunos estendam aos líquidos e aos sólidos as relações semânticas estabelecidas entre estas propriedades e os vários aspectos do modelo que construíram. Neste caso a aplicação apenas serve para simular o modelo correcto e verificar até que ponto os alunos são capazes de estabelecer as pretendidas

### UM MODELO PARA OS GASES

Qual dos seguintes modelos melhor pode representar o que observarias se possuisses um microscópio tão potente que te permitisse ver as moléculas de um gás?



As moléculas não se movem

As distâncias entre elas são muito pequenas

Os espaços entre as moléculas não estão vazios



Fig. 3 - Reprodução do écran da aplicação com as representações de quatro modelos de agregação das moléculas de um gás e a informação correspondente ao modelo seleccionado.

relações entre as propriedades macroscópicas dos líquidos e dos sólidos e os vários aspectos do modelo apresentado. Tal como para os gases o movimento das partículas só foi simulado na aplicação utilizada na turma experimental.

#### Módulo 8 - Mudanças de Estado

Uma vez que no programa de Química do 8º ano de escolaridade consta o estudo das mudanças de estado e a interpretação dos respectivos gráficos de variação de temperatura em função do tempo, a aplica-

ção não podia terminar sem a simulação microscópica das mudanças de estado "sólido  $\rightarrow$  líquido  $\rightarrow$  gás" em simultâneo com a construção do gráfico  $T = f(t)$  (Fig. 4).

Tal como tem vindo a ser referido apenas na turma experimental foi simulado o movimento das partículas constituintes da hipotética substância representada.

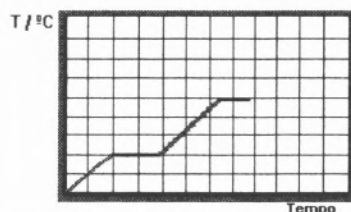
Após a observação da simulação e da construção do gráfico os alunos prosseguem para a sua análise através do botão "analisar gráfico". Esta

análise é feita troço a troço, simultaneamente com uma repetição da simulação, sendo colocadas algumas questões para uma melhor compreensão dos conceitos que se pretendem introduzir (Fig.5).

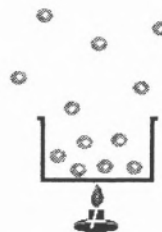
#### 3.3. Utilização das aplicações na aula

Os alunos dispunham de uma ou duas aulas por módulo para em grupo estudarem os assuntos nela apresentados e responderem às questões propostas. A partir dos re-

### MUDANÇAS DE ESTADO



Analisar Gráfico



Aquecer



Fig. 4 - Reprodução do écran da aplicação com a simulação das mudanças de estado e construção do gráfico  $T = f(t)$

## MUDANÇAS DE ESTADO

Observe o gráfico com atenção e, para cada trecho, A, B, C, D e E responda às questões que te vão sendo postas.

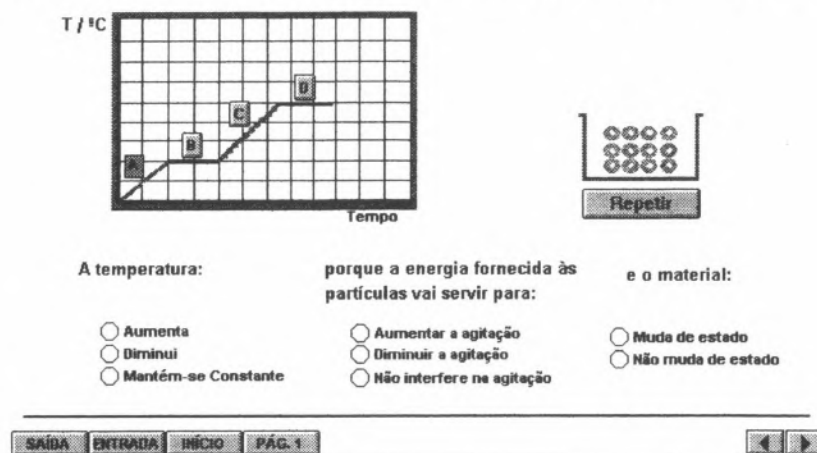


Fig. 5 - Reprodução do ecrã da aplicação com a interpretação do gráfico  $T = f(t)$  correspondente às mudanças de estado "sólido  $\rightarrow$  líquido  $\rightarrow$  gás".

gistos dos percursos seguidos e das respostas dadas, obtidos a partir da impressão em papel, procedia-se à sua discussão na turma. Sempre que necessário podiam ser revistos alguns aspectos mais importantes, recorrendo à projecção da aplicação através de uma placa de cristais.

#### 4. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS

De uma forma global os resultados obtidos, quer através da aplicação de um questionário quer de entrevistas realizadas a alguns alunos, três meses após ensino, parecem indicar ter havido da parte dos alunos da turma experimental relativamente aos da turma de controlo: (a) uma maior aplicação da ideia de espaços intermoleculares vazios, especialmente para os estados líquido e gasoso; (b) maior referência à existência de movimento intrínseco das moléculas; (c) maior facilidade na aplicação de ideias submicroscópicas na explicação dos fenómenos apresentados. No entanto, devido às limitações inerentes ao estudo e ao reduzido número de alunos entrevistados, não podemos tomar os resultados obtidos

para além de um simples indicador positivo a favor da hipótese de que o *software* hipermedia utilizado possa ser facilitador da mudança conceptual dos alunos. É, contudo, nossa convicção que uma utilização mais alargada e sistemática da aplicação produzida poderá conduzir a resultados mais significativos.

#### 5. EM JEITO DE CONCLUSÃO

A aplicação construída não pode ser entendida como uma peça de *software* acabada. Não passa de um protótipo em que se pretendeu criar alguns micro-mundos de aprendizagem, ligados entre si segundo uma sequência que nos pareceu lógica, lançando ideias que, na sua materialização, perderam grande parte do "poder" com que tinham sido concebidas. E, se outro mérito não tem, poderá contudo ser a semente para quem, agarrando a ideia inicial, a queira completar, ou fragmentar em pequenos micro-mundos a serem utilizados em momentos específicos de uma estratégia de ensino enquadrada numa perspectiva construtivista da aprendizagem.

1 Esc. Secundária da Maia  
2 Universidade do Minho

#### REFERÊNCIAS

- A. Brook, H. Briggs, R. Driver (Editores), *Aspects of secondary students' understanding of the particulate nature of matter*, Children's Learning in Science Project, University of Leeds, 1984.
- A. Gomes, A. Oliveira, D. Pereira, *Análise Psicológica* **1** (1990) 25-35.
- B. Andersson, *Studies in Science Education* **18** (1990) 53-85.
- D. Jonassen, *Educational Technology* **35** (1995) 60-63.
- D. Tolhurst, *Educational Technology* **35** (1995) 21-26.
- J. Nussbaum, R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien (Editores), *Children's ideas and the learning of science*, Milton Keynes, London, 1985.
- L. Renstrom, J. Novak (Editor), *Proceedings of the 2nd International Seminar "Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics"*, Cornell University, 1987.
- M. Barbour, A. Chomat, C. Larcher, M. Méheut (Editores), *Modèle particulaire et activités de modélisation en classe de 4ème*, L.I.R.E.S.P.T., Paris, 1987.
- R. Branson, *Educational Technology* **30** (1990) 7-10.
- R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien (Editores), *Children's ideas and the learning of science*, Milton Keynes, London, 1985.
- R. Osborne, P. Freyberg (Editores), *Learning in science: The implications of children's science*, Heinemann, 1985.
- C. Clavel, *Utilização de software hipermedia no ensino da Química*, Universidade do Minho, Dissertação de Mestrado (não publicada), 1996.