

**Organizadores Gráficos facilitadores da Aprendizagem  
Significativa**

Diagramas em Vê e Mapas de conceitos

**Jorge Valadares**

Editor

**UIED – Series on Educational and Development**

**Organizadores Gráficos facilitadores da Aprendizagem Significativa  
Diagramas em Vê e Mapas de conceitos**

© UIED, Unidade de Investigação Educação e Desenvolvimento

1ª edição: setembro 2014

Circulação: 100 cópias

ISBN: 978-989-97487-7-4

Depósito: 378945/14

**UIED | Coleção Educação e Desenvolvimento**

Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Campus da Caparica

2829-516 Caparica, Portugal

Tel: +351 212948383

e-mail: [uied.secretariado@fct.unl.pt](mailto:uied.secretariado@fct.unl.pt)

<http://www.uied.fct.unl.pt/moodle/>

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT –  
Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projecto  
«PEst-OE/CED/UI2861/2014»

Capa, impressão e acabamento:

**Várzea da Rainha Impressores SA.**

Estrada Nacional 8, n.6ª

2510- 082 Óbidos, Portugal

Tel: +351 262098008

Fax: +351 262098582

# Índice

PREFÁCIO	5
APRESENTAÇÃO	7
CAPÍTULO I	
INTRODUÇÃO	9
O que são organizadores gráficos para fins educativos	9
Uma breve introdução à teoria da aprendizagem significativa	10
A epistemologia subjacente à teoria da aprendizagem significativa	15
O ambiente subjacente à boa aplicação da teoria da aprendizagem significativa	17
CAPÍTULO II	
O DIAGRAMA EM VÊ, DE GOWIN	21
1. O diagrama em Vê	21
2. A origem do diagrama em Vê e as suas potencialidades	28
2.1. O Vê do conhecimento e o «desempacotamento» da informação	29
2.2. O Vê do conhecimento na análise de um currículo ou de uma parte dele	30
2.3. O Vê do conhecimento como instrumento de ensino e aprendizagem	33
2.4. O Vê do conhecimento na base de atividades experimentais enriquecedoras	35
2.5. O Vê do conhecimento na avaliação da aprendizagem	40
2.6. O Vê do conhecimento na planificação de projetos, de cursos e de trabalhos de pesquisa	44
3. Procedimentos para ensinar o uso dos Vês do conhecimento	46
4. Conclusão	47

### CAPÍTULO III

O MAPA DE CONCEITOS	51
1. Como surgiu o mapa de conceitos	51
2. O que é o mapa de conceitos de Novak	52
3. O mapeamento conceptual alicerçado na teoria da aprendizagem significativa	58
4. Utilização dos mapas de conceitos	61
4.1. A utilização dos mapas de conceitos para "negociar significados"	62
4.2. A utilização dos mapas de conceitos para traduzir a estrutura conceptual de um corpo de conhecimento	65
4.3. A utilização dos mapas de conceitos para "extrair significados" das fontes de informação	67
4.4. Os mapas de conceitos como organizadores prévios que traduzem uma parte do currículo a ser ensinado	69
4.5. O uso de mapas de conceitos como instrumentos didáticos facilitadores da aprendizagem	69
4.6. Os mapas de conceitos como instrumentos que ajudam a valorizar os currículos e os programas	71
4.7. Mapas de conceitos como instrumentos de avaliação formativa e formadora	73
5. Características importantes, vantagens e desvantagens dos mapas de conceitos	81
6. Como construir e refinar um mapa de conceitos	82
7. Conclusão	83
APÊNDICE I – MAIS ALGUNS EXEMPLOS DE VÊS DO CONHECIMENTO	85
APÊNDICE II – MAIS ALGUNS EXEMPLOS DE MAPAS DE CONCEITOS	97
APÊNDICE III – A CONSTRUÇÃO DOS MAPAS DE CONCEITOS	105

## PREFÁCIO

Os mapas de conceitos e diagramas em Vê não são novidades, foram propostos, respetivamente, por Joseph Novak e D. Bob Gowin nos anos setenta do século passado. Mas são, ou deveriam ser, de grande atualidade na educação contemporânea.

Nos dias de hoje a escola ocupa-se quase exclusivamente do ensino para testagem, da preparação para provas. Não educa, treina.

Os mapas de conceitos, como o nome sugere, enfatizam conceitos, relações entre conceitos e hierarquias conceptuais. Os conceitos, para o epistemólogo Stephen Toulmin, estão na essência da compreensão humana: sem conceitos não compreendemos o mundo em que vivemos. As chamadas disciplinas são, para ele, populações de conceitos em evolução e não existiriam sem determinados conceitos estruturantes.

Os diagramas em Vê procuram mostrar a estrutura do processo de construção do conhecimento. Tudo começa com uma pergunta, proposta e respondida tentativamente a partir da interação entre um domínio conceptual e um domínio metodológico. O conhecimento humano é construído e esses diagramas ajudam a entender a estrutura dessa construção.

Paradoxalmente, o ensino na escola contemporânea não se ocupa de conceitos e, muito menos, da construção do conhecimento. O foco está nas respostas corretas a serem memorizadas mecanicamente para serem reproduzidas nas provas. O conhecimento é apresentado como descoberto e definitivo.

É urgente mudar tal panorama. A escola não pode ser centro de treinamento para testagem. Educar não é ensinar respostas corretas. Aprender não é decorar respostas.

Nesse sentido, este livro sobre mapas de conceitos e diagramas em Vê, bem apresentados, explicados e fartamente ilustrados pelo autor Jorge Valadares, oferece valiosa contribuição para uma educação menos comportamentalista.

O ensino é um dos lugares comuns da educação e, na medida em que nele se faça uso de organizadores gráficos como os mapas de conceitos e os diagramas em Vê, haverá menos ênfase em respostas certas e mais atenção à conceitualização e à construção do conhecimento. Haverá mais educação e menos treinamento.

Este livro é didático, mas é também um convite à reflexão sobre o que é ensinar e qual a sua contribuição para uma verdadeira educação.

Marco Antonio Moreira



## APRESENTAÇÃO

Este livro é o complemento natural de um outro que publiquei recentemente com a colaboração do Colega brasileiro Marco Moreira dedicado à teoria da aprendizagem significativa<sup>1</sup>. Com efeito, os organizadores gráficos de que vamos tratar neste livro baseiam-se nessa teoria, tal como foi proposta originalmente por David Ausubel e subsequentemente trabalhada e interpretada por Joseph Novak, D. B. Gowin e por outros educadores, entre os quais o autor deste livro. Eles traduzem, de certo modo, a sua componente operacional já que, ao serem bem utilizados, envolvem a aplicação de alguns princípios e mecanismos inerentes a essa teoria, contribuindo para a aprendizagem significativa dos alunos.

Os organizadores a estudar são dois: o *diagrama em Vê*, também conhecido como *Vê heurístico*, *Vê epistemológico*, *Vê do conhecimento* ou *Vê de Gowin*, sendo esta última designação devido ao facto de ele ter sido concebido pelo Professor da Universidade de Cornell, D. Bob Gowin, na década de 70 e o *mapa de conceitos*, criado na mesma década pelo Professor Joseph Novak que se jubilou também na mesma Universidade.

Este livro inicia-se com uma Introdução onde consta uma referência aos organizadores em geral e um breve esboço da teoria da aprendizagem significativa, o suficiente para que se possa entender a fundamentação dos dois organizadores atrás referidos. Segue-se um capítulo dedicado ao *Vê do conhecimento* e outro dedicado ao *mapa de conceitos*, uma vez que se trata de instrumentos independentes, cada um com a sua própria estrutura e identidade, sem prejuízo do facto de poderem ser combinados de modo a dar um organizador que tira partido das valências de ambos e a que nos referiremos no final. Estes instrumentos são apresentados de uma forma bastante prática, com a preocupação de se realçarem os principais erros que se cometem quando não se está familiarizado com eles. Uma importante característica deste livro é que contém muitos exemplos de diversas áreas do conhecimento, alguns no texto principal e outros em apêndices.

Importa aqui realçar que muito embora os dois organizadores, *mapa de conceitos* e *diagrama em Vê*, sejam relacionáveis e sejam ambos instrumentos potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa, é possível os alunos aprenderem significativamente sem necessariamente recorrerem ao seu uso. Mas a experiência tem mostrado que tais instrumentos, quando bem utilizados, proporcionam o diálogo e a reflexão cooperativa favoráveis à criação de ambientes facilitadores da aprendizagem significativa. Além disso, a investigação tem mostrado que

---

<sup>1</sup> Valadares, J.A.; Moreira, M.A. (2009). *A Teoria da Aprendizagem Significativa – sua fundamentação e implementação*. Coimbra: Almedina

os mapas de conceitos facilitam a detecção de concepções erróneas dos alunos e os Vês facilitam uma prática de sala de aula muito mais ativa e investigativa que conduzem ao trabalho em compreensão, facilitando ambos o enriquecimento conceptual dos alunos, particularmente em fases menos avançadas de familiarização com as temáticas em estudo.

Um outro facto a destacar é o de os mapas de conceitos e os diagramas em Vê, particularmente os primeiros, serem hoje muito conhecidos, mas mal compreendidos, pelo que aparecem muitos organizadores gráficos que pretendem ser mapas de conceitos ou diagramas em Vê mas não passam de esquemas muitas vezes de utilidade duvidosa.

## **Agradecimentos e dedicatória**

Os muitos exemplos que aqui aparecem só se tornaram possíveis graças a diversos professores das mais diversas áreas disciplinares com quem o autor partilhou ideias sobre organizadores gráficos construídos em cursos, oficinas pedagógicas de formação, aulas de mestrado que lecionou e em diversas atividades realizadas no âmbito do Grupo de Professores Acompanhantes de que o autor foi um dos coordenadores.

Dedico este livro a todos eles e registo aqui um agradecimento muito especial às professoras e professores **M. Albertina, S. Alves, M. Batista, M. Bexiga, L. Conceição, A. Esteves, C. Faria, P. Fernandes, J. Flórido, J. Galamba, V. Gouveia, J. Horta, J. Neves, M. Neves, J. Nóbrega, M. Nóbrega, H. Oliveira, M. Pascoal, T. Soares, J. Sousa, P. Sousa, A. Valadares** porque sem eles e elas eu não seria capaz de apresentar a larga maioria dos exemplos de organizadores gráficos que ilustram este livro.

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

### O que são organizadores gráficos para fins educativos

Pensemos como seria a utilização dos metropolitanos de Londres, de Madrid ou de outras grandes redes de transportes subterrâneos sem o recurso aos mapas respetivos. O mapa de um metropolitano ajuda-nos no percurso que nos conduzirá de uma estação a outra. Alguém que conheça mal Portugal de Lisboa para cima, saberá dar o devido valor a um bom mapa ou mesmo a dois, se tiver que ir de Lisboa a uma pequena aldeia transmontana, por exemplo. Consultará um mapa «de malha larga» que o ajudará a ir de Lisboa até Trás-os-Montes e um outro mais pormenorizado, só de Trás-os-Montes, que o ajudará a chegar à aldeia-destino. Estes mapas são organizadores gráficos que representam visualmente, a diferentes escalas, diversos territórios.

Na educação científica utilizam-se as mais variadas representações visuais integradas nos materiais de ensino para que os alunos possam ir assimilando as estruturas lógicas dos assuntos a ensinar. São os organizadores gráficos para fins educativos. Assim, existem organizadores de *causa-efeito*, de *comparação-contraste*, de *problema-solução*, de *ordem cronológica*, etc. conforme podemos ver por exemplo em Mintzes, Wandersee e Novak, 2000, p.103.

Como exemplos tradicionais podemos referir os diagramas de vetores, os organizadores em tabela e os fluxogramas. Um diagrama de vetores é considerado um organizador de causa-efeito. Note-se que quando temos duas forças traduzidas por dois vetores, a representação gráfica do vetor resultante traduz a resultante das forças e o efeito das forças irá depender desta. O fluxograma em programação procurava traduzir a sequência cronológica de instruções a introduzir no programa de computador.

Subjacentes aos organizadores estão determinadas teorias, como é o caso dos diagramas de vetores que assentam no cálculo vetorial. Este livro é dedicado a dois organizadores muito úteis para ajudar os leitores a aprenderem bem o que são os mapas de conceitos e os diagramas em Vê.

Do mesmo modo que para construir diagramas de vetores corretos é fundamental que se conheça minimamente o cálculo vetorial, também para construir e, mais do que isso, para explorar bons mapas de conceitos e diagramas em Vê, é importante que se conheçam as bases em que assentam. Tais bases enquadram-se numa teoria geral que se iniciou com David Ausubel nos anos 60 e tem vindo desde então a ser trabalhada por uma comunidade de investigadores e professores. É sobre algumas ideias fundamentais dessa teoria que nos vamos debruçar a seguir.

## Uma breve introdução à teoria da aprendizagem significativa

É frequente os estudantes memorizarem definições, regras e fórmulas sem relacionar as palavras e afirmações que memorizam com ideias fundamentais para a sua compreensão, ou porque não as possuem ou porque não desenvolvem o esforço de estabelecer essa relação. Sem desvalorizar o papel que têm na aprendizagem a memorização e o reforço através da prática, é fundamental que os alunos procurem associar as novas ideias com as que já possuem, pois estas desempenham um papel decisivo para que os alunos aprendam de modo significativo, conforme o mostra a teoria da aprendizagem significativa.

Esta teoria designada em Inglês por *meaningful learning theory*, remonta aos anos 60 e define com muita clareza o que se deve entender por **aprendizagem significativa**, em oposição à **aprendizagem mecânica** ou **memorística**. O seu criador, David Ausubel, pretendeu fornecer aos professores uma base lógica para que eles pudessem descobrir estratégias de ensino mais eficazes ou para que pudessem efetuar boas escolhas entre aquelas de que tomaram consciência na sua formação. Ausubel demarcou-se claramente da Psicologia clássica, em que os princípios psicológicos eram extrapolados, de forma indiscriminada, da pesquisa sobre a aprendizagem animal e automática, isto é, ele considera-se um psicólogo educacional na aceção atual do termo.



David Ausubel (1918-2008) fez o curso de Psicologia na Universidade da *Pennsylvania* e o mestrado e doutoramento em Psicologia de Desenvolvimento na *Columbia University*. Concluiu também o curso de Medicina exercendo a clínica psiquiátrica a par com a sua carreira universitária em Nova Iorque. Em 1976 foi distinguido com o *Prémio Thorndike* da Associação de Psicologia Americana por «distintas contribuições psicológicas para a educação».

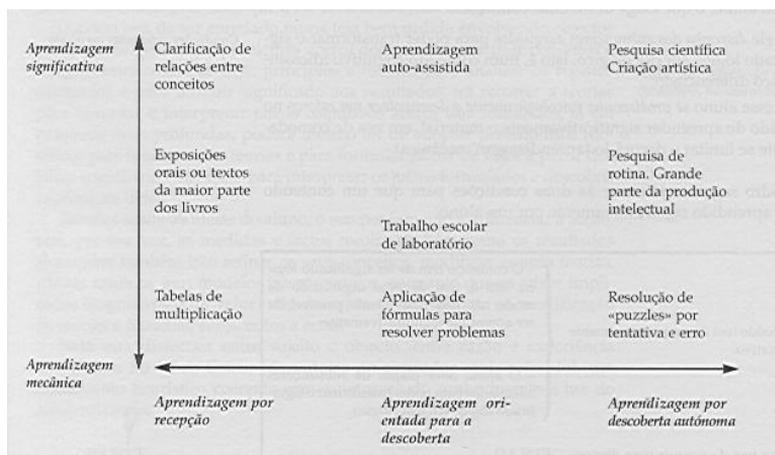
A teoria da aprendizagem significativa, como todas as boas teorias, tem subjacente princípios sólidos e uma boa epistemologia. Um princípio que Ausubel estabeleceu de forma clara e consequente foi o seguinte: **o fator isolado mais importante de que depende a aprendizagem de um aluno é aquilo que ele já sabe, ou seja aquilo que está incorporado na sua estrutura cognitiva.**

O conceito central da teoria é o de **aprendizagem significativa** que, diga-se desde já, não é sinónimo de aprendizagem cientificamente correta. Trata-se de um *processo através do qual uma nova informação se relaciona, de uma forma substantiva e não arbitrária, com conceitos previamente existentes na estrutura cognitiva de quem aprende*. Tais conceitos, específicos para cada tema que se aprende e mais ou menos relacionados entre si, são o que Ausubel designa por **subsunçores**, mas também são conhecidos na língua portuguesa por conceitos integradores. A *substantividade* e a *não arbitrariedade* são as características essenciais da aprendizagem significativa, opondo-se à superficialidade e mera literalidade características da aprendizagem mecânica ou rotineira de factos, nomes, símbolos ou afirmações. Na aprendizagem significativa é um *significado* mais ou menos profundo *de um novo conhecimento* que é incorporado *numa estrutura cognitiva prévia*, sem que tal signifique que esse significado seja aquele que é cientificamente aceite. O novo conhecimento a aprender interage com algum conhecimento adequado e mais ou menos específico que faz parte da estrutura cognitiva de quem aprende - o *subsunçor*. O termo **subsunçor** tem a ver com a palavra *subsunção* que significa (veja-se por exemplo o Dicionário da Sociedade da Língua Portuguesa, coordenado por José Pedro Machado, 1958) colocação de uma ideia particular sob a dependência de uma ideia geral.

Quando um aluno decide aprender de modo significativo um novo conhecimento, ele procura inter-relações e contradições entre subsunçores que fazem parte do conhecimento de que já dispõe e esse novo conhecimento. Se a aprendizagem significativa ocorre, os significados das novas informações acaba por resultar da assimilação por esses subsunçores previamente existentes. Note-se que se estes forem cientificamente pobres e confusos, os significados do novo material poderão ser cientificamente incorretos. Muitas das ideias do ser humano, aprendidas em fases precoces do seu desenvolvimento cognitivo de forma intuitiva, espontânea, acrítica e incorreta, foram aprendidas de modo significativo constituindo-se muitas vezes como bloqueios à aprendizagem cientificamente correta. São exemplos a energia como substância, o calor como algo contido num corpo, o frio como algo que entra pelas portas, a confusão ente força e velocidade, etc. Todas estas ideias são cientificamente inaceitáveis, mas foram apreendidas de modo significativo, com base aliás na própria linguagem que é uma forma de expressão mas também de pensamento. De qualquer forma, será através de uma aprendizagem significativa que os significados erróneos do aluno acerca do mundo se irão enriquecendo a caminho de significados cada vez mais exatos do ponto de vista científico.

Ainda que o processo de aprendizagem significativa seja muitas vezes mais difícil e longo do que o de aprendizagem mecânica, ele é largamente compensador. Com efeito, a aprendizagem significativa acaba mais cedo ou mais tarde por propiciar a quem aprende estruturas cognitivas altamente organizadas que facilitarão a futura aprendizagem em vários domínios de conhecimento.

Ausubel realça com toda a clareza na sua obra que toda a aprendizagem em sala de aula pode localizar-se ao longo de duas dimensões independentes, que são dois contínuos, o contínuo *aprendizagem mecânica - aprendizagem significativa* e o contínuo *aprendizagem por receção - aprendizagem significativa*. Significa isto que tanto a aprendizagem por receção quanto a aprendizagem por descoberta podem ser mais ou menos mecânicas ou significativas.



**A aprendizagem pode ser mais ou menos mecânica ou significativa, o que não tem a ver com o facto de ela ser mais ou menos por receção ou por descoberta (Novak e Gowin 1999, p. 24, adaptada)**

A aprendizagem de um aluno será tanto mais significativa, não importa como é que ele é confrontado com aquilo que vai aprender, quanto mais se verificarem as duas condições seguintes:

- a tarefa de aprendizagem ser potencialmente significativa;
- e o aluno empenhar-se psicologicamente de modo ativo na tarefa de aprender de modo a relacionar as novas ideias às ideias que já possui na sua estrutura de conhecimento prévia.

Saliente-se que a tarefa só será potencialmente significativa para cada aluno, se disser respeito a algo lógico e plausível ou sensível e o aluno dispuser de subsunçores na sua estrutura cognitiva, ou seja ideias adequadas para transformar o significado lógico do assunto a aprender em *significado psicológico*. Realce-se também que a grande parte daquilo que aprendemos ao longo da vida de modo significativo ocorre por *assimilação de conceitos*, isto é, por interação dos novos conceitos com os subsunçores existentes.

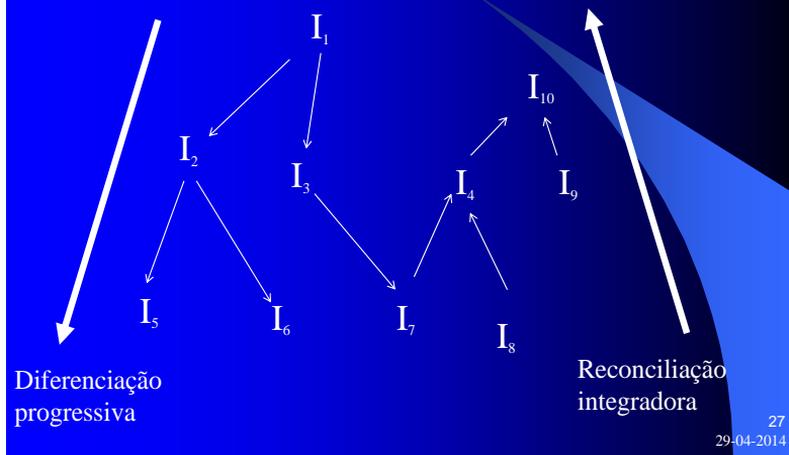
Há vários **tipos de aprendizagem significativa**. No que se refere ao objeto que é aprendido, a aprendizagem significativa pode ser de

**representações** ou *representacional*; de **conceitos** ou *conceptual* e de **proposições** ou *proposicional*. A aprendizagem significativa de *representações* ocorre desde a mais tenra idade e consiste em aprender a representar cada objeto ou conceito por um nome. Está na base da aprendizagem significativa de *conceitos* e sem esta seria impossível aprender significativamente *proposições*, já que estas consistem em relações significativas entre os significados dos conceitos que estão envolvidos nelas. Os **conceitos** constituem, portanto, o **fulcro da aprendizagem significativa**, sendo com eles que pensamos e comunicamos.

Quando se utiliza como critério a organização hierárquica da estrutura cognitiva, a aprendizagem significativa pode ser de três tipos: *subordinada*, *superordenada* ou *combinatória*. Na **aprendizagem subordinada** os subsunçores vão assimilando progressivamente mais conceitos e proposições e assim ampliando o seu âmbito. Este processo que vai produzindo conceitos gerais cada vez mais especificados designa-se por **diferenciação progressiva**. Mas, ao mesmo tempo, vão-se encontrando cada vez mais relações entre os conceitos, porque os subsunçores gerais estão cada vez mais ricos, mais diferenciados. Ao estabelecerem-se relações, pontes cognitivas entre dois ou mais conceitos, ou seja ao ocorrer o que Ausubel designa por **reconciliação integradora**, poderão ou não resultar conceitos mais gerais, mais abrangentes, do que eles, designados por **conceitos superordenados**. Quando estes se constroem, ocorre o que se chama uma **aprendizagem superordenada**. Os novos conceitos construídos –os **conceitos superordenados** - são mais gerais e abrangentes do que os pré-existentes, entre os quais se estabeleceram pontes cognitivas. Mas também pode ocorrer a **aprendizagem combinatória**, em que os novos conceitos nem ficam a subsumir os antigos, como na aprendizagem superordenada, nem são subsumidos por eles como na aprendizagem subordinada.

A aprendizagem significativa conjuga sistematicamente estes dois mecanismos: *diferenciação progressiva* de conceitos mais gerais e abrangentes, que vão-se diferenciando e especificando cada vez mais; e *reconciliação integradora* entre conceitos já suficientemente diferenciados e especificados para originarem conceitos mais gerais. Para tal, há que desenvolver o esforço de aprofundamento das ideias, de procura de semelhanças e diferenças entre ideias, de relação de ideias subordinadas, de reconciliação de inconsistências muitas vezes aparentes para conseguir relacionar ideias, de procura de ideias superordenadas. A organização adequada do conteúdo e a consolidação dos conceitos são muito importantes o que depende muito do currículo e das estratégias didáticas usadas (Ausubel, 2003, p. 166-173)

## Mecanismos da TAS



A aprendizagem significativa em profundidade vai-se processando por sucessivas diferenciações e reconciliações entre conceitos

Ao contrário de outras teorias da aprendizagem, a teoria da aprendizagem significativa (TAS) de raiz ausubeliana tem uma componente operacional que engloba dois instrumentos potencialmente facilitadores dessa forma enriquecedora de aprender e que se integram perfeitamente nessa teoria. Esses instrumentos, que quando bem utilizados propiciam a metacognição e o metaconhecimento, são os **mapas de conceitos** e os **diagramas em Vê**. Trata-se de organizadores gráficos que se enquadram perfeitamente na TAS e que, de acordo com Trowbridge e Wandersee (2000, pp. 100-104 e 116-125), são instrumentos gráficos de *metaconhecimento* e de *metaprendizagem* que ajudam o professor a desempenhar o seu papel de facilitação da aprendizagem significativa dos alunos. As suas *características icônicas* e toda a *interatividade* e partilha de ideias que propiciam, ajuda a motivar os alunos. E, quando a motivação cresce, acompanhando o enriquecimento das suas ideias e o sucesso que vão tendo, eles estão cada vez mais predispostos psicologicamente para aprender significativamente, por receção ativa ou por descoberta mais ou menos guiada.

## A epistemologia subjacente à teoria da aprendizagem significativa

Tem havido, e ainda se mantém, um amplo consenso entre muitos psicólogos educacionais e educadores que cada ser humano constrói e reconstrói o significado dos acontecimentos e objetos com que contacta. Cada aluno, quando entra numa sala de aula para aprender uma determinada disciplina, viveu uma sequência de experiências muito própria, a qual, combinada com o seu edifício genético, faz com que ele tenha construído os seus significados pessoais e seja um ser idiossincrasicamente único. É, pois, portador de uma estrutura cognitiva singular, que irá determinar o modo como ele irá aprender. A sua aprendizagem será, pois, um processo muito pessoal e idiossincrásico (Gowin, 1990, p. 48, Novak e Gowin, 1999, p. 22, Novak, 2000, p. 36), o que não significa que não seja profundamente influenciado por toda uma experiência social que ele irá viver na sala de aula e fora dela.

Com base em diversos epistemólogos, psicólogos e historiadores da Ciência (Piaget e Garcia, 1987, Schwab, 1964, Toulmin, 1972 e Novak, 1990, assim como nas nossas próprias reflexões e experiência (Valadares, 2000; Gouveia e Valadares, 2003), defendemos que, quer na ontogénese quer na psicogénese das ideias científicas desempenha um papel fundamental a interação permanente (dialética e/ou dialógica) entre teoria e prática, entre reflexão e ação. Para além disso, o conhecimento não é neutro, porque a racionalidade pura não existe. O contexto cultural, as crenças, as emoções e paixões têm um papel importante no modo como construímos o nosso conhecimento, por mais objetivos que possam parecer os dados (Novak, 2000, pp. 72-79, Goleman, 1995, Damásio, 1994, Gardner, 1983). Trata-se de uma tese construtivista que está subjacente à teoria da aprendizagem significativa e que Novak designou por **construtivismo humano** (Novak, 1990, 1993; Mintzes e Wandersee, 2000; Valadares e Moreira, 2009).

O **construtivismo** tem raízes epistemológicas e psicológicas que se opõem ao positivismo e neopositivismo por um lado e ao behaviorismo por outro. Passou a ser defendido na área educacional a partir dos anos 60 mas acabou por englobar uma série de teorias, diferentes umas das outras. Von Glasersfeld (1996) distingue entre o que ele chama construtivismo radical e o construtivismo trivial, mas a profiliação de variedades ou sabores de construtivismo acabou por mostrar que há diversos construtivismos radicais e triviais. O construtivismo radical de Glasersfeld, idealista, empirista e cético, tem sido amplamente criticado por pessoas da área da Filosofia e da Educação (Solomon, 1994, Osborne, 1996, Suchting, 1998, Nola, 1998) e, ainda mais, por alguns membros mais bem informados das comunidades das ciências exatas e naturais, estando longe de ser consensual.

O construtivismo humano subjacente à teoria da aprendizagem significativa é uma forma de construtivismo trivial (Valadares e Moreira,

2009) que não assume perante a essência, a origem e a validade do conhecimento uma posição nem demasiado idealista nem realista ingênua, nem claramente empirista nem manifestamente racionalista, nem demasiado cética nem dogmática (Valadares, 1995, 1999 e 2001, Valadares e Moreira, 2009).

Embora rejeitando a filosofia empírico-indutivista com origem em Francis Bacon, no século XVI e o realismo objetivista tão defendido por cientistas como Pearson, na viragem do século XIX para o século XX, bem como todas as formas de positivismo, incluindo o positivismo lógico, por serem formas de factualismo empirista, o construtivismo humano admite uma certa objetividade da ciência, mas não uma objetividade dogmática, alicerçada num pretensão método científico linear e estereotipado.

É importante que os professores de ciências tenham uma posição epistemológica adequada nas aulas, pois ela irá influenciar a aprendizagem da ciência dos seus alunos, nas suas mais diversas facetas, incluindo a imagem com que eles ficam acerca da natureza do conhecimento científico. Esta posição deve continuar a ser construtivista, evitando diversas «distorções» epistemológicas que muitos professores adquirem na sua formação, a que vários autores se têm vindo a referir nos últimos anos, e que vêm claramente expressas num artigo recente de 13 especialistas em educação científica (Gil-Perez *et al*, 2002).

Reinterpretando estas distorções, diremos que a mais importante delas diz respeito ao papel atribuído ao aluno. Este continua infelizmente a ser muitas vezes considerado como um “recipiente vazio”, uma “folha em branco”, um “recetor passivo” e não como um agente ativo, com conceções prévias muito importantes para o modo como aprende. Tal como afirma Scott, construtivista será aquele que “entende os estudantes como aprendizes ativos que vêm para as aulas de ciências já com ideias acerca dos fenómenos naturais e que usam para dar sentido às experiências diárias” (Crowther, 1997).

Uma outra distorção diz respeito ao que poderemos chamar “metodolatria” (Gowin, 1990, p. 98). Quando o aluno é posto na situação de elemento ativo, trabalhador no laboratório ou fora deste, privilegia-se um pretensão método científico, algorítmico, infalível, dogmático, conducente ao conhecimento verdadeiro e, como tal, inquestionável, numa clara deturpação histórica. Trata-se de uma visão empírico-indutivista que, embora filosoficamente criticada, continua a ser incutida nas mentes de muitos professores aquando da sua formação inicial. Esta visão mítica desvaloriza o papel da problematização das situações, das conjecturas, das teorias e dos conceitos à partida, bem como a criatividade em todo o processo e, em particular, no momento de atribuir significado aos dados existentes.

Outra distorção, ainda, diz respeito ao carácter pouco estruturado da ciência ensinada na sala de aula. Os conhecimentos são apresentados de uma forma sequencial, sem que fiquem claras as importantes relações que

existem entre eles. Domina a disciplinaridade quando devia ser privilegiada a transdisciplinaridade (Gouveia e Valadares, 2003).

Para além disso, o conhecimento é apresentado de um modo estritamente cumulativo, como se a ciência fosse uma acumulação de factos. Já Henri Poincaré, o grande matemático dos finais do século XIX e início do século XX, contestava esta visão factualista da ciência (Poincaré, 1970, p. 158). Não se exploram as conjeturas e refutações históricas, as crises e as reestruturações e transmite-se a ideia que o conhecimento científico é obra de alguns génios que descobriram por si as novas ideias como quem descobre um filão de ouro (*idem*).

Outra visão não construtivista tem muito a ver com as relações na sala de aula. Não se tem em conta a importância da interação ativa, da negociação de significados, da reflexão, da avaliação de pares e da autoavaliação, da proatividade e do «aprender a aprender» aprendendo por si e com os outros.

### **O ambiente subjacente à boa aplicação da teoria da aprendizagem significativa**

O ambiente na sala de aula tem a ver com muitos fatores, como sejam os alunos, o professor, o currículo, a avaliação e todos os que estão incluídos no que Gowin designa por *governança*. (Gowin, 1990).

Uma aprendizagem construtivista exige um *ambiente construtivista* (Cunningham, Duffy and Knuth, 1993, Savery & Duffy, 1995, Wilson, 1996). Desde logo, um ambiente construtivista terá que assentar nas melhores relações pessoais que for possível estabelecer na sala de aula, deverá propiciar o máximo envolvimento por parte dos alunos e deverá proporcionar o tempo necessário para estes pensarem e refletirem acerca das suas ideias e dos seus procedimentos, das suas aprendizagens, dos problemas que têm de superar. O professor deverá estar consciente de que aquilo que ensina não é necessariamente aquilo que os alunos aprendem e que o que aprenderam está longe de ser homogéneo. A aprendizagem mais ou menos significativa da ciência na sala de aula exige interação, negociação, aceitação e rejeição, caminhos diversos, perceção das diferenças, um envolvimento afetivo de quem quer aprender na ação de aprender. A aprendizagem significativa não é o resultado de um caminho linear. Pelo contrário, ela é o resultado de uma trama de relações cognitivas e afetivas (Gouveia e Valadares, 2003).

Os ambientes construtivistas têm as características que se poderão resumir no quadro que se segue, construído com base nos trabalhos de Cunningham, Duffy & Knuth (1993), Jonassen (1994) e Savery & Duffy (1995):

### **Ambientes construtivistas**

- 1ª - Põem a ênfase na construção ativa e significativa do conhecimento e não na sua interiorização passiva e reprodução de memória.
- 2ª - Privilegiam as tarefas dos alunos em contextos que para eles sejam significativos, em vez das preleções abstratas do professor fora dos contextos adequados.
- 3ª - Privilegiam as situações do mundo real e do dia-a-dia, em vez das seqüências de ensino academicamente rígidas e predeterminadas.
- 4ª - Propiciam múltiplas representações dos mesmos objetos/fenómenos e não uma só (representações icônicas, verbais, formais, qualitativas, semi-quantitativas, quantitativas, etc.).
- 5ª - Encorajam a reflexão crítica constante dos alunos durante as suas atividades, a análise do que dizem e fazem, bem como o que dizem e fazem os seus colegas, ou seja no fundo a metaprendizagem.
- 6ª - Propiciam atividades dependentes do contexto e do conteúdo e têm em conta os estilos e ritmos de aprendizagem dos alunos.
- 7ª - Estimulam a construção colaborativa do conhecimento através da negociação social e não a competição individual pela classificação.
- 8ª - Privilegiam a avaliação formadora que, tal como a encaramos, deve estar voltada não só para a regulação da aprendizagem de cada aluno pelo professor, como também para a reflexão pessoal, autoavaliação e autocorreção da aprendizagem.
- 9ª - São agradáveis e propiciadores de boas relações interpessoais dentro e fora das aulas.
- 10ª - São motivadores e responsabilizadores dos alunos pelas suas próprias aprendizagens.

Independentemente dos estilos de aprendizagem, que deverão ser tanto quanto possível respeitados, as estratégias construtivistas e investigativas a adotar deverão fazer com que os alunos (Jonassen & Tessmer, 1996) sejam ativos, para interagirem com o ambiente e os materiais de aprendizagem que lhes são proporcionados, pesquisadores, para explorarem os materiais e o ambiente de aprendizagem que lhes são facultados, intencionais, procurando, espontaneamente e de boa vontade, atingir os objetivos cognitivos, dialogantes, envolvidos em trocas de ideias uns com os outros e com o professor, reflexivos, articulando o que aprenderam e refletindo nos processos e nas decisões tomadas e ampliativos, de modo a gerarem juízos ou asserções, atributos e implicações com base no que aprenderam.

Questionando os ambientes tradicionais da sala de aula e a sua «fobia» para a preparação para os testes, Brooks e Brooks (1999) consideram que

numa sala de aula construtivista, o professor procura conhecer os entendimentos dos estudantes acerca dos conceitos e, a seguir, estrutura oportunidades para que eles refinem ou revejam estes entendimentos, colocando-os em contradições, apresentando-lhes novas informações, colocando-lhes questões, encorajando-os à pesquisa e, ou envolvendo os estudantes em inquéritos concebidos para desafiar as suas concepções atuais.

Ainda segundo estes autores (idem), são 5 os princípios que deverão estar sempre presentes numa sala de aula construtivista:

- Os professores deverão procurar conhecer e valorizar os pontos de vista dos alunos.
- As atividades da sala de aula deverão desafiar as suposições dos alunos.
- Os professores deverão colocar problemas cuja relevância emerge do aluno.
- Os professores deverão conceber as suas aulas em torno de conceitos primários e “grandes” ideias, no sentido da sua abrangência e generalidade.
- Os professores deverão avaliar a aprendizagem dos estudantes no contexto do ensino do dia-a-dia.

Temos já uma larga experiência e conhecimento de utilização dos organizadores gráficos que iremos estudar nos capítulos seguintes. Foram amplamente usados no Mestrado em Ensino das Ciências que criámos na Universidade Aberta. Esses organizadores foram criados por dois dos grandes defensores da teoria da Teoria da Aprendizagem Significativa e contribuem para a sua operacionalização. A experiência que possuímos mostra que a sua utilização em ambientes de sala de aula construtivistas por quem dispõe de alguns conhecimentos essenciais da referida teoria facilita e muito a aprendizagem significativa dos alunos. Tal não significa que não se deva recorrer também a outras estratégias num «salutar» pluralismo metodológico que há muito tempo defendemos.



## CAPÍTULO II

### O DIAGRAMA EM VÊ, DE GOWIN

#### 1. O diagrama em Vê

O **diagrama em Vê** é um organizador gráfico com a forma de um Vê também conhecido por **Vê do conhecimento**, porque ajuda a compreender a estrutura do processo de produção de conhecimento. Uma outra designação é **Vê epistemológico**, porque tem subjacente uma determinada epistemologia construtivista. É igualmente conhecido por **Vê heurístico**, pelo facto de ajudar, facilitar os processos heurísticos e também por **Vê de Gowin**, por ter sido concebido pelo Professor americano D. B. Gowin.



D. Bob Gowin é um filósofo doutorado pela Universidade de Yale onde concluiu um pós-doc em Filosofia em 1958. É Professor Emérito da *Cornell University*, e publicou 16 livros e monografias, entre eles um intitulado *Educating*, em 1981, que é um dos livros mais conceptualmente transparentes na área da educação e o livro *Learning How to Learn*, este com o seu Colega de Cornell Joseph Novak, que está traduzido em diversas línguas ocidentais e orientais. As suas áreas de pesquisa são a filosofia da educação, os fundamentos da educação e a produção e estruturação do conhecimento.

Gowin debruçou-se em profundidade sobre a estrutura do conhecimento (Gowin, 1990, p. 86-107) e concebeu o Vê como um instrumento de metaprendizagem baseado na natureza do conhecimento e no modo como ele se constrói. Sendo um instrumento coerente com a conceção construtivista da natureza do conhecimento, o Vê de Gowin é um precioso auxiliar de uma aprendizagem assente num modelo de pesquisa orientada, com excelentes resultados na aprendizagem dos alunos em atividades na sala de aula ou no laboratório, em trabalho individual ou em trabalho de grupo. Auxilia os alunos a penetrarem na estrutura e natureza da produção de conhecimento, pelo que é um poderoso instrumento que

ajuda a organizar ideias, leva a uma atuação mais eficiente e produtiva por parte dos alunos e faz com que eles se sintam melhor consigo mesmos ao compreenderem o que estão a fazer (Novak e Gowin, 1999).

A epistemologia em que assenta o Vê de Gowin traduz em larga medida a essência do construtivismo humano associado à teoria da aprendizagem significativa. É mais complexo do ponto de vista epistemológico e cognitivo do que o mapa de conceitos que estudaremos no próximo capítulo e que até pode ser integrado num dos seus blocos epistemológicos. Pela sua complexidade, o diagrama Vê tem sido muito menos usado do que o mapa de conceitos, mas a sua utilização conduz a uma aprendizagem mais enriquecedora porque permite a aprendizagem sobre a natureza da ciência e através da ciência e não apenas a aprendizagem da ciência. Trata-se de um organizador precioso em termos educacionais cujas características o tornam muito adaptável a algumas das estratégias que poderão ser adotadas para *facilitar a aprendizagem significativa* (Trowbridge e Wandersee, 2000, p. 100-129). Como instrumento heurístico que é, o Vê de Gowin adapta-se perfeitamente a um *ensino investigativo* em que se recorre a diversas estratégias complementares para alcançar uma boa aprendizagem e pode ser usado com sucesso em *trabalhos de laboratório, de campo e de projeto, dissertações*, etc. Tem sido utilizado na *aprendizagem* dos alunos, em *trabalho individual* ou em *trabalho cooperativo* em grupo, em diversas *estratégias* com excelentes resultados (Gowin, 1990, p. 126-132).

O formato deste organizador (em Vê) foi escolhido intencionalmente por Gowin para evidenciar determinados aspetos epistemológicos importantes. Assim, o vértice do Vê aponta para os acontecimentos/objetos em torno dos quais se centra a construção do conhecimento. São eles que se pretendem investigar e sem eles não haveria dados para «processar». Mas, logo no início do Vê e numa posição central em relação aos lados surge a questão foco (o grande problema a investigar, que determina a escolha dos objetos/acontecimentos). Ela tanto tem a ver com o lado esquerdo do Vê como com o lado direito, sendo que o lado esquerdo se refere à parte conceptual (ao pensamento) subjacente à pesquisa e o lado direito à parte metodológica (ao trabalho de campo, a componente que corresponde à ação). As duas partes (direita e esquerda) do Vê interagem entre si, interação esta que se reveste de grande importância para a construção do novo conhecimento (Valadares, 2000).

O *diagrama em Vê* é uma consequência do facto de Gowin (1990) encarar qualquer pesquisa como uma maneira de gerar estruturas de significados, que passa fundamentalmente pela ligação íntima entre conceitos, eventos e factos:

O processo de pesquisa pode ser visto como uma estrutura de significados. Os elementos dessa estrutura são eventos, factos e conceitos. O que a pesquisa faz, através das suas ações, é estabelecer conexões específicas entre um dado evento, os registos feitos deste evento, os julgamentos factuais derivados desses registos, os conceitos

que focalizam regularidades nos eventos e os sistemas conceituais utilizados para interpretar esses julgamentos a fim de se chegar à explicação do evento. Criar essa estrutura de significados em uma certa investigação é ter feito uma pesquisa coerente.



### Vê do Conhecimento numa forma genérica

Os **conceitos** são definidos (Gowin, 1970) como signos/símbolos que traduzem regularidades nos eventos e que utilizamos para pensar, pesquisar, aprender, dando assim respostas estáveis ao fluxo de eventos. Hoje sabemos não poderem estar dissociados dos campos conceituais onde estão inseridos. Os **sistemas conceituais** são conjuntos de conceitos que se encontram logicamente relacionados uns com os outros, permitindo em geral um padrão de raciocínio sobre um determinado

campo conceptual. As **teorias** são sistemas conceptuais descritivos e interpretativos mais ou menos abrangentes e assentam em **princípios** de carácter afirmativo e axiomático. Os **factos** podem ter três significados distintos (Gowin, 1970) que estão relacionados entre si. Assim, o *facto* correspondente a um evento que ocorre naturalmente ou que é feito ocorrer por um pesquisador pode significar o *próprio evento*; mas também pode significar o *registo do evento*, o qual é fundamental para a pesquisa sobre ele; finalmente pode significar o conjunto de *juízos* ou *asserções*, verbais ou matemáticos, *baseados no registo* do evento.

A parte fulcral do processo de pesquisa surge quando se dá a *conexão entre o evento/objeto em estudo, o quadro conceptual que o pesquisador domina e os factos que recolhe do evento/objeto*. A importância desta conexão levou Gowin à ideia do formato em Vê do seu organizador gráfico. Este formato pretende evidenciar desde logo a *indissociabilidade entre a teoria e a prática* bem como a importância quer do *sistema* em estudo quer da *problematização* que é feita acerca do mesmo. Assim, o vértice do Vê aponta para os *acontecimentos/objetos* em torno dos quais se centra a construção do conhecimento. É sobre eles que incide a reflexão e/ou a pesquisa e sem eles não haveria dados para «processar». Mas, logo no início do Vê e numa posição central em relação aos lados, surge a *questão-foco* que traduz o grande problema a pesquisar e que determina a escolha dos *objetos/acontecimentos*, sejam eles *naturais* ou *artefactos*. A **pesquisa** em torno de objetos e acontecimentos tanto tem a ver com o *lado esquerdo* do Vê como com o lado direito.

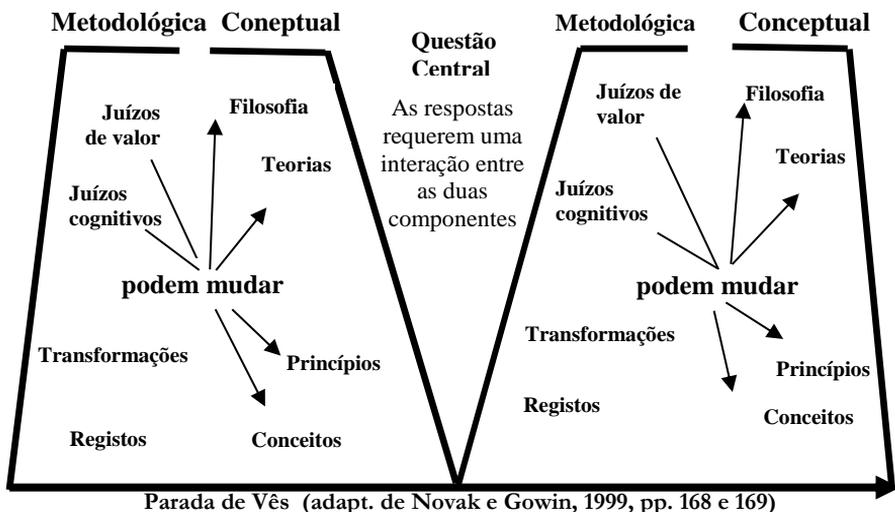
No **lado esquerdo** estão os blocos epistemológicos que constituem a **componente conceptual** do processo de investigação. Estão lá os conceitos e os sistemas conceptuais, fundamentais nas pesquisas, por ser com base neles que é possível atribuir significado ao que se observa, processar com significado os dados recolhidos, atingir resultados significativos e estabelecer juízos ou asserções com fundamento. Tais sistemas conceptuais são constituídos pelas teorias, que têm inerentes princípios e leis, mas têm também subjacentes determinados sistemas de valores, visões de mundo e filosofias. Este lado esquerdo do Vê corresponde ao domínio **pensar** da pesquisa.

O **lado direito** do Vê tem a ver com os factos no triplo sentido que Gowin lhes atribui: eventos tal como são observados pelo pesquisador, os registos que este faz e os juízos ou asserções formuladas. Refere-se à *componente factual* da pesquisa, a que Gowin chama **componente metodológica**, por incluir para além dos factos toda a metodologia que é seguida na produção de conhecimento. Os **dados** registados a partir dos acontecimentos são **metodologicamente transformados** de modo a atingir conclusões que servem de base à formulação de **juízos** ou **asserções de conhecimento** que constituem o conhecimento produzido em resposta à questão ou questões investigadas e também estão na base da formulação dos **juízos** ou **asserções de valor**, que têm a ver com o valor e aplicabilidade do conhecimento produzido. Esse lado do Vê

corresponde, na pesquisa, ao domínio do **fazer**. É fundamental ter presente o **carácter construtivista** do processo em que tudo o que é realizado no lado metodológico do Vê é guiado pelo lado conceptual ou seja pelos conceitos, princípios, teorias, filosofias e visões do mundo.

O Vê epistemológico de Gowin respeita o modo construtivista como foi sendo construído o conhecimento científico. De facto, quem analisar em profundidade a construção histórica da ciência verá que foi com os «olhos da mente» ou, mais explicitamente, com os sentidos «contaminados» por uma mente cheia de **conceitos**, enredados de um modo tão complexo quanto idiossincrático, que cada investigador sempre «viu» os fenómenos e os objetos para deles extrair **registos** e destes **factos**. Enquanto para Galileu, cuja mente estava ainda «contaminada» por ideias platónico - pitagóricas, o movimento dos planetas era naturalmente circular por ser a circunferência a curva perfeita por natureza, para Descartes e Newton, já libertos dessas «amarras» conceptuais (que não de outras!), tal trajetória não podia ser natural e exigiria a atuação de forças, porque o único movimento na ausência de forças seria o movimento rectilíneo com rapidez constante. As teorias são adotadas, por um lado, pelo veredicto da experiência, mas também são influenciadas pelas **visões do mundo** e pelas **convicções filosóficas** de cada um, e isto mesmo nas ciências ditas exatas. Veja-se, a título de exemplo, as teorias de Maxwell e Weber que no tempo em que foram produzidas previam os mesmos factos experimentais, mas enquanto Maxwell admitia a existência de um referencial absoluto ou referencial do éter, Weber aceitava, na linha de Mach, apenas referenciais relativos, por isso as expressões que atingiu eram todas de grandezas relativas. A história da ciência mostra, igualmente, como os **registos** convertidos mentalmente em **factos** foram sempre **transformados** de modo a formular **juízos cognitivos** em resposta aos problemas em estudo, mas deixando sempre a porta aberta para novos problemas e novas investigações. E é também certo que na ciência sempre se formularam **juízos de valor**, de modo mais ou menos implícito ou explícito e algumas vezes de modo polémico e até mesmo acalorado, acerca dos trabalhos de investigação e ideias a eles inerentes. E finalmente a história da ciência é rica em exemplos que mostram como os juízos cognitivos e de valor de umas investigações foram fundamentais para o modo como ocorreram outras investigações que a elas se seguiram na mesma linha de pensamento, pelo que a evolução do conhecimento de um determinado assunto científico como a teoria da relatividade poderá mesmo ser representada de modo obviamente esquemático por uma sucessão de Vês ou, como Novak e Gowin afirmam, uma *parada de Vês*.

O Vê alerta-nos para o facto de, caso pretendamos que os alunos construam bons conhecimentos sobre os objetos/acontecimentos sobre os quais debruçam, ser necessário prestar muita atenção aos seus pontos de vista mais ou menos intuitivos e por vezes dogmáticos, aos princípios em que se baseiam, à adequação das suas teorias pessoais, aos significados que possuem dos *conceitos* com que vão raciocinar.



Há que também apoiar os alunos na parte referente à *metodologia*, ensinando-os a recolher *dados* fidedignos de modo a aceitarem-se como *factos*. Os *registos factuais* constituem o primeiro resultado “palpável” na aprendizagem por pesquisa, sendo, no entanto, mais ou menos *dependentes das conceções do (dos) aluno (os)*, ou seja da componente do lado esquerdo do Vê. Os *dados* recolhidos de modo fidedigno, depois de devidamente *transformados* mediante um *tratamento adequado* (as teorias necessárias para os tratamentos dos dados também fazem parte integrante da componente conceptual da pesquisa), originam *conclusões válidas* acerca dos objetos/acontecimentos cuja *interpretação*, igualmente dependente das conceções de quem pesquisa (dos *conceitos, teorias, leis, princípios e «filosofias»*) constitui o conteúdo dos *juízos cognitivos* a respeito da *questão-foco*. E um bom processo de aprendizagem baseada numa pesquisa deverá também incluir um conjunto de *juízos de valor* acerca da mesma, em particular sobre a validade que possuem os juízos cognitivos produzidos, sobre as suas possíveis implicações, que têm a ver com a maior ou menor solidez da componente teórica, o rigor da componente metodológica, o modo como estas duas componentes se articularam e reforçaram entre si. Os juízos de valor são muitas vezes também asserções de natureza prática, social, moral e até estética do conhecimento produzido.

O *Vê* não pode ser encarado como uma espécie de «método científico», linear e estereotipado (começa aqui e acaba ali!). Todos os elementos que compõem o Vê do conhecimento estão enredados numa teia complexa que está na base da produção do conhecimento, mas a parte fundamental é sem dúvida o modo como as ideias e conhecimentos se traduzem em factos. É por isso que, conforme vários exemplos da História da Ciência nos mostram, com conhecimentos análogos um cientista extrai outros

factos diferentes daqueles que outros antes dele extraíram. O exemplo de Einstein quando escreveu o seu artigo sobre a teoria da relatividade restrita é paradigmático. É neste aspeto que devem ser encarados os «grandes saltos no escuro» que ocorreram na construção do conhecimento. Este organizador, simultaneamente epistemológico e heurístico, traduz de um modo esquemático as ideias epistemológicas construtivistas que defendemos acerca da produção do conhecimento científico.

Em suma, de acordo com a epistemologia subjacente ao Vê de Gowin o conhecimento, qualquer que ele seja, é um processo de construção/reconstrução assente numa interação complexa entre uma componente *conceptual* e outra *metodológico-experimental*, no fundo entre *pensamento e ação*. O conhecimento-processo, tal como é entendido hoje, assenta na pesquisa de sistemas constituídos por *objetos/acontecimentos*, sendo fundamental a focalização em questões concretas acerca dos mesmos e «manipulação» física e mental (*hands on* e *minds on*) dos mesmos. Para além dos *objetos/acontecimentos* e dos problemas a investigar acerca destes, traduzidos nessas *questões*, são fundamentais as *visões do mundo e filosofias, as teorias e princípios*, os *conceitos e registos* efetuados com validade factual e as *transformações* destes, pois é com estes elementos epistemológicos que extraímos novos significados traduzidos em *juízos de conhecimento e juízos de valor*. E todos estes elementos pertencentes às duas grandes componentes, a conceptual e a metodológico-experimental, interatuam de modo a estruturar o conhecimento. Assim e para terminar, a história da ciência mostra-nos como:

- É com base em *quadros teóricos* que são atribuídos significados aos dados recolhidos na investigação e estes são metodologicamente transformados em *conclusões e asserções* várias, mas também à medida que as metodologias vão sendo aplicadas torna-se muitas vezes *necessário aprofundar os campos teóricos*, apelar para outros conceitos e até modificar convicções solidificadas.
- Os *problemas*, as *questões* que levantamos acerca dos *objetos/acontecimentos* que vivenciamos e com que realizamos experiências, onde focamos todo o nosso empenho de reflexão ou de pesquisa, são decisivos para a compreensão do mundo.
- Os *juízos de valor* interferem nas *visões globais que temos acerca do mundo* e nas nossas «*filosofias*» pessoais e estas, por sua vez, são relevantes não só nos *conceitos, princípios e teorias* como na formulação de novos *juízos cognitivos e de valor*.
- As *teorias, princípios e conceitos* interferem no modo como conceptualmente e metodologicamente são abordados os *objetos/acontecimentos*, são decisivos na atribuição de significados aos *registos* e na *transformação* destes de modo a formular *juízos cognitivos e de valor*; e estes, por sua vez, vão contribuir para o refinamento dessas *teorias, princípios e conceitos*.

- As *teorias* são o produto de investigações teórico-experimentais anteriores, mas são também influenciadas por *visões do mundo* e por *convicções filosóficas*.

- As *pesquisas* que, com base em factos processados, acabam por formular juízos cognitivos em resposta aos problemas em estudo deixam sempre a porta aberta para *novos problemas e novas investigações* pelo que os alunos, ao desenvolverem as suas pesquisas, ficarão certamente com muitas outras questões depois de terem respondido a uma. Muitas vezes novos juízos cognitivos poderão originar novos conceitos, a reformulação de conceitos já existentes ou então novas teorias.

- Os *juízos cognitivos e de valor* de umas investigações são *fundamentais para o modo como ocorrem outras investigações* na mesma linha de pensamento.

## 2. A origem do diagrama em Vê e as suas potencialidades

O diagrama em Vê surgiu como o refinamento, feito por Gowin, da sua *metodologia das cinco questões*. Para ajudar os estudantes a aprenderem significativamente com os projetos e os trabalhos práticos em vez de seguirem cegamente receitas, Gowin começou por sugerir que esses estudantes os encarassem como atividades de pesquisa e procurassem sempre responder às seguintes 5 questões (Gowin, 1990, p. 88):

### **1ª - Quais as questões-foco ou questões-centrais (*telling questions*)?**

Estas questões «dizem» a que é que a pesquisa pretende responder, servem de orientação a toda a pesquisa e são fulcrais também para a escolha dos objetos e dos acontecimentos sobre os quais incide a pesquisa, ou seja o sistema em estudo.

### **2ª - Quais são os conceitos-chave (*key concepts*)?**

Estes são os conceitos disciplinares imprescindíveis para compreender a pesquisa.

### **3ª - Que métodos se utilizam na pesquisa?**

Trata-se dos métodos de observação, de recolha e de tratamento de dados a utilizar na pesquisa.

### **4ª - Quais são os principais juízos cognitivos (*knowledge claims*)?**

São as afirmações que o pesquisador considera válidas como respostas às questões-foco.

### **5ª - Quais são os juízos de valor (*value claims*)?**

São as afirmações que o pesquisador deve sempre efetuar acerca do valor da pesquisa bem como dos métodos usados e das respostas encontradas (Gowin, 1990, p. 88 e Novak, 1992, p. 3.3

No sentido de alargar o âmbito da metodologia das 5 questões Gowin criou o *diagrama em Vê* como um instrumento heurístico e epistemológico baseado na sua análise da estrutura do processo de produção de

conhecimento. Para ele a produção do conhecimento resulta de uma interação complexa entre determinados blocos epistemológicos que fazem parte das duas componentes, a teórico-conceitual e a prático-metodológica.

Os Vês do conhecimento usam-se, por exemplo, para *revelar o modo como os alunos vão construindo o seu conhecimento* nas mais diversas experiências educativas realçando as suas dificuldades conceituais e metodológicas. Usam-se também para *«desempacotar» o conhecimento* que consta de uma dada fonte (um artigo, uma secção de um manual, etc.) e que geralmente está *«empacotados» de modo mais ou menos obscuro* para o aluno. Usam-se ainda para *facilitar a aprendizagem significativa* dos alunos, particularmente no decurso dos trabalhos práticos. Também são utilizados para *avaliar se ocorreu a aprendizagem significativa dos alunos*, particularmente quando a sua aprendizagem seguiu um processo de pesquisa. E isto para não falar na sua preciosa *ajuda às atividades de pesquisa dos próprios professores*, às *atividades de planificação* das suas aulas, à elaboração de projetos, à planificação e elaboração de dissertações e teses, etc

Vamos agora referir-nos a algumas aplicações do Vê do conhecimento separadamente.

### ***2.1. O Vê do conhecimento e o «desempacotamento» da informação***

Muitos textos, em especial artigos científicos, estão escritos de uma forma particularmente obscura, o que dificulta a extração de significados ricos a partir deles, portanto uma aprendizagem bastante significativa do seu conteúdo.

O Vê do conhecimento que se representa a seguir resultou da análise da estrutura conceptual de um artigo científico particularmente denso e de leitura difícil, sobre o *“wait time”* (pausa entre segmentos do discurso) na exposição dos professores.

Repare-se como há teorias no qual o artigo se baseia e, desde logo, sem o domínio de tais teorias é difícil extrair-se todos os significados profundos do artigo independentemente de, com a ajuda do Vê, se ficar com uma ideia muito mais clara a respeito do mesmo do que sem esse recurso.

O Vê do conhecimento obriga o leitor do texto a discernir qual é a questão em torno da qual está centrada a pesquisa, os princípios mais ou menos implícitos que estão subjacentes e os restantes blocos epistemológicos de que a pesquisa se compõe.

## Parte conceptual

### Teorias

- cognitivista;
- de Tobin e Capie (1981);
- do movimento pedagógico de Wittgenstein.

### Princípios

- A velocidade com a qual é apresentada a informação deve ser associada à capacidade de processamento cognitivo do estudante.
- Um discurso cognitivamente complexo requer um tempo maior para ser processado do que um discurso menos complexo.
- As pausas frequentes e regulares proporcionam ao estudante oportunidades para processar cognitivamente a informação entrada por via oral

### Conceitos

“Wait time”

Processamento cognitivo; aprendizagem significativa; velocidade de apresentação da informação; rendimento; intervenção; categorias de discurso

### Questões-foco

Como varia o rendimento de um estudante com o “wait-time” do professor nas aulas de Matemática e de Línguas?

## Parte metodológica

### Juízos de valor

Os professores devem ser estimulados a usar um maior “wait time” nas aulas, particularmente nas de Matemática e Línguas, para melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem

### Juízos cognitivos

Mantendo-se o “wait time” entre os 3 s e os 5 s, a qualidade do discurso entre professor e estudante melhora e o rendimento do estudante aumenta.

### Transformações dos dados/registos

Tabelas de ordenação e tratamento dos dados.  
Análise de frequências e covariâncias.  
Determinação de médias da duração dos discursos entre professor e aluno.  
ANOVA (teste de significância estatística).

### Dados/Factos

Registos das intervenções com recurso a um gravador áudio.  
Pontuações obtidas através do TOLT

### Acontecimentos/objectos:

Utilização do “wait time” em aulas de Matemática e de Línguas  
Interações verbais entre o professor e o estudante

Vê que clarifica a estrutura de um texto científico

## 2.2. O Vê do conhecimento na análise de um currículo ou de uma parte dele

Gowin refletiu em profundidade sobre os chamados «lugares comuns da educação», que segundo Schwab são o **professor**, o **aluno**, o **currículo** e o **meio** ou contexto em que a educação ocorre (Novak e Gowin, 1999, p. 22). Novak deu muita relevância a um outro lugar comum que é a **avaliação** e Gowin considerou, em vez do meio, o conceito mais profundo de **governança**, que engloba todos os factores e são muitos desde os manuais até aos decisores de dentro e de fora das Escolas que controlam o esforço daqueles que, em face de um currículo, pretendem

atribuir significado a uma experiência educativa. O conceito de currículo em Gowin é muito diferente do de outros educadores que o antecederam, muito mais do que um conjunto estruturado de objetivos de aprendizagem, conteúdos de ensino e atividades/experiências em sala de aula. Para Gowin, um **currículo**

é um conjunto de juízos cognitivos (também designadas asserções de conhecimento) e juízos (asserções) de valor que estão logicamente ligadas entre si e são analisadas conceptual e pedagogicamente (Gowin, 1990, p. 109)

Esta definição tem intrinsecamente, a ideia de que um currículo só o é verdadeiramente se for sujeito a uma análise por um processo de pesquisa. Com efeito, quer os juízos cognitivos quer os de valor são, segundo Gowin, produtos de pesquisas: os *juízos cognitivos* são as respostas à questão ou questões em que se centram as pesquisas e os *juízos de valor* são asserções sobre os valores das pesquisas, dos seus resultados e das suas potencialidades, estando por vezes diretamente envolvidos na produção de outros juízos cognitivos.

Mas o que significa para Gowin *juízos conceptualmente analisados* a que se refere na sua definição de currículo?

Por "conceptualmente analisados" quero traduzir o que é produzido quando as fontes primárias de conhecimento são submetidas ao "Vê". Nessa análise explicitamos as relações estruturadas, desde as visões de mundo e as filosofias, passando pelas teorias e sistemas conceptuais, até aos eventos e objetos específicos, subindo então novamente através dos registos, dados, generalizações, explicações (incluindo técnicas e métodos), e juízos de valor, incluindo especialmente os critérios de excelência (*idem*, p. 109).

E o que entende ele por *juízos pedagogicamente analisados*?

Por "pedagogicamente analisados" quero referir-me aos conceitos de ensino, aprendizagem e currículo que sustentamos com base em testes práticos sobre "ensinabilidade" e "estudabilidade". A retro informação destes testes práticos alimenta as últimas revisões dos materiais antes de serem considerados prontos para serem usados na instrução (*idem*, p. 109).

Sendo o Vê do conhecimento um instrumento heurística e epistemologicamente bem fundamentado, ele é precioso na forma como nos ajuda a analisar as fontes primárias do conhecimento de leitura mais ou menos complexa como são alguns artigos de pesquisa, ensaios, etc. e a "desempacotar" a sua estrutura conceptual. Muitos desses documentos, como é o caso dos livros de ensino, procuram veicular o conhecimento mais ou menos implícito ou explícito em certos currículos e o que Gowin nos recomenda é que analisemos esses currículos com o diagrama em Vê, da mesma forma que o fazemos com outras quaisquer fontes onde estão documentadas asserções de conhecimento e de valor. Estas fontes primárias podem ser, por

exemplo, artigos de pesquisa, ensaios, experiências de laboratório, poesias, romances, etc. Estas fontes cognitivas usadas como materiais curriculares precisam de ser "desempacotadas" para se tornarem adequadas para fins educativos.

Em suma: mais do que o «currículo formal», o que é fundamental é o «currículo prático» que se traduz na forma como o anterior é concretizado nos manuais de ensino e outras fontes de consulta, nas fichas de trabalho utilizadas pelos professores com os seus alunos e nas estratégias levadas a cabo para concretizar os objetivos do currículo formal. Se submetermos os conteúdos de todos estes elementos de ensino-aprendizagem a uma análise alicerçada no Vê do conhecimento, com base em critérios de excelência, construiremos significados preciosos acerca deles e poderemos valorizá-los e com isso melhorar a educação.

### Parte conceptual

#### Pressuposto básico

O Vê de Gowin ajuda a clarificar a estrutura conceptual e metodológica de uma experiência

#### Teorias

Teoria elementar da fotossíntese

#### Princípios

- As plantas superiores, as algas e determinadas bactérias são capazes de captar energia luminosa e convertê-la em energia química.
- A intensidade da atividade fotossintética pode ser avaliada pela quantidade de oxigénio libertada.
- A intensidade de iluminação varia na razão inversa do quadrado da distância à fonte luminosa

#### Conceitos

Fotossíntese; Intensidade de iluminação; Pigmentos clorofilinos; Foco luminoso

### Parte metodológica

#### Juízos de valor

Esta experiência é muito simples e enriquecedora pois envolve controlo de variáveis.

#### Juízos cognitivos

A atividade fotossintética diminui à medida que diminui a intensidade de iluminação. Esta é um fator limitante da taxa fotossintética.

#### Transformações dos registos

Distância (cm)	5	10	20	40
----------------	---	----	----	----

Nº de bolhas de oxigénio				
--------------------------	--	--	--	--

#### Dados/Registos/Factos

Registou-se o número de bolhas de oxigénio libertadas no mesmo tempo para cada uma das distâncias

#### Acontecimentos/objectos:

- Montar um dispositivo constituído por um tubo de ensaio com uma alga em água corada.
- Fazer incidir no tubo a luz de um foco luminoso colocado a diferentes distâncias.

Vê de Gowin que clarifica a estrutura conceptual e metodológica de uma experiência curricular elementar de Biologia

### ***2.3. O Vê do conhecimento como instrumento de ensino e aprendizagem***

Sendo, como vimos, importante para facilitar a transposição de um currículo teórico para um bom currículo prático ao permitir "desempacotar" conhecimentos documentados em materiais curriculares, o Vê de Gowin pode também dar contributos importantes para valorizar outros lugares comuns da educação. Vamos referir-nos agora ao professor/ensino e ao aluno/aprendizagem.

Sendo um instrumento epistemologicamente muito bem fundamentado, apoiado numa visão construtivista e humanista da produção do conhecimento, o diagrama em Vê é muito útil para um ensino sobre a natureza da ciência. Desmistifica as visões clássicas empiristas, positivistas e factualistas sobre o conhecimento científico e o pretensível método científico linear e estereotipado, ao explicitar as relações conceptuais e metodológicas envolvidas na produção do conhecimento. Em algumas disciplinas científicas curriculares falou-se no método científico como se fosse uma espécie de receita infalível para descobrir novos conhecimentos. Associada a esse "método" estava a ideia de um cientista como alguém que observa, recolhe dados, transforma esses dados, infere, conclui e descobre algo mais na Natureza, como se o conhecimento estivesse escondido nela como uma pedra ou metal precioso à espera de um descobridor munido desse método como «ferramenta».

O Vê do conhecimento mostra claramente que toda a metodologia científica é guiada por um domínio conceptual no qual estão conceitos, sistemas conceptuais e teorias criados pelo homem. Mais do que isso, há por detrás de tudo crenças, visões do mundo e do ser humano e concepções filosóficas sobre a ciência. O conhecimento – em qualquer área – é produzido pela mente humana, uma mente que não é racionalmente pura, antes foi «contaminada» ao longo da história de vida de cada pessoa. Os juízos ou asserções de conhecimento criadas por essa mente, por mais prodigiosa que seja, não são verdades absolutas, dependem dessas crenças e concepções filosóficas e do referencial teórico - conceptual adotado. Tudo isso está claro no Vê do conhecimento e quem o adota na aprendizagem acaba por se envolver numa experiência construtivista e humanista. Nenhum dos dois lados desse organizador implica linearidade. Tanto a metodologia como a conceptualização não são processos lineares. O processo de produção do conhecimento não é linear como sugere a descrição do "método científico", infelizmente ainda hoje encontrada em alguns livros.

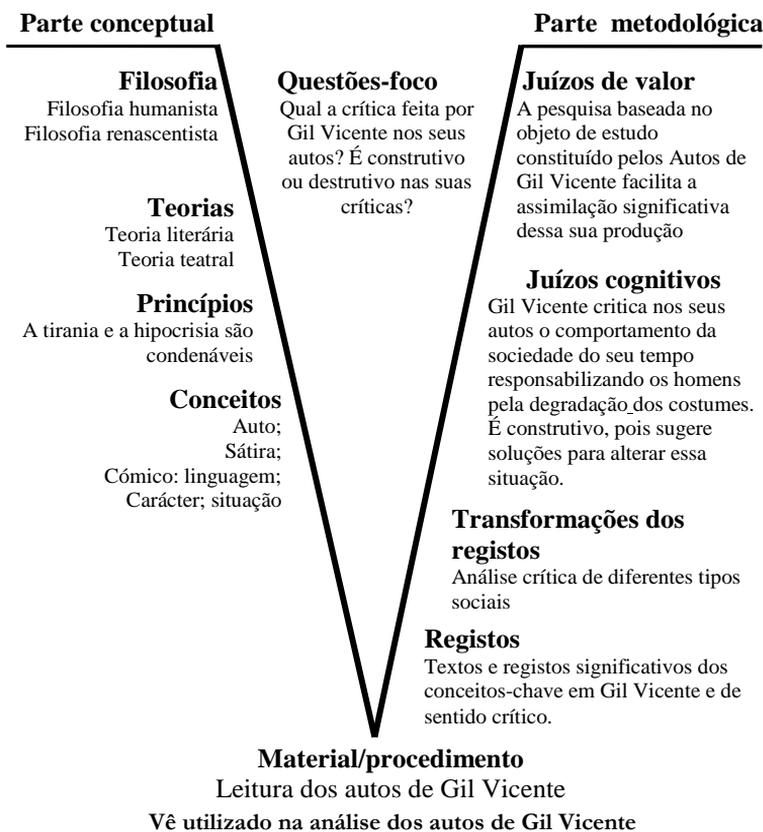
O Vê do conhecimento é um instrumento epistemológico e heurístico utilíssimo para criar e analisar um corpo de conhecimento e desvelar a sua estrutura e processo de produção.

Para além de proporcionar um ensino adequado sobre a natureza da ciência, esse organizador também pode ser usado como um instrumento de meta-aprendizagem, ou seja, de o aluno ir aprendendo a aprender cada vez melhor. Significa isto ir percebendo e controlando o modo como ele se apropria com significado da informação à medida que vai aprendendo a usar esse conhecimento para facilitar novas aprendizagens cada vez mais significativas. O aluno ou aluna que usa corretamente este organizador gráfico vai-se apercebendo como o conhecimento científico é construído, mas, simultaneamente, como o seu próprio conhecimento é aprendido de modo significativo e a consequência disto é ir aprendendo a aprender de modo enriquecedor. Naturalmente irá abdicando de se limitar a armazenar mecanicamente novos conhecimentos e ganhando o gosto por aprender analisando a estrutura do conhecimento que aprende e relacionando-o de modo significativo com os conhecimentos que já possui na sua estrutura cognitiva.

O bom ensino baseado no Vê do conhecimento conduz a uma forma construtivista e humanista de aprender, em que pensamento, sentimentos e ações se conjugam para dar significado às experiências e aos conteúdos de aprendizagem. Dois resultados simultâneos são o aprender melhor o conhecimento científico mas também uma reformulação de crenças epistemológicas sobre a origem da ciência, a sua natureza e a sua validade.

A utilização correta deste organizador gráfico como recurso de aprendizagem exige aceitar uma nova visão acerca da construção social e individual do conhecimento, o que por sua vez requer uma formação epistemológico - didática e tempo. A aprendizagem não poderá mais ser encarada como um simples produto de respostas a estímulos (visão comportamentalista), para ser vista como uma construção humana de significados acerca de um conhecimento que é, ele próprio, também uma construção humana. O Vê epistemológico de Gowin e o mapa de conceitos de Novak que será estudado no próximo capítulo são instrumentos preciosos para facilitar esta evolução epistemológica e didática.

O diagrama em Vê que é apresentado de seguida e que tem como tema os *Autos de Gil Vicente* tem como intenção mostrar que em todos os ramos de conhecimento este instrumento é importante permitindo uma reflexão profunda sobre os assuntos e bem fundamentada epistemologicamente e conceptualmente pelas exigências prévias do próprio organizador.



#### 2.4. O Vê do conhecimento na base de atividades experimentais enriquecedoras

É enorme o leque de competências que se podem desenvolver com as atividades experimentais bem conduzidas. Mas, infelizmente, as potencialidades destas atividades têm sido desperdiçadas, como resultado de estratégias tradicionalmente muito condutistas e pouco reflexivas.

O desenvolvimento de atividades experimentais bem conduzidas ultrapassa em muito os objetivos que tradicionalmente lhes são atribuídos, já que, na linha do pensamento de Hodson & Reid (1993), Claxton (1994, cit. por Carmen, 2000, p. 269-270), Hodson (2000) e Almeida (1998), entre outros, tais atividades deverão cumprir cinco grandes finalidades:

- O *incremento da motivação* dos alunos para o estudo das ciências.

- A *melhor compreensão das construções teóricas da ciência* e o desenvolvimento do raciocínio científico por parte dos alunos.
- O *desenvolvimento de capacidades e técnicas* de produção da ciência.
- A *compreensão de como se constrói o conhecimento científico e do significado deste*.
- O desenvolvimento, em bases sólidas, de *atitudes fundamentais para uma cidadania* participativa e responsável.

O ensino experimental deverá contribuir para que os estudantes vão adquirindo uma visão epistemologicamente correta do trabalho científico. Mas para tal terá de ter em linha de conta alguns aspetos importantes que a seguir referimos com base em Bunge (1973, 2000), Boyd, Gasper e Trout (1991), Gil Pérez et al. (1991, p. 34-36), Gil (1999) e Wellington (2000, p. 80-81) e em outros autores:

- Em ciência, *as experiências não são conduzidas num vazio teórico*. As predições, as observações e as inferências são guiadas pela teoria e até os próprios resultados da aplicação das metodologias científicas dependem das teorias que lhes estão subjacentes, sendo referidos em termos teóricos, como, por exemplo, o valor do campo magnético é 0,08 teslas, o valor do pH é 8,9, etc.
- *Não há um conjunto de regras sequenciais* a aplicar de modo estereotipado a que possamos chamar «*método científico*».
- Há que rejeitar o que Piaget designou como “*o mito da origem sensorial dos conhecimentos científicos*” e a *visão empirista* ou *sensista* da ciência nele baseada e substituir tal visão por uma outra superadora que, sem negar a importância fundamental dos nossos sentidos e dos instrumentos que os auxiliam, também está consciente de que a sua utilização está embrenhada em teoria que a orienta, como aliás muito bem defendeu o filósofo francês Gaston Bachelard. Também John Dewey criticou toda a psicologia de tradição empirista, que concebia o pensamento como originado em sensações recebidas separada e passivamente pelo organismo e que considerava os sentidos uma espécie de “*portões ou vias de acesso do conhecimento*” (Dewey, 1959, *cit.* Cunha, 1998, p. 29).
- É importante *ter em conta a psicologia cognitiva atual* que quebrou com a dicotomia entre as funções do sistema nervoso central e as ações do restante corpo, na linha de diversos pensadores como, por exemplo, Dewey, Novak e António Damásio, entre outros.
- As *hipóteses* ou *conjeturas* que se vão fazendo e a sua sujeição à experiência continuam a ser consideradas *importantes*, não na perspetiva empírico-indutivista, mas pelo facto de procurarem dar respostas pontuais aos problemas em estudo, estando por trás da procura não *ad hoc* de dados.

- A ciência é uma atividade social levada a cabo por comunidades científicas. As ideias científicas resultaram sempre de um processo construtivo envolvendo seres humanos com as suas atitudes, crenças, valores, opiniões e preconceitos.
- Tal como as experiências vivem das teorias, também as teorias vivem das experiências mas não são inteiramente determinadas por elas.
- Para além das mais diversas metodologias, a ciência exige *esforço e imaginação criadora*.

Se é importante que as atividades experimentais contribuam para o desenvolvimento das mais variadas competências, o que passa por extrair delas novos significados mais rigorosos e úteis, elas deverão ir sendo avaliadas. Muitas das *atividades experimentais* nunca poderão ser corretamente avaliadas com os tradicionais testes, porque muitas das capacidades envolvidas não são avaliáveis por tal forma. A avaliação que lhes deve estar subjacente é uma *avaliação formativa* ou mesmo *formadora*, que não é fácil mas fica facilitada se elas decorrerem num ambiente construtivista onde, por natureza, o professor procura conhecer os entendimentos dos estudantes acerca daquilo que estão a estudar e/ou a fazer para de forma o mais imediata possível lhes proporcionar oportunidades para refinarem ou reverem estes entendimentos quando tal se torna necessário.

O primeiro dos dois Vês que constam das duas próximas páginas foi construído no laboratório. Integra-se perfeitamente num ensino investigativo que procura relacionar a ciência com a vida do dia-a-dia.

A experiência pessoal e a experiência dos meus mestrandos e doutorandos com quem trabalhei neste tipo de abordagens foi reveladora das potencialidades desse organizador nas atividades de laboratório.

Segue-se um outro exemplo, referente a um trabalho experimental em Química.

Os números de página referidos nos dois Vês dizem respeito às páginas dos relatórios onde os diversos temas são desenvolvidos.

O Vê referente a uma experiência não tem que dispensar o relatório da mesma, mas ajuda a torná-lo num relatório de uma pesquisa coerente e significativa, reveladora de uma aprendizagem em compreensão do assunto.

## Parte conceptual

### Visão global

O trabalho experimental é importante na consolidação de conceitos e no desenvolvimento de capacidades. (pág. 2)

### Filosofia

Filosofia construtivista trivial e humanista (pág. 3)

### Teorias

Teoria da transferência de energia entre sistemas físicos. (pág. 4)

### Princípios/leis

Lei da conservação da energia. (pág. 4)

### Conceitos

Energia elétrica consumida.  
Energia útil.  
Energia dissipada.  
Rendimento energético. (pág. 4)

## Parte metodológica

### Juízos de valor

O rendimento obtido é perfeitamente aceitável, tendo em conta possíveis erros inerentes a um trabalho desta natureza. Entre estes destaca-se o da energia dissipada para o ambiente (pág. 9)

### Juízos cognitivos

O rendimento energético da resistência está entre 90 e 100 %  
Aumentamo-lo se diminuirmos a energia dissipada. (pág. 8).

### Transformações dos dados

Tabela, em anexo, com tempos e temperaturas da água.  
Cálculo do rendimento energético da resistência (em anexo), utilizando a expressão  
 $\eta = E_{\text{útil}}/E_{\text{total}}$  (pág. 6)

### Dados/registos/factos

Volume de água = 500 mL  
Temperatura inicial da água = 25 °C  
Temperatura final da água = 70 °C  
Tempo de aquecimento = 120 s  
Potência da resistência = 800 W  
Capacidade térmica mássica da água =  
= 1 cal .g<sup>-1</sup>. (°C)<sup>-1</sup> (pág. 6)

### Acontecimentos/Objectos:

Resistência elétrica;  
termómetro;  
gobelet com água;  
suporte universal e agitador,  
cronómetro. (pág. 5)

Vê de Gowin referente a uma atividade elemental de electricidade.

## Parte conceptual

### Visão do mundo

O trabalho experimental em percursos investigativos é fundamental para a compreensão da ciência, pois só assim é possível estabelecer relações fortes entre teoria e prática e apreender significativamente os conceitos (pág.2)

### Filosofia

Filosofia construtivista (pág. 2)

### Princípios/leis

Lei das transformações químicas:  
- Lei de Lavoisier  
- lei de Proust (pág.2)

### Conceitos

Reagente; Produto; Reagente limitante; Reagente em excesso; Reacção química; Estequiometria; Reacção de síntese; Sal simples; Rendimento; Solução; Limpureza; Suspensão; Precipitado; Cristais (pág. 3)

Balança semianalítica  
Centrifuga  
Tubos de centrifuga  
Placa de aquecimento  
Vidros de relógio  
Varetas  
Pipetas graduadas (pág.4)

## Questões-foco

Como poderemos determinar o rendimento de uma reacção de síntese de um sal simples?

Qual dos dois reagentes será o reagente limitante?

## Parte metodológica

### Juízos de valor

O baixo valor obtido para o rendimento e reacção pode ser explicado pelo facto de uma parte do precipitado que se formou ter sido eliminado aquando das lavagens efectuadas (pág. 8)

### Juízos cognitivos

O reagente limitante é o nitrato de chumbo II pois quando reagisse todo o NaCl disponível (0,012 mol) esta quantidade teria que reagir com 0,006 mol de nitrato de chumbo II e só estão disponíveis 0,003 mol deste sal. O valor de rendimento da reacção da síntese do cloreto de chumbo II foi de 16.6% (pág. 5).

### Transformações dos registos

- Tabelas
- Equação de química da reacção de síntese do cloreto de chumbo II
- Cálculos (pág.5)
- Mapa de conceitos (pág. 7)

### Dados/registos/factos

- Massa atómica relativa
- Volume de soluções – massa de papel de filtro sem precipitado
- Massa de papel com precipitado (pág. 4)

### Acontecimentos/Objectos:

*Uma breve descrição do procedimento:*

- Adicionámos, num mesmo tubo de ensaio, de cada uma das soluções anteriormente preparadas.
- Centrifugámos a suspensão.
- Desprezamos o líquido sobrenadante.
- Lavámos o precipitado com água gelada,

Vê de Gowin referente à síntese do cloreto de chumbo II

## 2.5. O Vê do conhecimento na avaliação da aprendizagem

Já atrás foi afirmado que Joseph Novak considera a avaliação como um dos lugares comuns da educação, a par do ensino, da aprendizagem, do currículo e da governança. Seguidor e co-autor de Ausubel, ele sabe muito bem a importância que Ausubel atribuiu à avaliação do conhecimento do aluno antes da leção de um novo conteúdo. Este psicólogo educacional considerou também fundamental a avaliação da aprendizagem efetuada pelos alunos para os poder corrigir e esclarecer, assim como a avaliação da eficácia dos métodos usados no ensino.

Por sua vez o educador D. Bob Gowin, que foi colega e coautor de Novak e criou o Vê do conhecimento, considera a **aprendizagem** como uma construção individual e idiossincrásica de significados (1990) e, como tal, a avaliação da aprendizagem não poderá deixar de incidir sobre os significados construídos pelos alunos. Mas, por outro lado, o **ensino** é um processo social em que professor e alunos comunicam e tentam partilhar significados, usando os materiais educativos do currículo, que deverão ser analisados conceptual e pedagogicamente (Gowin, 1990). Isto faz com que a avaliação também tenha que ser bastante centrada neste processo de negociação, para cuja facilitação Novak criou os mapas de conceitos e Gowin criou os Vês do conhecimento. Os mapas e os Vês tornam-se assim em novos instrumentos de avaliação, em que esta é encarada numa nova perspectiva, muito mais integrada no processo de aprendizagem-ensino.

A necessidade de adotar uma nova perspectiva e novos instrumentos de avaliação como organizadores gráficos, que incluem os mapas de conceitos e os diagramas Vê, portfólios, apresentações orais seguidas de debates, entrevistas, questões de Gowin, etc. conduziu a que vários especialistas em avaliação falassem de formas alternativas de avaliação (por ex. Doran, Chan & Tamir, 1998, pp. 32-61). Não mais é admissível que a avaliação se cinja ao uso de testes porque todos têm as suas vantagens mas também as suas limitações e porque muitas vezes não avaliam se os alunos aprenderam ou estão a aprender significativamente.

A avaliação deve ser a mais multifacetada que for possível e para tal deve recorrer-se a variados instrumentos, incluindo os mapas de conceitos e os Vês do conhecimento. E, seja qual for a área de ensino, é fundamental que os professores efetuem não apenas a tradicional *avaliação sumativa* final, mas também uma *avaliação inicial* e uma *avaliação formativa* ou mesmo *formadora* ao longo do processo de ensino.

No trabalho laboratorial na área das ciências, a própria metodologia das 5 questões, de Gowin, que antecedeu o Vê e a que já nos referimos, pode ser usada como alternativa aos instrumentos tradicionais de

avaliação. Essa metodologia já foi testada com sucesso no ensino laboratorial da Física (Moreira, 1980; Passos e Moreira, 1982).

A questão que agora se coloca é esta. Como avaliar a qualidade de um trabalho baseado no Vê?

De acordo com Gowin e Alvarez (2005, p. 103),

o diagrama em Vê da estrutura de conhecimento fornece uma base para avaliar. Quem desenvolve um diagrama em Vê atribui-lhe valor com base em critérios de congruência - correspondência, coerência - clareza conceptual, a ligação questão - acontecimento e a adequação entre questões formuladas e respostas dadas.

De facto, o Vê do conhecimento é constituído por blocos epistemológicos e eles deverão ser corretos e constituírem no seu conjunto um todo coerente. Por exemplo, há incoerência entre a *questão-foco* e os *conceitos* se nestes não estiverem incluídos os que aparecem na questão-foco, pois a não compreensão desses conceitos tornará tal questão incompreensível.

A **questão-foco** tem de ser relevante, isto é, deverá tornar possível que quem a formula avance algo no seu conhecimento ou determine ou meça algo de novo. E tem de se focalizar no objeto/acontecimento a ser pesquisado. Não importa se são as questões que levam à escolha dos objetos/acontecimentos ou se é com base nestes que são desencadeadas as questões, o importante é que haja coerência entre questões-foco e acontecimentos.

Os **conceitos-chave** são importantes, pois é com base neles que se desencadeia todo o raciocínio e toda a discussão inerente ao trabalho. Devem englobar todos aqueles de que depende a compreensão das questões-foco e a clarificação do sistema em estudo, mas são igualmente importantes os conceitos que estão envolvidos nos diversos blocos epistemológicos que constituem o Vê do conhecimento.

As **teorias** têm de ser adequadas à pesquisa e constituir o seu enquadramento conceptual. Devem ser as adequadas a cada trabalho, contendo os subsunçores necessários para que haja uma assimilação cognitiva significativa por parte dos alunos daquilo que estão a fazer.

É importante, particularmente nos trabalhos de pesquisa mais profundos e de certas áreas onde reina maior subjetividade, que estejam explícitas e claras quaisquer **crenças** ou **visões do mundo**, **filosofias** seguidas e **princípios** adotados, para que os trabalhos possam ser analisados à luz dessas ideias e seja ou não revelada a coerência com tais ideias.

Toda a **componente metodológica** é igualmente fundamental e tem que revelar coerência com a teórico-conceptual. Os **registos** aceites com valor factual e as **transformações** porque vão passar através dos procedimentos de pesquisa (gráficos, tabelas, estatísticas, etc.), as induções e deduções e todos os argumentos

lógicos utilizados para fundamentar bem as respostas à(s) questão(ões)-foco, portanto para atingir os juízos ou asserções de conhecimento são muito importantes. Estes terão de constituir inquestionavelmente respostas à(s) questão(ões)-foco, o que não significa que a sua validade não possa vir a ser posta em causa. Finalmente, os juízos ou asserções de valor terão de traduzir a importância, a significância, a utilidade e as possíveis limitações do trabalho e do conhecimento produzido.

Temos experimentado avaliar a qualidade de um Vê do conhecimento com base em escalas de graduação. Em baixo mostra-se uma dessas tabelas, como exemplo, em que os diversos itens são pontuados numa escala de 1 a 5. Em certas condições de maior subjetividade poderemos ser forçados a usar apenas 3 níveis.

Também possuímos vasta experiência do uso deste organizador gráfico na avaliação dos trabalhos laboratoriais. Tanto pode ser usado na sua forma normal, como enriquecendo-o com um mapa de conceitos em vez dos conceitos definidos separadamente.

<b>Questão(ões)-foco clara(s)</b> cujos conceitos estão definidos na componente conceptual	1	2	3	4	5
<b>Acontecimentos/objetos</b> bem definidos e consistentes com a(s) questão(ões)-foco					
<b>Visão do mundo</b> claramente assumida e adequada à pesquisa a efetuar					
<b>Epistemologia</b> claramente assumida, adequada à pesquisa a efetuar e coerente com as conceções e toda a componente metodológica					
<b>Princípios</b> na forma de afirmações claramente assumidas coerentes com a teoria, os conceitos e toda a componente metodológica					
<b>Teoria</b> bem descrita e correta, adequada à(s) questão(ões)-foco e à componente metodológica					
<b>Dados/factos</b> bem estabelecidos a partir dos acontecimentos/objetos à luz das teorias e conceitos adotados					
<b>Transformação dos dados</b> bem efetuada com base nas teorias e conceitos da componente conceptual					
<b>Juízos cognitivos</b> como afirmações coerentes com as conceções, dados e suas transformações e que respondem à(s) questão(ões)					
<b>Juízos de valor</b> como afirmações coerentes com os juízos cognitivos e conceções e que revelam os pontos fortes e fracos do trabalho, se e como é possível melhorá-lo e que exploração se pode fazer dele					

**Exemplo de uma escala de graduação para a avaliação de trabalhos com base no diagrama Vê**

Em 1992 James Wandersee criou um instrumento baseado no Vê de Gowin, o labograma (no Inglês *Lab-o-gram*) em que os conceitos não estão separados mas fazem parte de um mapa de conceitos na parte inferior da componente conceptual e que inclui também um fluxograma de procedimentos na parte inferior da componente

metodológica (Trowbridge e Wandersee, 2000, p.110). A ideia foi a de criar um organizador metacognitivo capaz de integrar o conhecimento declarativo e o conhecimento procedimental num processo laboratorial conducente a uma compreensão daquilo que se está a fazer experimentalmente. Quer o Vê heurístico quer estas suas variantes fortalecem uma *avaliação formadora* nos laboratórios de ciências.

Em seguida ilustra-se um Vê que permite avaliar a aprendizagem em compreensão da origem das fases da Lua decorrente da manipulação de um material laboratorial.



## 2.6. O Vê do conhecimento na planificação de projetos, de cursos e de trabalhos de pesquisa

No Mestrado em Ensino das Ciências que há alguns anos criámos na Universidade Aberta e onde os organizadores gráficos foram extensamente utilizados, várias das pesquisas foram planificadas com recurso ao Vê do conhecimento.

### Parte conceptual

#### Filosofia

Filosofia de Toulmin da compreensão humana.

#### Princípio

A aprendizagem significativa favorece o desenvolvimento da compreensão do aluno.

#### Teorias

Psicologia de Vygotsky.  
Teoria da aprendizagem significativa.  
Teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird.  
Teorias sobre “problem solving”.  
Didática da Mecânica

#### Conceitos

Instrumentos de metacognição: mapa de conceitos; diagrama Vê; POE; diagrama de Venn.  
Conceção alternativa.  
Zona de desenvolvimento potencial.  
Esquema cognitivo.  
Conflito sociocognitivo.  
Modelo mental.  
Enriquecimento conceptual.  
Instrumentos de medição de variáveis mediadoras: estilo cognitivo; DIC; pensamento lógico.  
Interação, conservação e equilíbrio

#### Questões-foco

Como provocar o enriquecimento conceptual dos alunos no que respeita à Mecânica do 10º ano do ensino secundário?

### Parte metodológica

#### Juízos de valor

A definir posteriormente

#### Juízos cognitivos

A definir posteriormente

#### Transformações dos dados/registos

Tratamento estatístico dos registos.  
Testes de significância ANOVA e ANCOVA.  
Tabelas e quadros de registos.

#### Dados/registos

Registos gravados e transcrições de entrevistas.  
Pontuações nos testes e em mapas de conceitos progressivos.  
Registos de observação dos alunos em situações de aprendizagem em sala de aula.  
Registos de análises de conteúdo das respostas aos inquéritos.

#### Acontecimentos/Objetos:

Resolução de problemas de papel e lápis em situações de sala de aula e do quotidiano.

Pré e pós testes de avaliação.

Registos áudio e vídeo e observação da atividade dos alunos nas aulas.

Entrevista. Inquérito. Mapas progressivos.

Vê de Gowin produzido para planificar uma dissertação de Mestrado

O autor deste livro preparou o Vê do conhecimento que se segue para planificar um livro sobre educação a distância e associou-lhe um mapa de conceitos. Também tem planificado cursos recorrendo a este organizador.

## Componente conceptual

### Visão global

A EaD é fundamental por ser aberta à expansão do conhecimento e melhorar as capacidades pessoais de adaptação à Sociedade atual da Informação e do Conhecimento.

### Filosofia

Construtivista e humanista, dialética e dialogicamente superadora das grandes antíteses sobre a natureza, origem e validade do conhecimento.

### Princípios básicos

- O aluno é um ser transdimensional.
- A aprendizagem significativa é educacional.
- A estrutura cognitiva complexa dos alunos é fundamental na sua aprendizagem.
- A boa aprendizagem exige motivação, esforço e persistência.
- O ensino deve despertar o compromisso e responsabilização do aluno pela sua aprendizagem.
- É fundamental harmonizar autonomia e interação, liberdade e responsabilidade, reflexão individual e trabalho de grupo, o assíncrono e o síncrono.
- Comunicação e linguagem são fundamentais na educação.
- O bom ambiente de aprendizagem é decisivo nesta e para tal contribuem três presenças: cognitiva, social e de ensino ou docente.

### Teorias fundamentais desenvolvidas

- Sobre os fundamentos epistemológicos e psicológicos da educação a distância.
- Sobre a aprendizagem construtivista e significativa a distância.
- Sobre o ensino investigativo a distância baseado em comunidades de aprendizagem.
- Sobre os ambientes construtivistas, cooperativos e investigativos.

### Conceitos

Conceitos-chave: educação a distância; ensino; aprendizagem; currículo; avaliação; governança; construtivismo; aprendizagem significativa.

Outros conceitos importantes: fazem parte do mapa de conceitos da página seguinte

## Componente metodológica

### Questão-foco

Como planejar e desenvolver este trabalho:  
«Teoria e Prática de Educação a Distância (EaD)»?

### Juízos de valor

A formular por quem ler e utilizar este trabalho.  
Dependerão de factores tais como:  
- motivação e dedicação de professores e alunos que o utilizarem;  
- «feedback» para a própria valorização da forma como for sendo utilizado;  
- factores de «governança» que afetarão a forma como for sendo utilizado.

### Juízos cognitivos

Este trabalho deverá ser planeado e desenvolvido com base numa epistemologia construtivista moderada superadora das grandes antíteses acerca dos problemas inerentes ao conhecimento e assente numa psicologia educacional cognitivo-humanista, respeitando o quadro conceptual previamente clarificado através do mapa de conceitos da página seguinte.

### Transformações dos registos

Toda a análise e tratamento da informação recolhida com os registos de modo a retirar conclusões e a serem formados juízos cognitivos e de valor acerca da forma de desenvolver este trabalho.

### Registos

Dados recolhidos das mais variadas consultas: sobre epistemologia, sobre psicologia educacional e teorias de aprendizagem que lhes estão inerentes, sobre o construtivismo, sobre a aprendizagem e o ensino a distância, sobre os ambientes de aprendizagem e o trabalho cooperativo, sobre a avaliação e o uso das novas tecnologias no ensino a distância e sobre os mais diversos materiais de ensino a distância tais como organizadores gráficos, fichas de trabalho, materiais de avaliação, software educacional e sítios da Internet referentes a e-books, animações, simulações, modelação, ferramentas CSCW, CSCL, etc.

## Objectos/Acontecimentos:

Os «lugares comuns» da educação (Schwab, Novak e Gowin): ensino; aprendizagem; currículo; avaliação; governança. Consulta de diversas fontes bibliográficas. Reflexão sobre os conteúdos destas fontes em interação com a longa experiência vivida em EaD. Novas TICs.

### 3. Procedimentos para ensinar o uso dos Vês do conhecimento

O Vê é um instrumento que tem alguma complexidade, porque lida com aspectos epistemológicos. A nossa experiência leva-nos a concluir que só com alguma maturação e uma boa familiarização com esse instrumento se começa a utilizá-lo de forma correta. Nesta secção indica-se uma estratégia de ensino da utilização do Vê do conhecimento. Trata-se de uma adaptação do Apêndice II do livro *Learning, Creating and Using Knowledge*, de Joseph Novak, Ed. Lawrence Erlbaum Associates, 1998

1. Selecione um acontecimento laboratorial ou de campo e (ou) alguns objectos que seja(m) relativamente simples para observar e para o qual(ais) uma ou mais questões-foco poderão ser facilmente identificadas. Certifique-se que os alunos estão cognitivamente preparados para acompanhar o desenvolvimento da pesquisa a efetuar. Caso isto não suceda, forneça-lhes os subsunçores adequados e assegure-se que eles os apreendem.
2. Comece com uma discussão acerca do acontecimento e (ou) dos objetos a serem observados. Assegure-se que foi identificado rigorosamente o acontecimento e (ou) os objetos em estudo e precisamente os que são adequados aos registos a serem efectuados.
3. Identifique e escreva a melhor formulação possível da questão ou das questões-foco. Uma vez mais, certifique-se que a questão ou questões-foco estão bem relacionadas com o acontecimento e (ou) objetos em estudo e os registos a serem efectuados.
4. Discuta como as questões-foco servem para focar a atenção nos aspetos específicos do acontecimento e (ou) dos objetos em estudo e exigem que certos tipos de registos sejam efectuados para que essas questões-foco possam ser respondidas. Ilustre o facto de uma diferente questão-foco acerca do mesmo acontecimento e (ou) objetos poder exigir que sejam efectuados registos diferentes. (ou com um diferente grau de precisão).
5. Discuta a origem da questão ou questões-foco e (ou) a escolha do acontecimento e (ou) objetos a serem estudados. Ajude os alunos a concluir que, em geral, são os nossos conceitos, teorias e princípios relevantes que nos orientam na escolha daquilo que queremos estudar e na formulação da questão ou das questões-foco. Em trabalho cooperativo com os alunos no grupo-turma, conduza-os a um esboço da tradução escrita das ideias (teorias, princípios e conceitos) referentes à parte conceptual do Vê.
6. Coloque os alunos a efetuar os registos e discuta com eles a fiabilidade e validade desses registos. Serão factos (isto é, registos fiéis e válidos)? Estarão os processos e instrumentos utilizados na recolha dos dados bem relacionados com os conceitos, princípios e teorias formulados de modo a assegurar a fiabilidade e validade desses registos? Haverá processos de recolher dados mais válidos?
7. Discuta como poderemos transformar os registos para mais facilmente extrair deles significado. Haverá algumas tabelas, gráficos, ou estatísticas que deverão ser utilizadas?
8. Discuta como os conceitos, princípios e teorias guiam as transformações dos registos a efetuar. A estrutura de alguma tabela ou gráfico, ou a

escolha de uma determinada estatística deverá ser influenciada pela componente teórica da pesquisa.

9. Após as conclusões extraídas da transformação dos registos, discuta a formulação dos juízos cognitivos. Ajude os estudantes a compreender que diferentes questões poderão levar a recolher diferentes registos e a produzir diferentes transformações dos registos. O resultado poderá ser um conjunto totalmente diferente de juízos cognitivos acerca do mesmo acontecimento e (ou) objetos.
10. Discuta os juízos de valor. Trata-se de afirmações tais como «X é melhor do que Y» ou «X é bom», ou, ainda, «deveríamos procurar atingir X». Os alunos deverão compreender que embora os juízos de valor derivem dos juízos cognitivos, são distintos destes.
11. Mostre como os conceitos, princípios e teorias são usados para moldar os juízos cognitivos e devem influenciar os juízos de valor.
12. Explore processos de melhorar a pesquisa examinando qual elemento do Vê é a «ligação mais fraca» na nossa cadeia de raciocínio e, portanto, na formulação dos juízos cognitivos e de valor.
13. Ajude os alunos a concluir que operamos com uma epistemologia construtivista para construir juízos acerca do modo como vemos o mundo funcionar, e não adoptamos uma epistemologia empirista ou positivista que prova alguma verdade acerca do modo como o mundo funciona.
14. Ajude os alunos a concluir que uma visão global é o que nos motiva e guia como pesquisadores ao escolher o que queremos compreender e controlar a energia com que desenvolvemos a pesquisa. Os cientistas preocupam-se com o valor das pesquisas e tentam sempre arranjar processos melhores de explicar racionalmente como o mundo funciona. Os astrólogos, místicos, os criacionistas e outros seres humanos não se envolvem neste tipo de empreendimentos construtivistas.
15. Ajude cada aluno a completar um relatório o mais sucinto possível baseado no Vê acerca da pesquisa efetuada de onde constem as versões retocadas referentes aos vários elementos do Vê.
16. Compare, ponha em contraste e discuta os Vês feitos por diferentes alunos sobre os mesmos acontecimentos e (ou) objetos. Discuta como a variedade ilustra o carácter construtivista da produção do conhecimento.

#### 4. Conclusão

O Vê do conhecimento, Vê epistemológico ou Vê heurístico foi concebido por Gowin em 1977 (Gowin & Alvarez, 2005, p. XVI) e é um refinamento da sua metodologia das 5 questões. Foi construído para que os estudantes assimilassem o conhecimento de modo significativo através da compreensão da sua estrutura e dos processos da sua construção. É constituído por duas grandes componentes, teórico - conceptual e prático - metodológica, com blocos epistemológicos que não são independentes entre si, pelo contrário estão em interação total (*idem*, p. 41). Compreender a estrutura e produção do conhecimento implica entender o que são factos, que relações têm com os conceitos e as teorias, qual o papel das convicções sobre o mundo e epistemológicas, o que são e que função desempenham os princípios hipotéticos, a importância dos conceitos no raciocínio e negociação de ideias, a diferença entre conclusões (muitas

vezes provisórias e em aberto) e juízos de conhecimento, o papel fundamental dos juízos de valor e as suas repercussões, etc.

A experiência que temos tido com a utilização do Vê do conhecimento, bem como o conhecimento das mais diversas pesquisas que têm sido realizadas com esse organizador gráfico, permitem-nos afirmar que é útil no ensino para ajudar os professores a planificar as suas lições e para ajudar os alunos a efetuar o planeamento e o desenvolvimento de trabalhos de projeto, trabalhos laboratoriais e trabalhos de campo. A utilização do Vê pelos professores e pelos alunos não é inicialmente fácil. Os professores deverão ter bons conhecimentos acerca dele e alguma familiaridade com a sua utilização. Os alunos terão de começar por ser orientados pelos professores e a sua autonomia no uso do Vê irá aumentando à medida que for ocorrendo o seu desenvolvimento cognitivo e aumentando a experiência que possuem acerca desse instrumento. Mas vale a pena o esforço, pois a consequência deste será uma aprendizagem científica dos alunos mais significativa e completa.

Tal como afirmam Gowin e Alvarez (2005, p. XIV), a Filosofia da Ciência é fundamental para os professores de Ciências e para o seu ensino. Com efeito, atualmente defende-se um ensino não apenas sobre os conteúdos científicos, mas também sobre a origem, natureza e validade desses conhecimentos. A formação epistemológica dos professores ajudá-los-á a utilizarem melhor o Vê epistemológico, assumindo posições epistemológicas e sendo coerentes com elas, e facilitando o desenvolvimento de um tal ensino.

Há determinados princípios que estão subjacentes à utilização do Vê do conhecimento, tais como:

- a aprendizagem construtivista e significativa, um ensino que a facilite, a avaliação formativa e formadora, um currículo bem estruturado e uma boa governança são muito importantes para o bom desenrolar dos acontecimentos educativos;
- nos acontecimentos educativos, os professores e alunos partilham significados e sentimentos para mudar o significado da experiência humana vivida por todos;
- nas aulas de ciências deve fazer-se o culto de um pensamento crítico sobre o conhecimento a aprender;
- o conhecimento tem uma estrutura mais ou menos complexa que importa compreender por um processo de simplificação mas não adulteração através do Vê;
- o conhecimento não é um dogma, ou uma preciosidade que se descobriu e que, uma vez descoberto, é eterno e inquestionável;
- o conhecimento é uma construção humana dependente dos conceitos, teorias e metodologias com que observamos e manipulamos os acontecimentos/objetos do mundo;

- o significado de um conhecimento não é sinónimo de verdade acerca dele.

Foram descritas e exemplificadas as mais variadas aplicações do Vê de Gowin. Como instrumento de metachecimento que é, este organizador gráfico ajuda os alunos a refletirem sobre a sua própria produção do conhecimento, ajuda-os a «desempacotar» os conteúdos das mais variadas fontes de conhecimento, dominando a sua estrutura, facilita a planificação e desenvolvimento de muitos trabalhos de projeto e de pesquisa no laboratório, na sala de aula ou no campo, facilita a negociação e partilha de ideias conducente à assimilação dos significados dos conteúdos curriculares e permite efetuar o que muitos autores designam por avaliação autêntica. Tal como Novak e Gowin realçam no seu livro *Aprender a Aprender* (1999, p. 128), o diagrama em Vê poderá ser um instrumento de avaliação valioso tanto no laboratório como no estúdio ou no trabalho de campo. É que ao usá-lo, o aluno expõe, de uma maneira sintética, o grau de compreensão acerca de um tópico ou de uma área de estudo e revela a forma como organizou a informação e as suas ideias.

Habitado à avaliação tradicional, a qual implica quase sempre uma quantificação traduzida na atribuição de uma nota, o professor sente muitas vezes a necessidade quantificar a avaliação realizada com este organizador. É possível atribuir uma nota ao Vê de Gowin concebido por um aluno (Novak e Gowin, 1999, Valadares e Graça, 1998). Mas a grande finalidade do Vê de Gowin é fornecer juízos de valor e tomar decisões com base em dados essencialmente qualitativos pelo que deverá ser analisado numa óptica essencialmente qualitativa. A ênfase da avaliação com este instrumento deve estar na interpretação do grau de domínio em compreensão do conhecimento que constrói com esse instrumento, em que medida os significados que ele «externaliza» acerca dos conteúdos curriculares são aqueles que o professor pretende que ele atribua a esses conteúdos.

Terminamos este capítulo realçando o facto de existir um livro recente, publicado por D. Bob Gowin e Marino C. Alvarez em 2005 que aprofunda o que aqui ficou escrito acerca do Vê de Gowin.



# CAPÍTULO III

## O MAPA DE CONCEITOS

### 1. Como surgiu o mapa de conceitos

Nos anos 70, o biólogo e investigador na área da fisiologia das plantas Joseph Novak, quando desenvolvia um projeto de ensino áudio tutorial, viu-se confrontado com um amontoado de dados recolhidos de gravações de *entrevistas* do tipo das que Piaget utilizava nas suas pesquisas (conhecidas na literatura educacional por «entrevistas clínicas»). Tendo necessidade de interpretar o seu conteúdo e discernir os padrões de mudança na compreensão conceptual dos entrevistados, Novak teve a ideia de criar o *mapa de conceitos* para esse fim. Ele e os seus colaboradores começaram então a tentar o *mapeamento dos conceitos* existentes nas estruturas cognitivas desses alunos, com base nas respostas às entrevistas e a partir dos dados recolhidos destas.



Joseph Novak (1932-) licenciou-se em Biologia e Educação em Ciência na Universidade de Minnesota. Entre 1967 e 1995 foi professor na Cornell University. A partir de 1998 passou a ser *Visiting Senior Scientist* na Universidade da West Florida e no *Institut for Human and Machine Cognition* que trabalha para grandes instituições como, por exemplo, a NASA. É Doutor *Honoris Causa* por várias universidades. Os seus mais importantes trabalhos são sobre a criação e representação do conhecimento e a aprendizagem humana, onde decidiu explorar o mapeamento da mente através do uso dos seus famosos mapas de conceitos. Assumiu e descreveu uma forma de construtivismo, que designou como *construtivismo humano*.

Os *primeiros mapas de conceitos* foram pois construídos por investigadores a partir de transcrições de entrevistas com alunos e só depois foram introduzidos nas salas de aula para serem produzidos pelos próprios alunos de modo a «externalizar» as suas estruturas cognitivas. Logo de

início foi notório que os mapas dos estudantes bem «instruídos» eram mais ricos do que os dos estudantes pouco «instruídos».

Joseph Novak reconheceu por diversas vezes a influência marcante que nele teve o trabalho de Ausubel em Psicologia Educacional. Da colaboração entre ambos nasceu uma segunda edição, revista, da obra básica da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel *et al.*, 1980). De então para cá, Novak tem trabalhado e continua a trabalhar na teoria da aprendizagem significativa, tem sido o grande dinamizador de um grupo de pesquisadores, muitos dos quais foram seus alunos de pós-graduação ou tiveram seminários com ele, os quais têm levado por diante as tarefas de aperfeiçoar e divulgar a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

É importante salientar que a proposta de Novak é mais ampla e ambiciosa do que a de Ausubel, já que ele pretende defender uma teoria da educação alicerçada numa integração harmoniosa entre uma epistemologia construtivista e a TAS. A sua teoria assenta na ideia de que a educação é um conjunto de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras que, quando guiadas pela TAS, conduzirão ao engrandecimento (*empowerment*) do educando, preparando-o para lidar com um mundo em mudança.

Embora se possa aprender significativamente sem o recurso aos mapas de conceitos, tem-se mostrado em muitas investigações em contexto de ensino que esses organizadores gráficos, quando bem utilizados, facilitam a aprendizagem significativa dos alunos.

## 2. O que é o mapa de conceitos de Novak

O **mapa de conceitos**, tal como esta designação deixa entender, é um organizador gráfico de caráter construtivista formado com conceitos respeitantes a um dado corpo de conhecimento que, ao ser construído por um sujeito, explicita a sua estrutura cognitiva acerca desse conhecimento, isto é, mostra o modo mais ou menos correto como na sua mente os conceitos estão organizados e hierarquizados entre si de forma a formarem afirmações significativas. Resultando do consenso a que chegou um grupo de alunos após discutirem e «negociarem» entre si ideias, traduz as partes das estruturas cognitivas dos alunos em que há amplas analogias conceptuais e as dificuldades conceptuais que não puderam ser vencidas através da discussão das ideias entre eles.

Hoje os mapas de conceitos estão tão divulgados a nível mundial e não apenas na área da educação que se realizam desde 2004, de dois em dois anos, conferências internacionais sobre mapeamento de conceitos nas quais participam centenas de pessoas das mais variadas profissões, desde cientistas a engenheiros e gestores de empresas, passando por professores dos mais variados níveis de ensino. São organizadas pelo *Institute for Human and Machine Cognition* (IHMC), uma instituição situada na Flórida (<http://www.ihmc.us/>), em colaboração com universidades dos países onde elas decorrem. Nessas Conferências têm sido apresentados os mais

variados estudos, quer na área educacional quer na área da formação profissional e empresarial, que têm provado à evidência a utilidade dos mapas de conceitos nos mais variados campos. Poder-se-ão encontrar muitos trabalhos importantes nas atas dessas conferências, e também no site <http://www.mlrg.org/mlrgadvisoryboard.html>. Porém, as pesquisas sobre mapas de conceitos já remontam às últimas décadas do século passado e estão publicadas em diversas revistas científicas. Elas têm revelado o efeito benéfico para a aprendizagem dos mapas de conceitos. Vamos limitar-nos a referir algumas dessas pesquisas.

Na área da Física, William Pankratius, professor do *College of Education*, da Universidade de Nevada, realizou uma pesquisa no âmbito do seu doutoramento em seis turmas, duas servindo de grupo de controlo e as outras quatro de grupo experimental. Com recurso a pré-testes e pós-testes e à análise estatística de covariância das notas dos alunos, o referido pesquisador e investigador encontrou diferenças significativas entre os grupos e turmas que o levaram a poder concluir que para a sua amostra em estudo “o mapeamento de conceitos antes, durante e após a instrução conduziu a uma melhor consecução tal como foi medida pelas notas nos pós-testes” (Pankratius, 1990).

Uma pesquisa de Peter Okebukola, da *Faculty of Education da Lagos State University*, na Nigéria, realizada com 138 estudantes pré-graduados em Biologia envolveu um grupo experimental com 63 estudantes que utilizaram a técnica do mapeamento conceptual e um grupo de controlo ( $N = 75$ ) que a não utilizou. Recorrendo também à estatística, o resultado a que chegou o pesquisador foi que os 63 estudantes do grupo experimental tiveram resultados significativamente melhores do que os do grupo de controlo nas duas áreas em que ocorreu o estudo, a Genética e a Ecologia (Okebukola, 1990).

Numa outra pesquisa, Peter Markow, do Departamento de Química do *Saint Joseph College*, em *Connecticut* e Robert Lonning, do Departamento de Ensino e Currículo da Universidade de *Connecticut* entrevistaram 5 estudantes acerca da utilidade dos mapas de conceitos nos laboratórios de Química do *College*, após estes pertencerem a um grupo experimental onde foram construídos mapas de conceitos antes e depois das experiências laboratoriais. Uma das conclusões do estudo foi que “os estudantes responderam muito positivamente no que respeita ao uso dos mapas de conceitos no laboratório. Sentiram fortemente que a construção dos mapas de conceitos *pré-laboratório* e *pós-laboratório* os ajudaram a compreender a química conceptual envolvida na experiência” (Markow & Lonning (1998).

Um outro estudo de Mohamed-Wafaie Elhelou, numa Universidade de Gaza (1997), envolvendo uma turma experimental onde foi utilizada uma estratégia assente em mapas de conceitos e uma outra de controle sujeita a um ensino tradicional, os resultados indicaram “que os sujeitos da turma experimental tiveram uma melhor consecução do que os da turma de controlo” (Markow, 1997).

Por sua vez os investigadores Alvarez e Risko (1987) revelaram a eficiência dos mapas de conceitos na ajuda dos estudantes do primeiro grau a aprenderem significativamente os conceitos científicos.

Numa outra pesquisa, Jegede, Alaiyemola e Okebukola (1990) mostraram que uma estratégia baseada no mapeamento conceptual “é significativamente mais eficiente do que uma estratégia de ensino expositivo tradicional na melhoria da aprendizagem em Biologia”.

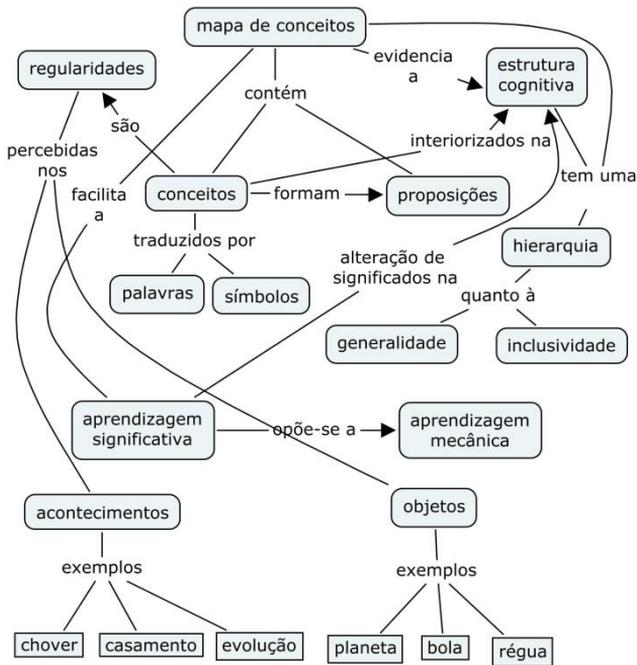
Na 3ª Conferência Internacional sobre Mapeamento de Conceitos, que decorreu numa universidade de Tallin (Estonia) e noutra de Helsinquia (Finlândia), uma das muitas comunicações, por exemplo, referiu um estudo que mostrou a utilidade dos mapas de conceitos na revisão da literatura científica (Alias & Suradi, 2008) e outra comunicação expôs uma pesquisa em que se concluiu que o mapeamento conceptual usado espontaneamente após o ensino expositivo tradicional e após o ensino «*hands-on*» permitiu consolidar e aumentar o conhecimento em aulas de ciências naturais do 5º nível de escolaridade.

E muitos outros exemplos de pesquisas poderiam ser referidas. Mas limitamo-nos a dizer que no IHMC (*Institute for Human and Machine Cognition*), atrás referido, foi desenvolvido um programa gratuito para a construção de mapas de conceitos, o **Cmap**, com o qual foram construídos quase todos os mapas de conceitos deste livro. Pode fazer-se o *download* gratuito desta ferramenta no sítio <http://cmap.ihmc.us/>. O seu uso faz aumentar muito a qualidade gráfica dos mapas de conceitos tornando-os mais atrativos e mais legíveis.

Na página seguinte apresenta-se um mapa de conceitos com a finalidade de mostrar o que é um mapa de conceitos.

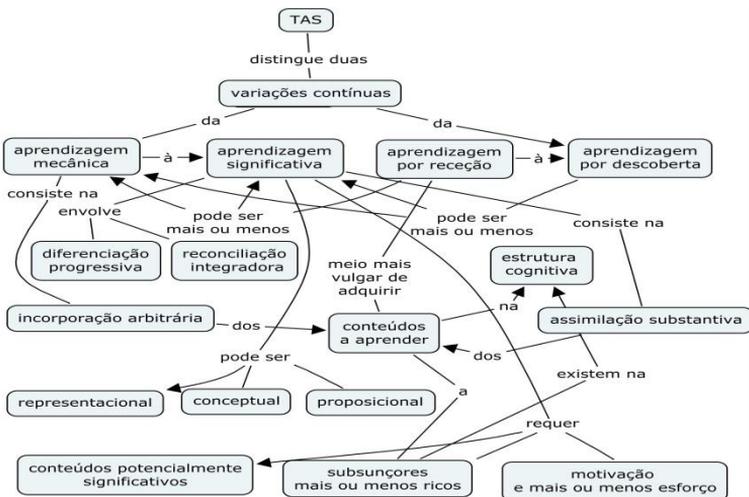
Como vemos um mapa de conceitos, quando bem concebido, é um diagrama hierarquizado de conceitos e proposições, mais ou menos ramificado, com palavras de ligação entre conceitos que formam, com estes, afirmações com significado. É uma forma de representar mais ou menos em pormenor a estrutura cognitiva de quem constrói o mapa, no que respeita ao assunto sobre o qual ele versa.

No mapa seguinte podem ver-se afirmações tais como: «o mapa de conceitos contém conceitos traduzidos por palavras ou símbolos», «conceitos são regularidades percebidas nos acontecimentos e objetos», «a estrutura cognitiva tem uma hierarquia quanto à generalidade e inclusividade», etc.



Um mapa de conceitos que procura ilustrar o que é um mapa de conceitos

Apresenta-se agora um exemplo de um mapa de conceitos construído para representar a estrutura conceptual da TAS, tal como foi apresentada no Capítulo I.



Mapa de conceitos que procura traduzir, de uma forma simples, a estrutura conceptual da TAS, tal como foi apresentada no capítulo I

Como se pode ver neste exemplo, um mapa de conceitos assenta na existência de uma estrutura conceptual de um dado corpo de conhecimentos. E procura tornar clara essa estrutura, quais são as suas palavras-chave e quais as ideias principais. É por isso que envolve um conjunto de conceitos que estão ligados entre si por palavras de ligação de modo a formarem-se afirmações com significado. E é sempre possível aprofundar-se, de modo cada vez mais específico, os pormenores de um assunto, construindo mapas de conceitos só sobre esses pormenores. Ou seja, com a distribuição bidimensional bastante reflectida dos conceitos, pode revelar-se mais ou menos aprofundadamente o modo como é encarada a estrutura conceptual de uma dada fonte de conhecimento: mais pormenorizadamente se o assunto for mais específico e o mapa for de «malha» estreita, ou mais grosseiramente se o assunto for mais abrangente, sendo então o mapa de «malha» larga. Sucede exatamente o mesmo que nos mapas geográficos que podem ser mais pormenorizados quando se referem a pequenas regiões ou mais grosseiros quando se referem a grandes regiões.

Um mapa muito linearizado, do tipo «unidimensional», será muito mais pobre no cumprimento do seu papel de representar a estrutura conceptual de um assunto.

Em suma, podemos definir o **mapa de conceitos** como sendo um organizador gráfico em que os signos e símbolos dos conceitos referentes a um dado corpo de conhecimentos, ao serem unidos hierarquicamente por palavras ou símbolos de ligação, revelam a estrutura conceptual desse corpo de conhecimentos tal como foi interiorizada na estrutura cognitiva de quem constrói e assume o mapa.

O *mapa de conceitos* constitui um bom instrumento para *revelar a compreensão e a estrutura do conhecimento de cada aluno*. Quando os alunos discutem em grupo a elaboração de um mapa que estão a construir, quando depois o expõem perante os colegas dos outros grupos e discutem com eles a hierarquia adotada, as ligações e todas as outras características, e com a moderação do professor, facilita-se o conhecimento da estrutura e o aprofundamento dos significados acerca dos conhecimentos sobre os quais os mapas foram construídos. Isto mesmo nos dizem Novak e Gowin (1999, p. 1) ao afirmarem que

o mapeamento conceptual é um processo de ajudar os estudantes e os educadores a penetrar na estrutura e significado do conhecimento que eles procuram compreender.

Dado que raciocinamos com conceitos, o mapeamento de conceitos é, como afirma e mostra Nada Dabbagh, no *Journal of Computing in Teacher Education*, vol 17, N° 2, uma “ferramenta mental para o pensamento crítico”.

Joseph Novak concebeu o *mapa de conceitos*, como um *organizador gráfico* formado com conceitos e proposições que se enquadra perfeitamente no quadro conceptual da *teoria da aprendizagem significativa*. Se um dos

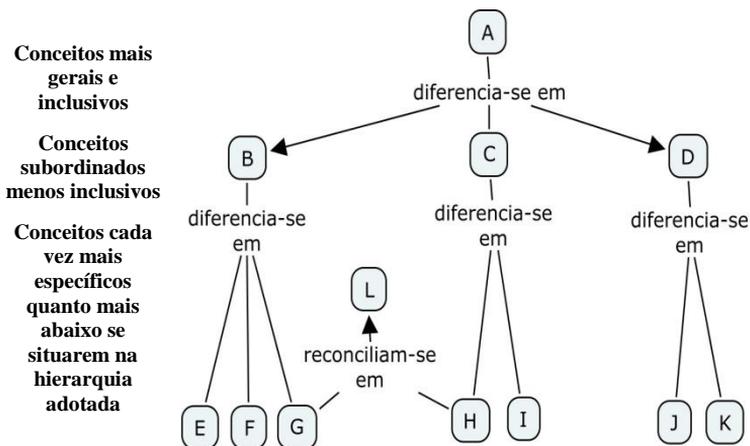
princípios desta é que a estrutura cognitiva do aprendente é a factor mais importante de que depende a sua aprendizagem, cabe ao professor utilizá-lo para fazer um *diagnóstico dessa estrutura cognitiva*, de forma a *ensinar em conformidade com ela*. De facto, se o novo conteúdo a que um estudante teve acesso (mais ou menos por descoberta ou por recepção) não encontrar relações com a sua estrutura cognitiva, então a aprendizagem dele será mecânica, por mais vontade que ele tenha que seja significativa! E é neste contexto que o mapa desempenha o importante papel de contribuir para que o aprendente tenha os *subsúncios* necessários à aprendizagem do maior número e da maior variedade de ideias e de conhecimentos. O *mapa de conceitos* permite que cada estudante exponha e «negocie» o mais possível as suas ideias, em particular os conceitos que possui sobre um dado assunto e o modo como os relaciona entre si, de forma a facilitar novas ligações conceptuais e outras subsunções. Através do *mapeamento conceptual* torna-se muito mais fácil descobrir a existência de *concepções erróneas* (*misconceptions*) na mente de um estudante, o que é importante para desenvolver as estratégias consequentes de modo a combater essas concepções e fazer com que os alunos conceptualizem cada vez melhor os assuntos escolares.

Um especialista em mapeamento conceptual, caso domine bem um tema, sabe distinguir a qualidade dos mapas de conceitos sobre ele com base em determinados aspetos que adiante referiremos. Mas não sabe dizer qual é o «melhor mapa» sobre um assunto ou qual é o «mapa de conceitos» que traduz a melhor ou verdadeira estrutura conceptual do mesmo. Os mapas de conceitos sobre um dado tema traçados por diferentes sujeitos revelam diferenças maiores ou menores no rigor e profundidade da compreensão desse tema. Mesmo os grandes especialistas num determinado tema, por exemplo na teoria da relatividade, que dominem bem o mapeamento conceptual, poderão construir mapas de conceitos que refletem pequenas diferenças na interpretação das relações entre os respectivos conceitos-chave, desde que o mesmo seja suficientemente aprofundado em termos conceptuais. Por outro lado, a forma como construímos um mapa de conceitos sobre um assunto não depende apenas da minúcia com que compreendemos a sua estrutura conceptual, mas também do contexto em que o assunto é estudado, o que tem repercussões nos conceitos a que recorremos e na hierarquização do mapa. É pois natural esperar diferenças entre mapas, por exemplo, sobre a energia, quando encaramos este tema no contexto físico em que importa realçar relações com outros conceitos físicos, ou num contexto técnico, por exemplo no caso de uma central.

Em suma: qualquer mapa de conceitos deve ser visto apenas como uma representação mais ou menos fiel, mais profunda ou menos profunda, da estrutura conceptual de um determinado assunto. Um mapa de conceitos transforma o conhecimento a ser mapeado da sua forma inicial, linear, na fonte desse conhecimento para uma forma estruturada dependente do contexto.

### 3. O mapeamento conceptual alicerçado na teoria da aprendizagem significativa

A figura seguinte traduz um modelo geral simplificado de um mapa construído com os conceitos representados pelas letras A, B, C, ..., L, adotando uma hierarquia vertical.



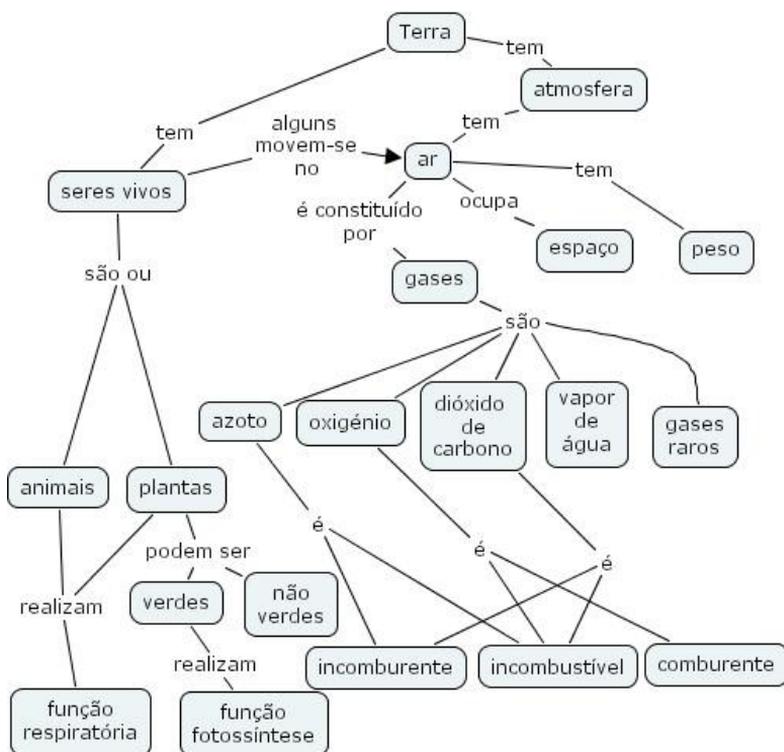
Vemos que o conceito representado por A é mais geral e abrangente do que os conceitos representados pelas letras B, C e D, sendo um *subsunção* em relação a estes que, ao integrá-los por ligação significativa, se enriqueceu. O mesmo sucede relativamente ao conceito B que se enriquece ao integrar de modo significativo os conceitos mais específicos E, F, G e o mesmo se passa também com os conceitos C e D.

Nota-se uma clara hierarquização, neste caso de cima para baixo. Neste modelo, o conceito mais geral e inclusivo aparece na parte superior do mapa, designado pela letra A. Seguem-se, no eixo vertical, outros conceitos por ordem decrescente de generalidade e inclusividade. Um mapa deste tipo respeita o princípio ausubeliano de **diferenciação conceptual progressiva**, isto é, revela que quem o construiu aplicou esse mecanismo de aprendizagem significativa: o construtor do mapa diferenciava cada vez mais os conceitos até atingir aqueles mais específicos que estão neles contidos e se o fez de modo correto enriqueceu-se conceptualmente. Mas ao diferenciar cada vez mais os conceitos, ao atingir cada vez mais as suas especificidades, o construtor de um mapa deste tipo acabou por descobrir relações íntimas entre conceitos mais ou menos específicos que os tornou abarcáveis num conceito novo mais geral do que eles. É o caso dos conceitos representados por G e H que acabaram por ficar ambos subsumidos num conceito mais geral do que eles: o conceito L. Originaram assim por relações significativas um **conceito superordenado** representado por L. Foi deste modo aplicado o

mecanismo da aprendizagem significativa designado por **reconciliação integradora**.

Neste modelo de construção de um mapa de conceitos, em que a hierarquização é de cima para baixo, os conceitos com aproximadamente o mesmo nível de generalidade e inclusividade aparecem ao mesmo nível vertical e os exemplos de conceitos, por serem mais concretos, são situados na parte inferior do mapa, nos extremos dos ramos conceptuais que o compõem. Os conceitos de nível equivalente de generalidade, dispostos horizontalmente, deverão ser colocados de modo a ficarem mais perto daqueles com que se vão ligar ao diferenciarem-se. Mas nos bons mapas de conceitos acabam por aparecer ligações cruzadas (*cross links*), de grande valor em termos conceptuais quando corretas, porque reconciliam conceitos aparentemente distantes, pertencentes a ramos conceptuais diferentes. Ao dar-se prioridade à hierarquização vertical o que sucede é que horizontalmente nota-se uma menor estruturação, enquanto verticalmente é mais visível o grau de inclusividade dos conceitos (Rowell, 1978).

Tudo isto pode ser constatado no mapa de conceitos que se segue:



**Mapa de conceitos onde se pode constatar uma hierarquia vertical de cima para baixo. Os conceitos de nível de generalidade equivalente estão ao mesmo nível horizontal.**





dar a esses instrumentos. Há estudos que mostram a sua utilidade como instrumento facilitador da aprendizagem significativa de diversas disciplinas, nas mais variadas situações de ensino, para quem concebe e analisa currículos e na avaliação formativa e formadora, para quem planifica aulas e para quem prepara palestras, nas escolas e nas empresas. Nas secções seguintes vamos referir diversas possibilidades de utilização deste tipo de recurso.

#### ***4.1. A utilização dos mapas de conceitos para "negociar significados"***

O mapeamento conceptual como técnica para negociar significados foi a perspectiva dominante no trabalho desenvolvido no Programa de Educação em Ciências e Matemática do Departamento de Educação da Universidade de Cornell, onde foi originalmente desenvolvida a ideia de mapa de conceitos no início dos anos setenta, como vimos atrás. De facto, como representações explícitas, abertas, dos conceitos e proposições que uma pessoa tem, os mapas de conceitos permitem que professores e alunos troquem ideias sobre os mapas construídos por estes e acabem por conseguir que os seus significados sejam partilhados e correspondam aos significados vigentes na comunidade científica.

Segundo Novak e Gowin,

os mapas de conceitos destinam-se a representar relações significativas entre **conceitos** na forma de proposições, isto é, são dispositivos esquemáticos para representar um conjunto de significados de conceitos encaixados em um sistema de referência proposicional (1999, p. 14)

Portanto, mais do que o valor de um mapa de conceitos em si, sempre limitado, pois não passa de uma representação mais ou menos grosseira de uma estrutura conceptual, o que é fundamental é a forma como evidencia significados que o seu construtor possui, permitindo assim negociá-los com outras pessoas.

As proposições são dois ou mais conceitos ligados por palavras em uma unidade semântica e os mapas de conceitos construídos por um sujeito com as respectivas palavras de ligação exteriorizam as proposições armazenadas na estrutura cognitiva desse sujeito. O mapa construído por alguém representa então, não apenas a sua maneira de organizar um conjunto de conceitos, mas também proposições que expressam significados atribuídos às relações entre eles. Como tal, o mapeamento conceptual pode ser visto como uma técnica para exteriorizar o entendimento conceptual e proposicional que uma pessoa tem sobre um determinado conhecimento.

Vamos apresentar um exemplo. Um professor experiente em Física sabe que muitos alunos, mesmo com vários anos de estudo dessa disciplina, têm concepções absolutistas sobre o espaço e o tempo, o que dificulta

bastante a sua compreensão da teoria da relatividade de Einstein. A estrutura cognitiva do aluno está muito influenciada pelo pensamento espontâneo acerca dos corpos que vê moverem-se a baixas velocidades, quando comparadas com a da luz no vácuo (cerca de 1080 milhões de km/h) e mesmo depois de estudar a Física newtoniana, que não é válida para corpos cuja velocidade se aproxima da que tem a luz no vácuo. Nessa estrutura cognitiva fortaleceram-se concepções como a de que vivemos num espaço tridimensional absoluto ligado ao universo, que o tempo flui de forma universal, independente e absoluta, que os corpos evoluem nesse espaço absoluto e têm uma massa própria que depende da sua estrutura interna, das partículas que os constituem, que a massa quantifica a inércia dos corpos, ou seja a maior ou menor tendência para alterarem a sua velocidade. É por isso que um comboio de grande massa, logo grande inércia, requer forças enormes para alterar a sua velocidade, o que não sucede com um comboio-brinquedo de pequena massa.

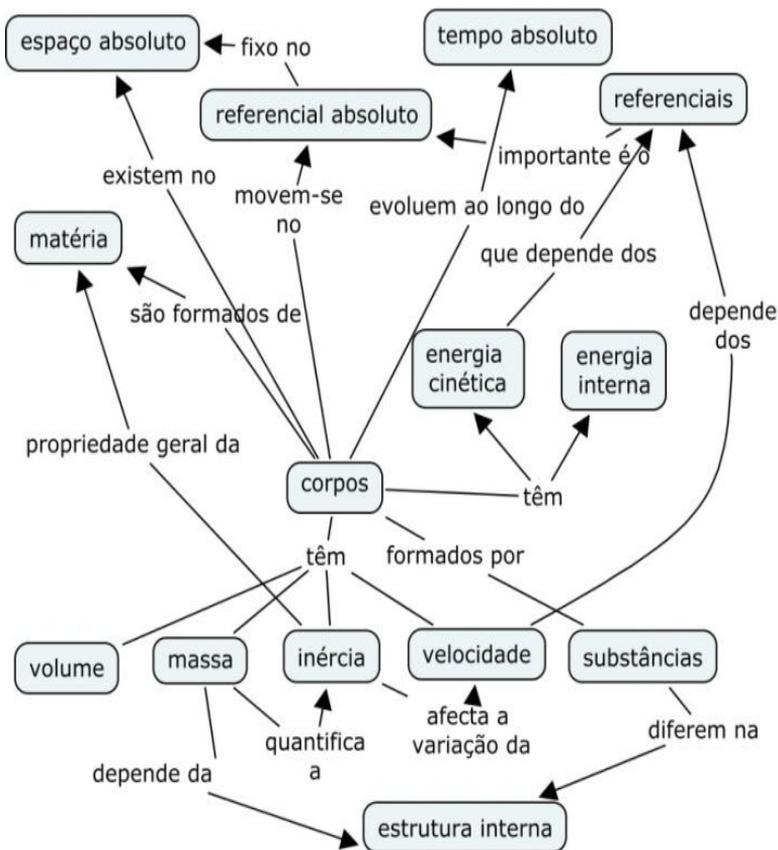
As ideias que constam da estrutura cognitiva construída pelos alunos para tais corpos «lentos» (comparados com os fotões de luz no vácuo) poderão ser discutidas e ficarem bem compreendidas com base em mapas de conceitos do tipo do que se apresenta na página seguinte como um exemplo.

Ao passar-se ao estudo do comportamento das partículas que se movem com altas velocidades (superiores a 10 % da velocidade da luz no vácuo), há que negociar novos significados com os alunos e procurar que estes evoluam conceptualmente de modo a assimilar essa nova mecânica, já não absolutista mas sim relativista.

Uma vez mais os mapas de conceitos poderão prestar uma preciosa ajuda, até mesmo por comparação com os que já foram produzidos anteriormente. Com frutuosas discussões baseadas no mapeamento conceptual, os alunos compreenderão que não mais é possível admitir a existência de um espaço e um tempo separáveis e absolutos, porque os fenómenos decorrem num referencial espaço-temporal a quatro dimensões. Por outro lado é fundamental discutir-se o que significa o facto de uma partícula, à medida que se vai aproximando da velocidade da luz, exigir cada vez forças mais intensas para aumentar a sua velocidade num dado intervalo de tempo. Quando uma partícula está sujeita a uma força constante, ainda que muito intensa, quanto mais velocidade atinge mais tempo exige para sofrer um mesmo aumento de velocidade.

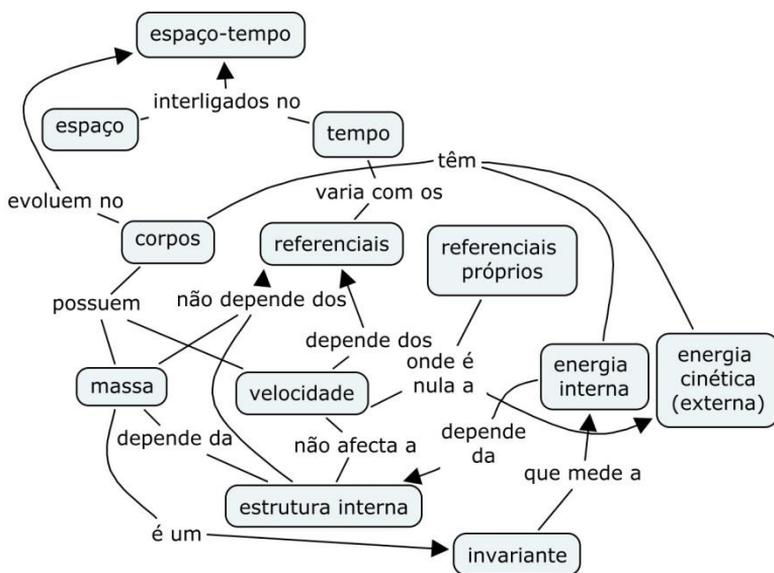
No mapa da página seguinte surgem representações divergentes e os mapas de conceitos facilitam a negociação dos significados que estão na base dessa divergência e ajudam a encontrar respostas sólidas para questões tais como: A velocidade de uma partícula afeta a sua estrutura interna ou não? A inércia, traduzida pela massa, depende da velocidade ou não? O que influencia a estrutura interna de uma partícula? Por que motivo uma dada força constante tem de atuar durante um intervalo de tempo cada vez maior para que a velocidade sofra um dado aumento à medida que a velocidade se vai aproximando da que tem a luz no vácuo?

Será porque a massa aumenta? Ou será devido à dilatação temporal relativista? O mapa de conceitos da página seguinte é um exemplo dos que poderão servir para discutir questões como estas.



**Mapa de conceitos que poderá servir de base à “negociação” de ideias importantes em Física clássica e em particular do significado da grandeza massa nos corpos a baixas velocidades.**

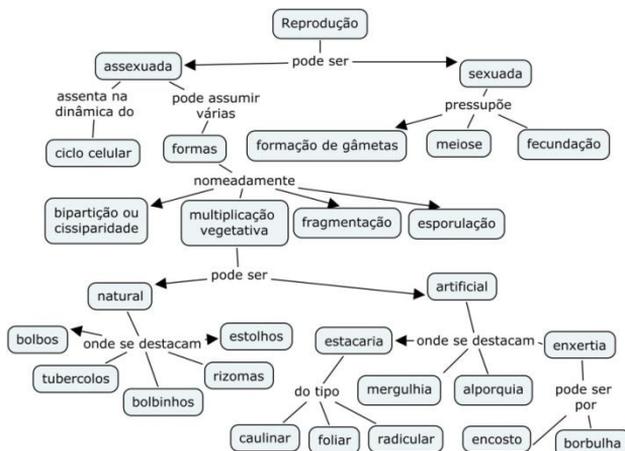
Com mapas de conceitos como este poderá mesmo combater-se a «*misconception*» vulgar associada à chamada massa relativista. O cada vez maior intervalo de tempo exigido para aumentar a velocidade de uma partícula sujeita a uma força constante, quando a velocidade da partícula aumenta, não é devida a um aumento da inércia da partícula, portanto da sua massa, com a velocidade. É consequência da dilatação do tempo quando observamos os fenómenos que ocorrem em referenciais a alta velocidade a partir dos nossos próprios referenciais. O tempo é relativo e não absoluto e sofre uma dilatação com a velocidade.

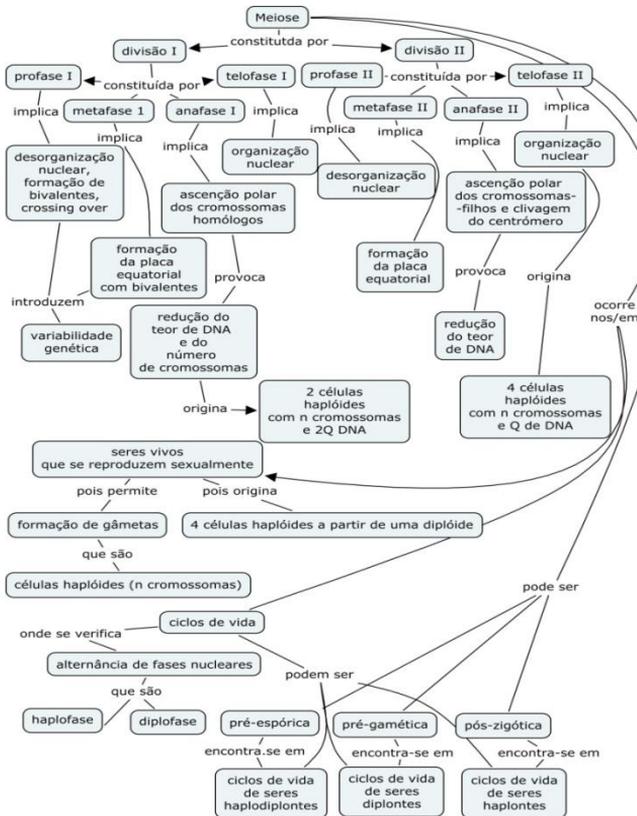
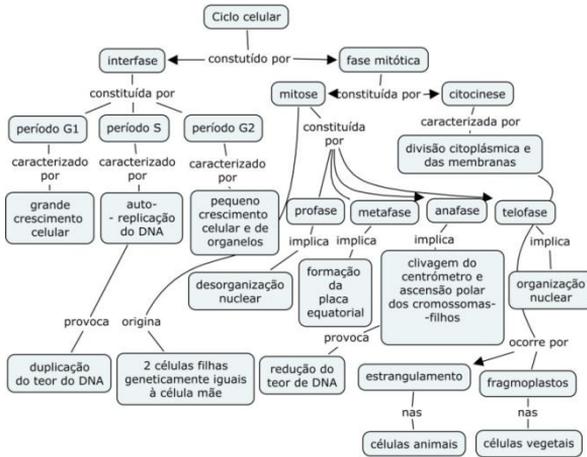


Mapa de conceitos que poderá servir de base à “negociação” do significado de massa das partículas a alta velocidade

#### 4.2. A utilização dos mapas de conceitos para traduzir a estrutura conceptual de um corpo de conhecimento

Os mapas de conceitos permitem traduzir de uma forma muito clara a estrutura conceptual de um tema científico e do corpo de conhecimento com ele relacionado. E podemos sempre aumentar a especificidade com que o fazemos, tal como se tivéssemos lentes cada vez mais potentes que nos permitissem analisar a estrutura do assunto mais em pormenor

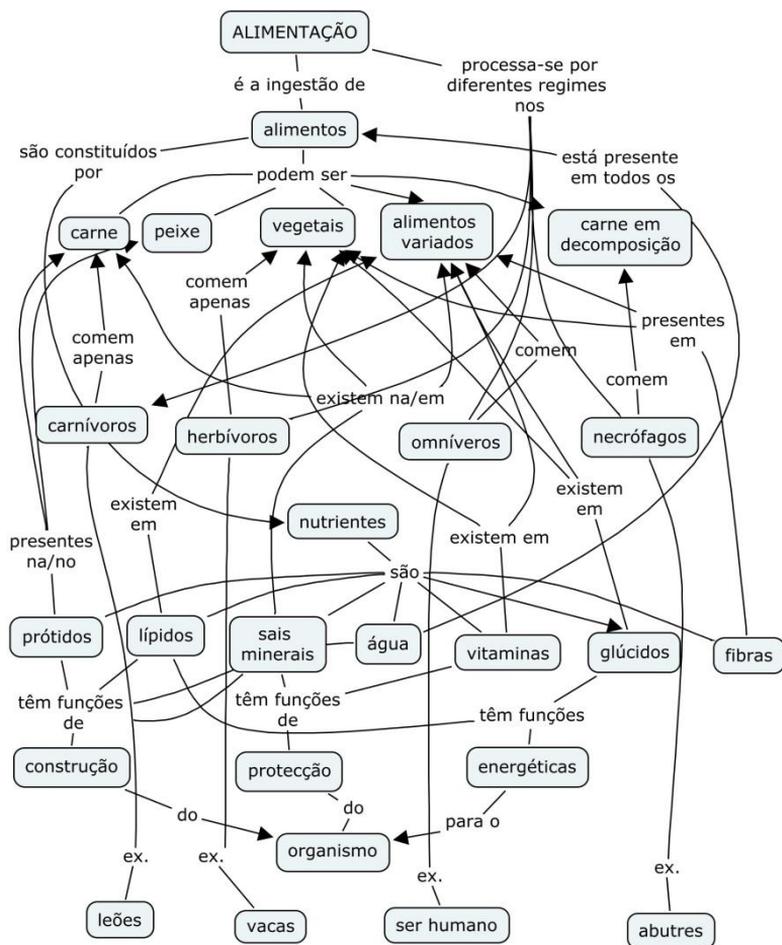




O primeiro mapa de conceitos traduz a estrutura conceptual do tema «Reprodução» e o segundo e o terceiro especificam os conceitos «ciclo celular» e meiose que constam desse primeiro mapa



O próximo exemplo de um mapa de conceitos resultou da leitura de um texto de divulgação sobre alimentação:

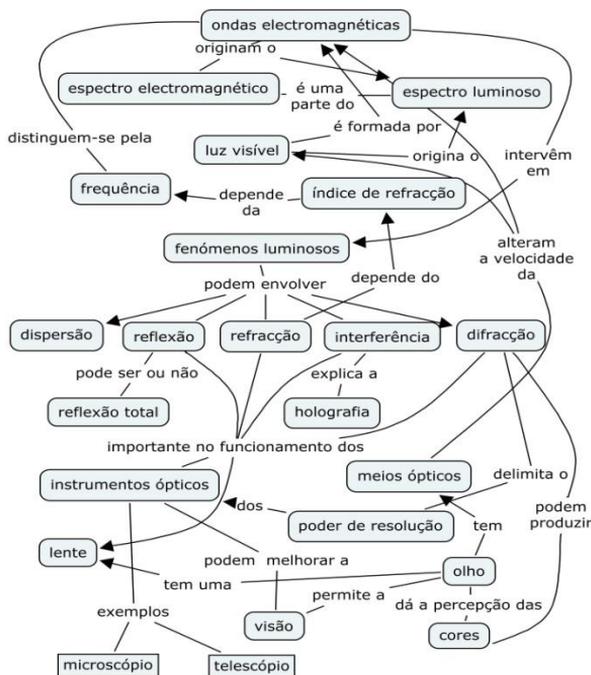


**Mapa que traduz a estrutura da mensagem contida num texto de divulgação acerca da alimentação. Note-se a hierarquia em que os conceitos do mesmo tipo e nível de generalidade estão ao mesmo nível e os exemplos na base do mapa**

O mesmo recurso pode ser usado para extrair significados de trabalhos de campo ou de laboratório. Com efeito, os mapas de conceitos, quer sejam construídos durante a preparação do trabalho de campo ou de laboratório, quer sejam construídos depois da realização dos mesmos, como síntese de ideias, ajudam a extrair significados desses trabalhos e a ter atitudes positivas durante essas atividades e depois delas.

#### 4.4. Os mapas de conceitos como organizadores prévios que traduzem uma parte do currículo a ser ensinado

Os mapas de conceitos podem servir para transmitir uma visão de conjunto sobre uma unidade de estudo que vai ser iniciada. O professor poderá apresentar o mapa e aproveitá-lo para estabelecer «pontes cognitivas» para aquilo que os alunos já conhecerão do antecedente escolar e do dia a dia sobre os conceitos a tratar nessa unidade e para motivar os alunos a aprofundarem e melhorarem esses conhecimentos, relacionando-os o mais possível com aspectos práticos e úteis. Segue-se o exemplo de um mapa de conceitos que poderá servir como um organizador gráfico prévio a uma unidade de estudo sobre ondas eletromagnéticas.



Mapa que poderá ser explorado como organizador prévio no ensino de uma unidade sobre ondas eletromagnéticas

#### 4.5. O uso de mapas de conceitos como instrumentos didáticos facilitadores da aprendizagem

Todos os exemplos que apresentamos anteriormente apontam no sentido de os mapas de conceitos, quando bem explorados, facilitarem a aprendizagem significativa. E há inúmeros estudos que o comprovam

(Fountain et al., 2008, Conceição e Valadares, 2002, Borges, 2000, Markow e Lonning, 1998, Elhelou, 1997, Pankratius, 1990, Okebucola, 1990). Mas este facto não nos surpreende. Com efeito, a aprendizagem significativa de um corpo de conhecimentos ocorre com base em processos dedutivos e indutivos que envolvem os mecanismos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. O resultado é a existência na estrutura cognitiva de quem aprende de uma rede de conceitos e afirmações com relações significativas entre si. Ao serem discutidos os mapas de conceitos nas aulas, as relações hierárquicas entre os conceitos que estão a ser ensinados, as relações de subordinação e superordenação que vão sendo construídas, é natural esperar-se que o processo atrás referido de construção de uma estrutura conceptual rica pelos alunos seja facilitado.

Para além disso, ao representarem de modo conciso com os mapas de conceitos as estruturas conceptuais que estão a construir, as concepções erróneas que bloqueiam a aprendizagem transparecem e os professores atuam imediatamente no sentido de ajudarem os alunos a ultrapassarem essas dificuldades conceptuais. Por isso, os mapas de conceitos não dispensam o apoio fundamental dos professores. A natureza singular de um mapa de conceitos, devido ao carácter idiossincrático de quem o constrói, torna necessário que o professor guie o aluno através do mapa quando o utiliza como recurso de ensino (Bogden, 1977, cit. Moreira, 2006).

Se, em termos curriculares, um mapa de conceitos poderá ser apresentado logo de início como um organizador gráfico que transmite uma ideia holística do conteúdo que vai ser ensinado e deverá vir a ser aprendido, tal como vimos antes, para fins didáticos os mapas de conceitos só deverão ser introduzidos de preferência quando os alunos já tiverem algumas ideias sobre os assuntos a que dizem respeito e que vão servir como subsunçores dos assuntos a aprenderem. Só quando tais ideias subsunçoras existem é que os mapas de conceitos podem de facto prestar uma grande ajuda os alunos na tarefa cognitiva de diferenciarem e integrarem ideias e estabelecerem relações significativas de subordinação e superordenação entre os conceitos que assimilaram.

Numa perspetiva construtivista e no respeito pelo que defende a teoria da aprendizagem significativa, o mapa de conceitos constitui portanto um excelente recurso *para explorar e valorizar o que o aluno já sabe.*

Um bom exemplo é o mapa de conceitos da página seguinte em que se nota que um jovem estudante que estudou as fases da Lua tem a noção errónea de que a rotação da Lua muda a sua forma e não associa essas fases da Lua à posição relativa Sol – Lua – Terra que vai mudando com a translação lunar. Para esse estudante é a sombra da Terra que produz as fases da Lua. Isto deverá levar o professor a preocupar-se por reforçar a importância da posição relativa do Sol, da Terra e da Lua, por analogia com o que se passa com uma lâmpada, uma esfera refletora e um alvo, e/ou recorrendo a um simulador didático.



Um mapa de conceitos que revela dificuldades na compreensão da origem das fases da Lua (Novak e Gowin, 1999, p. 37)

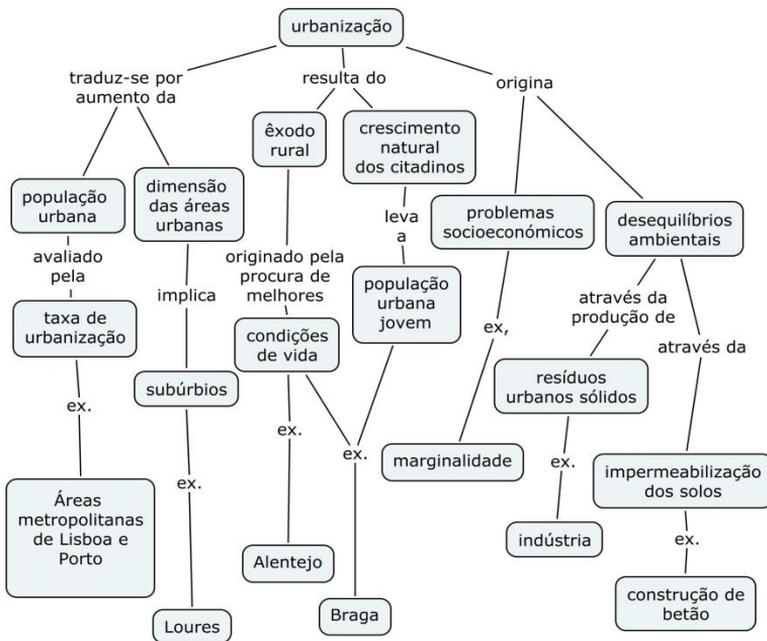
#### 4.6. Os mapas de conceitos como instrumentos que ajudam a valorizar os currículos e os programas

Os mapas de conceitos também podem ser construídos para conceber o conteúdo de um curso coerente, de um conjunto de disciplinas, de uma disciplina só ou de uma aula. Varia, obviamente, a generalidade e inclusividade dos conceitos. Conceitos altamente abrangentes, integradores estarão na base da planificação curricular de um determinado curso, enquanto conceitos mais específicos, menos inclusivos poderão ser reunidos num mapa para uma aula ajudando a planificá-la e a selecionar os materiais e as atividades de ensino. A planificação através dos mapas ajuda a dar coerência a todo um curso ou disciplina, aponta o caminho a seguir e irá facilitar a avaliação do processo de aprendizagem.

A boa planificação de um currículo de uma disciplina exige a escolha cuidadosa dos conceitos fulcrais e da sua sequencição, para que o percurso a seguir possa conduzir a uma aprendizagem significativa do conteúdo da mesma. Os mapas conceptuais podem ser extremamente úteis nessa tarefa. Na figura da página seguinte apresenta-se um mapa de conceitos para o conteúdo relativo a um curso sobre modelos de ensino.



Portanto, embora no ponto de vista ausubeliano se deva partir dos conceitos mais gerais e abrangentes, é necessário ir mostrando como os conceitos subordinados estão relacionados com eles e ir regressando aos conceitos de ordem mais elevada na hierarquia para revelar novos exemplos e enriquecer os seus significados. Isto é: a exploração do mapa ou mapas de conceitos em termos programáticos deve permitir "baixar e subir" nas suas estruturas conceptuais para explicitar as relações de subordinação e superordenação entre os conceitos (Moreira e Masini, 1982).



Mapa de planificação de aulas de Geografia sobre o tema Urbanização. Ao desenvolverem-se os assuntos constantes de um mapa de conceitos deve descer-se e subir-se na hierarquia relacionando conceitos mais e menos abrangentes cujas afinidades nem sempre são facilmente descobertas pelos alunos.

#### 4.7. Mapas de conceitos como instrumentos de avaliação formativa e formadora

A avaliação tradicional tinha como finalidade primordial a avaliação somativa de um aluno traduzida numa nota. Não era prescritiva, detectava o que os alunos sabiam e não sabiam e aí terminava. A partir dos anos 60 do século passado começou-se a utilizar uma **avaliação formativa**, que é ainda muito defendida hoje, mas claramente *retroativa*, na medida em que o professor que a pratica está à espera de que surjam as dificuldades

conceptuais dos alunos, para só então avaliar para determinar o que é preciso fazer para as remediar. Criou-se mesmo a designação de *atividades de remediação* para as que a avaliação formativa determina como necessárias para remediar os problemas surgidos com a aprendizagem deste ou daquele aluno.

Defendemos, cada vez mais, uma *avaliação pró-ativa* que, em vez de remediar os *problemas surgidos* com a aprendizagem, os *antecipe* e os *previna*. Essa avaliação, que contribui para a valorização do próprio aluno e para o desenvolvimento do seu espírito crítico, designa-se por *avaliação formadora*. O conceito de **avaliação formadora** deve-se a G. Scallon, do *Quebeque* (Abrecht, 1994, p. 49). Esta avaliação não é apenas uma ferramenta de controlo, mas um *instrumento de formação* de que o aluno dispõe para atingir os seus objetivos pessoais, e construir o próprio percurso de aprendizagem (G. Nunziati, 1988, cit. por Abrecht, 1994, p. 49). Para isso, dá *muita importância à metaprendizagem, à autoavaliação e à avaliação de pares*, e procura fazer com que o aluno controle o seu próprio processo de aprendizagem e aprenda a ultrapassar, por si só, os possíveis bloqueios a esse processo. Enquanto na *avaliação formativa tradicional* a regulação diz respeito, sobretudo, às estratégias pedagógicas do professor e é muito retroativa, na *avaliação formadora* a regulação é fundamentalmente assegurada pelo próprio aluno e é mais pró-ativa. A prática deste tipo de avaliação é indissociável da prática de metodologias ativas, em que os alunos partilham ideias, vão-se *autoavaliando* e *avaliando construtivamente uns aos outros*, vão-se consciencializando das suas deficiências em termos de *conhecimentos declarativos, processuais e atitudinais*, vão assumindo cada vez mais a responsabilidade pelo seu percurso de aprendizagem.

A **avaliação formadora** está profundamente integrada no processo de aprendizagem-ensino e permanentemente atenta à forma como está a decorrer, procurando encontrar respostas a aspetos fundamentais tais como: a adequação do *conhecimento prévio* dos alunos em termos de prontidão cognitiva; a *pertinência e adequação dos objetivos* que vão sendo definidos; a *coerência e adequação dos processos e meios*; e as *dificuldades encontradas e como superá-las*.

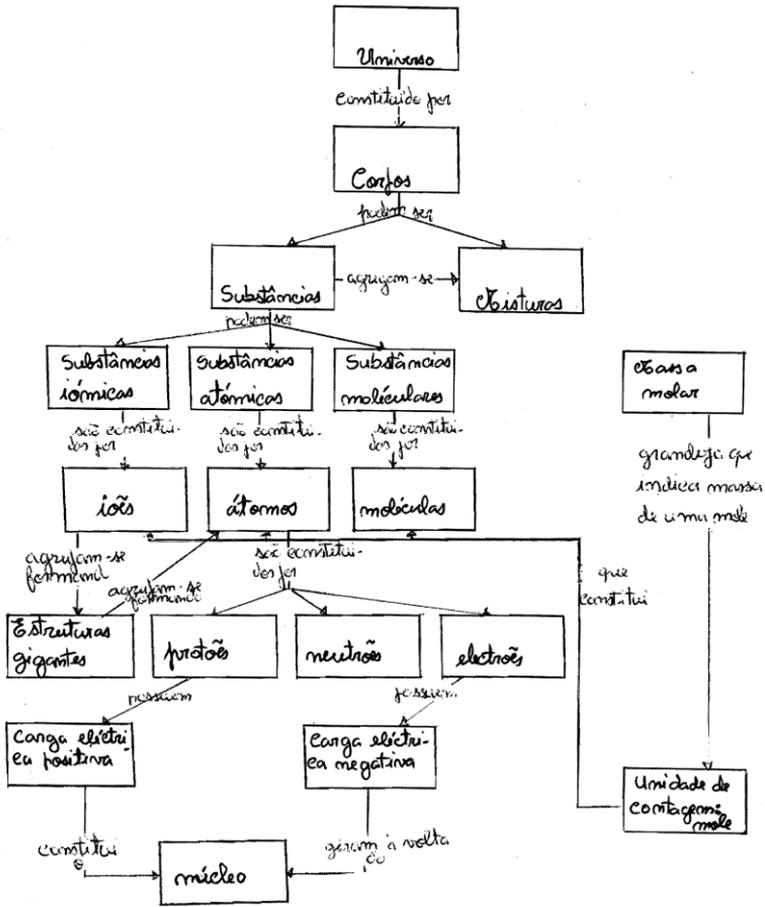
Baseando-nos em Ausubel, Novak & Hanesian (1980, p. 499-520), Allal (1986, 1988, cit. Abrecht, 1994, p. 45), Pinto (1994), Pais e Monteiro (1996, p. 43-48), Novak & Gowin (1999, p. 109-164), Brown, Race & Smith (2000), Coll & Martin (2001), Barreira (2001), Leite e Fernandes (2002) e outros autores, podemos concluir que é uma avaliação de carácter formador que mais poderá contribuir para facilitar a aprendizagem significativa dos estudantes, desde que, de facto: seja contínua, sistemática, contextual e perfeitamente integrada no processo de aprendizagem-ensino; seja prescritiva, flexível e adaptável aos contextos e objetivos; seja variada, multiforme, recorrendo a múltiplas formas e instrumentos, superando as limitações que cada um destes tem e explorando as suas potencialidades; seja o mais possível pró-ativa, contribuindo para futuras atividades de consolidação e aprofundamento dos conhecimentos e capacidades que o

aluno adquiriu; seja crítica no que concerne aos objetivos e estratégias de aprendizagem; aproveite todos os momentos de avaliação como bons momentos de aprendizagem e formação, encarando as concepções errôneas de cada aluno não como desastres conceituais, mas como elementos potenciadores de conhecimento correto; tenha em conta todos os tipos de *conhecimento: declarativo* (factos, conceitos, princípios), *procedimental* (atuação, processos) e *atitude* (atitudes, hábitos); alterne a *heteroavaliação* e a *autoavaliação*; alterne a *avaliação convergente* em que os estudantes se cingem mais aos objetivos pré-definidos e mostram o grau de domínio deles e a *avaliação divergente* em que transcendem esses objetivos e mostram o que sabem para além do que foi pré-programado; seja desafiante e motivadora, estando mais aberta à diversidade individual e à diversificação dos modos de aprender; recorra a critérios tão consensuais quanto possível para transformar informações em juízos de valor; e, finalmente, aponte para um progressivo maior controle por parte do aluno do seu próprio processo de avaliação, incluindo os critérios de consecução da sua aprendizagem.

A nossa experiência permite-nos afirmar que os mapas de conceitos são excelentes instrumentos de avaliação formadora, facilitando a autoavaliação e a avaliação de pares, a discussão e a partilha de ideias, a confrontação entre os modelos mentais dos alunos e os modelos científicos. Ao mesmo tempo que estão a ser usados para o aluno aprender estão-no a ser para o aluno avaliar e ser avaliado. Não nos espanta, pois, que várias pesquisas tenham revelado a adequabilidade dos mapas de conceitos como instrumentos de avaliação.

Decorreram imensas pesquisas que mostram o poder dos mapas de conceitos como instrumentos de avaliação. O autor deste livro, enquanto professor de Física, tem vários exemplos que permitem ilustrar como os mapas de conceitos tornam transparentes as dificuldades conceituais dos alunos e as mais variadas concepções alternativas que possuem, mesmo depois de vários anos de estudo. Estas concepções escapam muitas vezes à detecção através dos testes, dos relatórios e de outros instrumentos de avaliação.

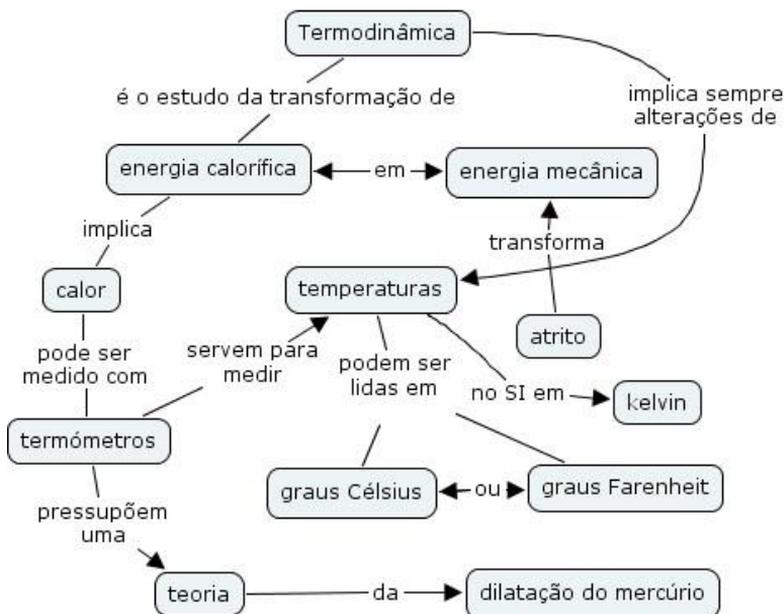
Foi distribuída uma ficha de trabalho aos alunos acerca da *constituição do Universo*. Foi-lhes pedido que traduzissem as ideias do texto em que se baseava a ficha de trabalho, baseando-se num mapa de conceitos. Vários alunos revelaram nos seus mapas a mesma dificuldade conceptual que o da figura abaixo revela, ou seja: não foram capazes, a partir do texto, de *distinguir os conceitos de corpo e material* constituinte do corpo.



Mapa de conceitos construído por um aluno do 8º ano de escolaridade que revela a confusão entre os conceitos de corpo e material

A um aluno, em trabalho laboratorial, foi fornecida uma ficha experimental que incluía algumas das ideias de Termodinâmica previamente tratadas em aulas anteriores. Foram destacadas aquelas que o aluno necessitava de dominar para realizar a determinação experimental do *equivalente mecânico do calor* com um dos aparelhos de que a Escola dispunha. Após um excelente trabalho prático, com um relatório bastante bom, foi pedido ao aluno que construísse um mapa com determinados conceitos, podendo incluir outros.

Veja-se como este bom aluno aprendeu bem o que necessitava para realizar o trabalho, fez um excelente relatório, mas *manteve a tradicional confusão entre calor e temperatura* para além de *outras dificuldades conceptuais*.

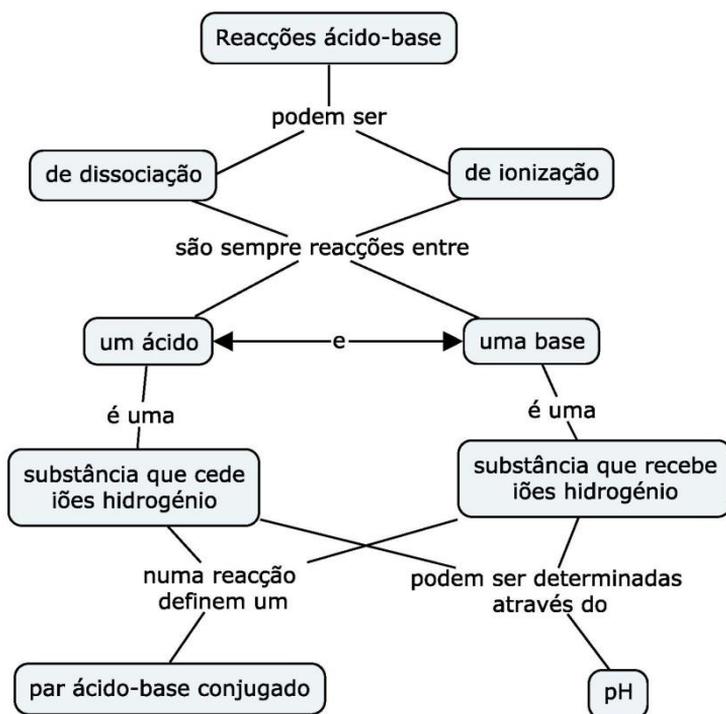


**Mapa de conceitos construído por um aluno que realizou um bom trabalho experimental na área da Termodinâmica, mas manteve a tradicional confusão entre calor e temperatura, além de outras dificuldades conceptuais.**

Já foi dito que na teoria da aprendizagem significativa considera-se muito importante na aprendizagem de um assunto o conhecimento prévio de um aluno. Para David Ausubel (1978,1980), aquilo que o aluno já sabe foi mesmo considerado o factor isolado que mais influencia a aprendizagem subsequente. Esse psicólogo deu muita importância à chamada *estrutura cognitiva* de quem aprende que, numa determinada área de conhecimento, tem muito a ver com o conteúdo e a organização conceptual das ideias que possui nessa área. A aprendizagem nessa área é uma construção pessoal que se traduz nas alterações no conteúdo e na organização conceptual das ideias acerca da mesma. Ora os mapas de conceitos, porque fazem transparecer esse conteúdo e organização da estrutura cognitiva, prestam um excelente serviço tanto na determinação do conhecimento prévio do aluno como também na monitorização da evolução conceptual de quem aprende. E, além disso, permite obter informações que podem servir de realimentação quer para o ensino quer para o currículo.

Para acompanhar a evolução cognitiva de um aluno na aprendizagem de um dado tema científico, podemos utilizar os chamados *mapas de conceitos progressivos*. Estes permitem ir monitorizando o modo como os estudantes vão evoluindo conceptualmente à medida que as aulas sobre esse tema vão sendo lecionadas. Vejamos o seguinte exemplo.

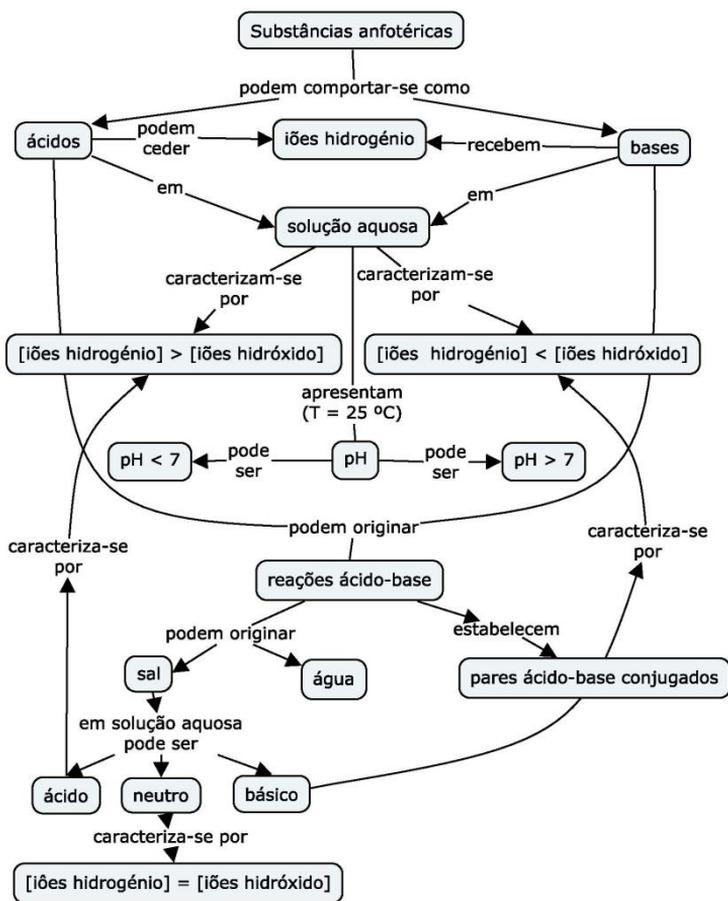
O mapa que se segue foi construído por uma aluna do 10º ano de escolaridade na primeira fase da sua aprendizagem das reacções ácido-base.



**Mapa construído por uma aluna do 10º ano de escolaridade na primeira fase da sua aprendizagem das reacções ácido-base**

A análise deste mapa apontava para o facto de a aluna que o construiu não ter ainda estabelecido corretamente uma clara distinção entre reacções de dissociação e de ionização e apresentar uma conceção errónea acerca do conceito de pH, confundindo-o com o conceito de indicador ácido-base. No decorrer da aula seguinte houve o cuidado de confirmar junto da aluna o significado que esta atribuía a estes conceitos e foram-lhe proporcionados recursos de maneira a possibilitar-lhe o enriquecimento das suas ideias acerca do tema. Procedimento idêntico foi usado relativamente às conceções erróneas de outros alunos, reveladas pelos mapas por eles elaborados.

O mapa que se segue foi construído, posteriormente, pela mesma aluna que elaborou o anterior.

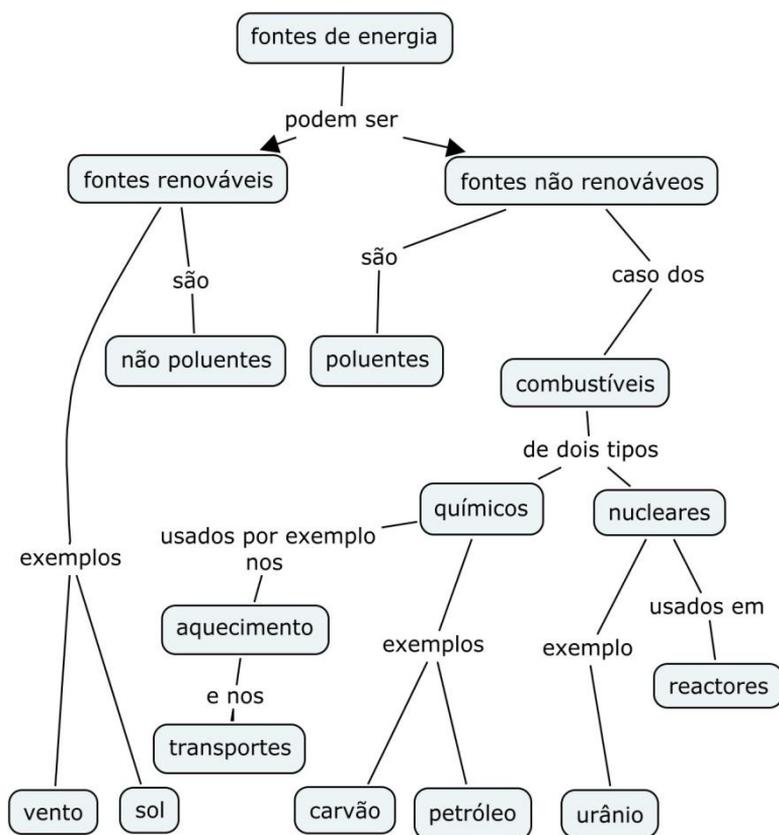


Mapa construído pela mesma aluna do 10º ano de escolaridade na segunda fase da sua aprendizagem das reações ácido-base

Facilmente nos apercebemos que há uma maior diferenciação entre conceitos, ao mesmo tempo que a aluna expressou algumas relações entre esses mesmos conceitos. Evidencia, também, ter compreendido a noção de *ácido* e *base* segundo a teoria de Brønsted, não a considerando válida exclusivamente para as soluções aquosas. Houve um enriquecimento das conceções da aluna à medida que se avançava na matéria e a agregação de novos significados, relacionados com conceitos mais gerais. Para este

progresso muito contribuiu a análise dos mapas de conceitos que iam sendo realizados.

O grande papel dos mapas de conceitos não é o de classificar alunos através de notas, mas sim o de obter informações sobre o modo como os alunos dominam (ou não dominam) a estrutura conceptual de um assunto. Para isso, pode-se solicitar ao aluno que construa o mapa ou este pode ser obtido indiretamente através das suas respostas a entrevistas ou testes. Também podem ser-lhe fornecidos apenas alguns conceitos e acrescentados os que quiser.



**Mapa construído por um aluno acerca das fontes de energia. Foram-lhe fornecidos alguns conceitos e solicitado que acrescentasse mais os que entendesse.**

Mas há pesquisas que mostram que os mapas de conceitos também permitem atribuir notas e até revelam a validade das notas.

Por exemplo, uma pesquisa feita por Diana Rice, Joseph Ryan e Sara Samson (1998) com uma amostra de 113 estudantes, estratificadamente representativa de um universo de 1600 estudantes de uma escola, mostrou que as notas obtidas com critérios bem definidos revelaram excelente fiabilidade e validade concorrente. A fiabilidade das notas obtidas nas avaliações com mapas de conceitos não se determinam da mesma forma que com os testes (métodos do teste-reteste, dos semitestes, da consistência interna), mas através da concordância entre as notas atribuídas por diferentes avaliadores. Assim, nesta pesquisa, a fiabilidade foi obtida por comparação entre as notas de dois avaliadores, as quais tiveram uma concordância de 98 %. E a validade concorrente foi obtida comparando as notas dos alunos nos mapas de conceitos com as notas em testes de escolha múltipla. Obtiveram coeficientes de correlação que se situaram entre 0,51 e 0,87. Há várias formas de atribuir notas aos mapas de conceitos e no caso deste trabalho foram atribuídas apenas com base nas ligações cientificamente corretas entre os conceitos. Estes pesquisadores concluíram que o seu estudo sugere que os mapas de conceitos permitem avaliar tanto o conhecimento declarativo como o procedimental.

Outros estudos apontam no mesmo sentido, como por exemplo o de Anderson e Huang (1989), Wallace e Mintzes (1990) e McClure, Sonak e Suen (1999).

## **5. Características importantes, vantagens e desvantagens dos mapas de conceitos**

Vimos que os mapas de conceitos poderão integrar-se numa excelente estratégia preparada pelo professor para facilitar a aprendizagem significativa de um assunto pelos seus alunos. Vimos que tal utilidade passa também por permitirem revelar a qualidade da aprendizagem significativa da estrutura conceptual desse assunto. Esta qualidade traduz-se na forma como estão diferenciados e reconciliados os conceitos referentes a esse assunto, na escolha acertada de palavras de ligação de modo a formarem afirmações com significado e cientificamente corretas, na quantidade e pormenor de ligações conceptuais, na hierarquização e estruturação do quadro conceptual. Compreende-se, então, que será desejável que o *mapa de conceitos* construído por um aluno apresente as seguintes *características*:

- um *aspecto dendrítico* (muito *ramificado*), revelando então que os conceitos estão muito diferenciados;
- *ligações cruzadas de ramos para ramos* (para baixo, para cima e/ou para os lados), com conceitos superordenados, revelando assim uma boa *reconciliação integradora* entre conceitos;
- *palavras de ligação adequadas* (produzindo afirmações correctas ao ligarem os conceitos), manifestando a existência de relações conceptuais significativas.

A *hierarquia* revelada é também um pormenor a ter em conta, mas não nos devemos esquecer que ela é *contextual*.

Quando produzido e utilizado em trabalho de grupo e ao ser partilhado por todos os alunos, o mapa de conceitos “*permite trocar ideias e estimular o pensamento reflexivo*” (Novak e Gowin, 1999), podendo constituir um *excelente processo de construção do conhecimento num ambiente cooperativo e construtivista*.

A utilização dos mapas de conceitos no ensino apresenta vantagens e desvantagens. Entre as possíveis vantagens, pode-se mencionar (Moreira, 1979; Moreira e Buchweitz, 1993):

- permitem enfatizar a estrutura conceptual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceptuais no seu desenvolvimento;
- mostram que os conceitos de uma certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade e apresentam esses conceitos numa ordem hierárquica de inclusividade que facilita sua aprendizagem e retenção;
- proporcionam uma visão integrada do assunto e uma espécie de "listagem conceptual" daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais.

Dentre as possíveis desvantagens podemos referir as seguintes:

- se o mapa de conceitos não tiver significado para os alunos, eles poderão encará-lo como algo mais a ser memorizado;
- se o mapa for muito complexo poderá dificultar a aprendizagem e retenção, ao invés de facilitá-la, particularmente se além disso for confuso;
- a habilidade do aluno em construir as suas próprias hierarquias conceptuais não é fácil e poderá mesmo ser facilmente inibida se as receber já prontas pelo professor.

É fundamental que os mapas sejam bem introduzidos aos alunos e explicados, os alunos só explorarão na plenitude as potencialidades dos mapas quando estiverem familiarizados com eles. E quanto mais isso suceder, mais minimizadas ficarão as desvantagens atrás apontadas. Há que realçar que não existe o que se possa chamar o mapa de conceitos ideal ou sequer o melhor mapa de conceitos sobre um dado assunto. Os mapas de conceitos poderão ser construídos de várias maneiras e os alunos deverão ser estimulados a construir os seus próprios mapas em vez de procurarem reproduzir mapas de outras pessoas. O professor, por sua vez, ao usar os mapas de conceitos como recursos didáticos, deverá sempre ter em conta um desejado equilíbrio entre clareza e completude.

## **6. Como construir e refinar um mapa de conceitos**

A construção dos mapas de conceitos carece de ser ensinada e exige algum tempo de prática.

Segue-se uma sequência de passos que poderão ser seguidos.

1. Identificam-se os conceitos-chave do conteúdo que vai ser mapeado e põe-se numa lista. Inicialmente deve limitar-se o número de conceitos a não mais do que 10.
2. Ordenam-se os conceitos, colocando o (s) mais geral (ais), mais inclusivo (s), no topo do mapa e, gradualmente, vão-se agregando os demais até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva.
3. Ligam-se os conceitos com linhas e rotulam-se essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem as relações entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem formar proposições que expressem os significados das relações.
4. Evitam-se palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos.
5. Deve procurar-se estabelecer relações horizontais e cruzadas, reveladoras de reconciliações integradoras entre conceitos.
6. Os exemplos, se existirem, deverão ser agregados ao mapa em baixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa.
7. Geralmente, a primeira versão de um mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais relacionados. Essa primeira versão deverá então ser refinada e feita uma segunda versão e, esta, por sua vez, ainda poderá justificar uma terceira e assim sucessivamente.
8. É fundamental ter sempre presente que não há um único modo de construir um mapa de conceitos. À medida que muda a compreensão que se tem sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que se vai aprendendo mais conceitos, o mapa também irá mudando. Um mapa de conceitos é uma estrutura dinâmica, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz.
9. É importante que os mapas individuais sejam compartilhados e «negociados» entre pares. Deverão discutir-se os significados das relações, questionadas as localizações de conceitos, a inclusão de alguns aparentemente menos importantes e a omissão de outros aparentemente fundamentais. Há que ter em conta que o mapa de conceitos é um bom instrumento para compartilhar, trocar e "negociar" significados.
10. As setas devem ser usadas quando for necessário explicitar a direção das relações.

Em anexo a este livro consta uma ficha de trabalho para a produção de mapas de conceitos.

## 7. Conclusão

Os mapas de conceitos foram inventados por Joseph Novak e são organizadores gráficos que permitem representar o quadro conceptual de uma área do conhecimento ou a forma como os conceitos estão ligados e organizados nas estruturas cognitivas de quem os constrói.

Embora obriguem a alguns cuidados na sua implementação e ainda que por vezes *exijam inicialmente muito tempo* na sua devida exploração, os mapas

de conceitos constituem realmente um instrumento com muita utilidade no processo de aprendizagem-ensino e na avaliação, particularmente na que nesse processo está integrada. Assim, no *ensino* eles permitem aos professores planificar o ensino, apoiarem as suas exposições, apresentarem com clareza a informação realçando as ideias mais importantes e apontando percursos de aprendizagem e podem ainda ser utilizados como organizadores prévios. No que se refere à *aprendizagem*, os mapas de conceitos facilitam a discussão em torno do significado dos conceitos, favorecem a organização das ideias, levam os alunos a reconhecerem novas relações e novos significados, *estimulando* muitas vezes a sua *criatividade* e fomentam um ambiente frutuoso de negociação de ideias do qual todos os intervenientes tiram partido para aprenderem de modo mais significativo, facilitam a *metacognição* e ajudam a promover a *responsabilidade dos alunos* pela sua aprendizagem. No que respeita à *avaliação*, eles permitem «externalizar» a estrutura cognitiva dos alunos e detetar as suas *concepções prévias* e as *concepções erróneas* em geral, sendo indicados para uma *avaliação formativa* e mesmo *formadora*.

Os mapas de conceitos também prestam uma ajuda preciosa na criação de *currículos* (Edmonson, 1993, Martin, 1994). Com efeito, permitem distinguir os conceitos mais importantes e a forma como deverão ser sequenciados, permitem ver os que devem ser mais enfatizados, ajudam a selecionar os materiais mais indicados, permitem analisar e introduzir correções em currículos quanto à forma como estão organizadas, integradas e sequenciadas as suas partes. E ajudam os professores a conceber unidades de ensino que sejam potencialmente significativas, importantes, pedagogicamente relevantes e interessantes para os alunos (Martin, 1994).

Para que estes instrumentos possam ser explorados no sentido de facilitar a *aprendizagem significativa*, há necessidade de conhecer as ideias em que se fundamentam e utilizá-los de forma correta, caso contrário corre-se o risco de eles conduzirem a aprendizagens altamente memorísticas.

## **Apêndice I**

**Mais alguns exemplos de Vês do conhecimento**

## Domínio conceitual

**Filosofia:** o conhecimento científico sobre a natureza repousa na observação e na experimentação baseadas em teorias que organizam os fatos e o raciocínio do homem, aprofundando sua compreensão.

**Teoria:** Teoria Eletromagnética.

**Leis:** Lei da reflexão; Lei da refração.

**Conceitos básicos:** luz, reflexão, refração.

**Conceitos:** ângulo de incidência, ângulo de reflexão, ângulo de refração, índice de refração

## Domínio epistemológico

**Asserção de valor (valores):** O experimento ajuda a clarificar conceitos, leis e fenômenos nele envolvidos. As leis da reflexão e da refração têm aplicações úteis em espelhos e lentes.

**Asserções de conhecimento (conclusões):**

1.  $\beta' = \beta$  (lei da reflexão)
2. não depende de  $\beta$ , isto é,  $n(\beta) = \text{sen } \beta / \text{sen } \vartheta = \text{constante}$  (lei da refração).

**Transformações (dados):** médias e desvios padrões de  $\beta'$ ,  $\vartheta$  e do índice de refração ( $n$ ). Gráficos  $\beta' \times \beta$  e  $n \times \beta$ .

**Registros (medidas):** valores dos ângulos de reflexão ( $\beta'$ ) e refração ( $\vartheta$ ) para cada ângulo de incidência ( $\beta$ ) escolhido.

### Questões-básicas

Qual a relação entre o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão?

Qual a relação entre o índice de refração e o ângulo de incidência?

interação

**Evento:** Quando a luz incide sobre uma superfície transparente lisa que separa dois meios, parte da luz incidente volta ao meio de origem e parte penetra no segundo meio.

**Estrutura conceitual e metodológica de uma experiência de laboratório sobre a reflexão da luz** (Jamett et al., 1986, in Moreira, 2006, p. 67)

## Parte conceptual

### Pressuposto básico

O ensino da Matemática é mais eficaz quando adopta estratégias de pesquisa.

### Teorias

- Geometria euclideana.
- Teoria das funções reais de variável real.

### Princípios

- Princípio da proporcionalidade directa.
- Princípio da proporcionalidade inversa.

### Conceitos

- Rectângulo.
  - Base.
  - Altura.
  - Área.
- Variável.
- Tabela.
- Gráfico.
- Função.

### Questão(ões)-foco

Que tipo de relação há entre as bases e as alturas dos rectângulos de área constante?

## Parte metodológica

### Juízos de valor

Esta experiência permite aprender vários conceitos matemáticos de forma significativa.

### Juízos cognitivos

Em rectângulos de área constante, a base e altura são inversamente proporcionais.

### Transformações dos dados

- Tabelas triplas com comprimentos, alturas e áreas.
- Gráficos comprimento-altura

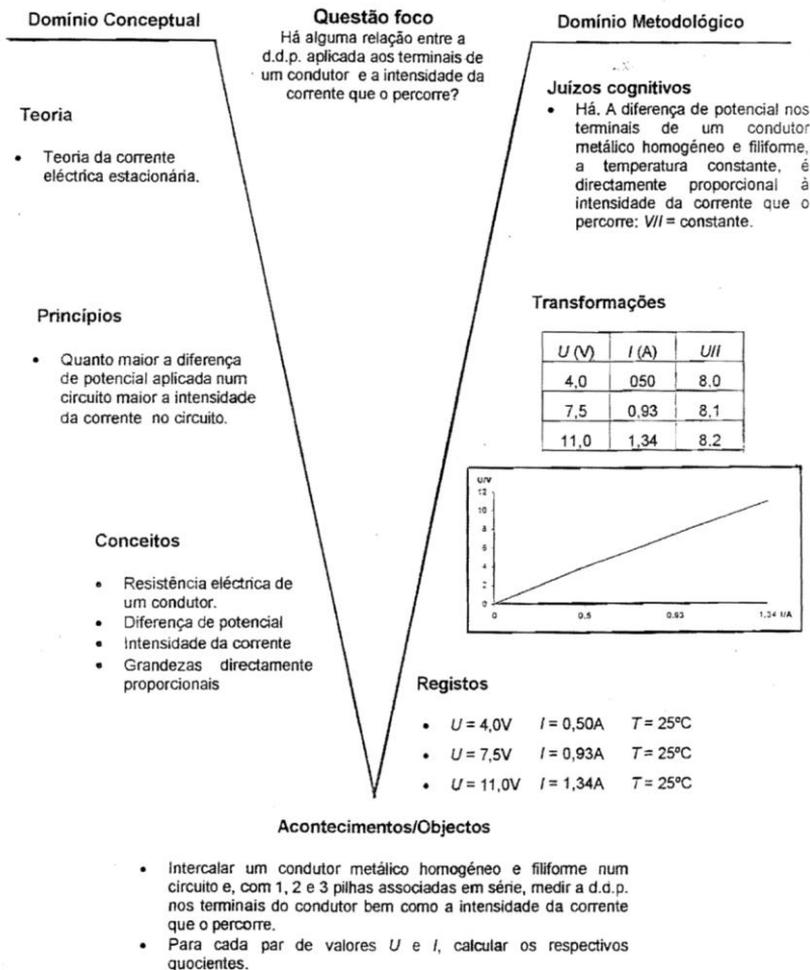
### Dados/registos/factos

- Valores das alturas
- Valores das áreas

### Acontecimentos/Objectos:

Conjunto de rectângulos em cartolina com a mesma área e áreas diferentes.

Vê construído por um grupo de professores de Matemática num Curso de Formação (Valadares e Graça, 1997)



Vê referente a um estudo experimental em Electricidade.

## PARTE CONCEPTUAL

### PRESSUPOSTO BÁSICO:

O ensino com base em pesquisas é muito formativo.

### TEORIAS:

Densimetria.

### PRINCÍPIOS:

- O volume de um corpo sólido, constituído por uma substância insolúvel, pode ser determinado pela deslocação de água.
- A massa de um corpo determina-se directamente com uma balança.

### CONCEITOS:

- Massa de um corpo.
- Volume de um corpo.
- Massa volúmica

## QUESTÃO(ÕES) - FOCO:

A massa volúmica do chumbo depende da amostra de chumbo?

## PARTE METODOLÓGICA

### JUÍZOS DE VALOR:

Com uma pesquisa simples é possível compreender melhor o conceito de propriedade de uma substância.

### JUÍZOS COGNITIVOS:

A massa volúmica do chumbo não depende da amostra de chumbo escolhida.

### RESULTADOS:

- $57,0 \text{ g} / 5,0 \text{ cm}^3 = 11,4 \text{ g/cm}^3$
- $90,4 \text{ g} / 8,0 \text{ cm}^3 = 11,3 \text{ g/cm}^3$
- $120,8 \text{ g} / 10,5 \text{ cm}^3 = 11,5 \text{ g/cm}^3$

### TRANSFORMAÇÕES DOS DADOS:

	Massa (g)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Massa volúmica (g/cm <sup>3</sup> )
Amostra 1	57,0	5,0	11,4
Amostra 2	90,4	8,0	11,3
Amostra 3	120,8	10,5	11,5

### DADOS/REGISTOS/FACTOS:

- Massas das amostras
- Volumes das amostras

## ACONTECIMENTOS/OBJECTOS

Três amostras de chumbo com volumes diferentes, que foram determinados previamente, foram pesados. Com os valores obtidos determina-se a massa volúmica para cada amostra.

**Vê utilizado no estudo da densidade como propriedade de uma substância**

## PARTE CONCEPTUAL

### TEORIAS:

Teoria da permeabilidade celular (células eucarióticas)

### PRINCÍPIOS:

As células animais não têm parede celular esquelética.  
As hemácias em meio isotónico têm a forma de disco bicôncavo.  
A água é uma substância indispensável à actividade da célula.  
A água desloca-se sempre de um meio de menor pressão osmótica para um meio de maior pressão osmótica.  
O movimento da água através da membrana plasmática é controlada por meio de fenómenos físicos.

### CONCEITOS:

Parede celular esquelética. Meio isotónico. Disco bicôncavo. Hemácias. Pressão osmótica. Meio hipotónico. Meio hipertónico. Osmose. Membrana plasmática. Permeabilidade selectiva. Solutos. Turgescência. Plasmólise. Concentração salina. Célula animal.

## QUESTÃO(ÕES) - FOCO:

Qual é o efeito da pressão osmótica em células animais (hemácias)?.

## PARTE METODOLÓGICA

### JUÍZOS DE VALOR:

Esta experiência permite aprender vários conceitos biológicos de forma significativa.

### JUÍZOS COGNITIVOS:

A variação da concentração salina do meio faz variar a água no interior das hemácias. Sempre que as soluções são hipotónicas, as células ganham água. Logo que ficam hipertónicas perdem água. Esta perda e ganho de água é proporcional à diferença de concentração dos meios.

### TRANSFORM. DOS REGISTOS

Meio de montagem	Representação esquemática
Sol. aquosa do meio de montagem (sangue)	
Sangue + [NaCl 9 %]	
Sangue + [NaCl 20 %]	
Sangue + [NaCl 4 %]	

### REGISTOS

Representações esquemáticas das observações em diferentes meios de montagem.

## MATERIAL/PROCEDIMENTO

- 3 lâminas    3 lamelas    2 conta-gotas    papel de filtro    microscópio óptico  
- sangue de porco com anticoagulante    - soluções salinas de diferentes concentrações (9 %, 20 % e 4 %)

1. Com o auxílio de um conta-gotas coloca-se em cada uma das três lâminas uma gota de sangue. Cobre-se cada uma dessas lâminas com a respectiva lamela.
2. Coloca-se uma preparação no microscópio óptico, observa-se as hemácias e regista-se esquematicamente o aspecto das células observadas.
3. Com o auxílio de um outro conta-gotas coloca-se em cada uma das preparações efectuadas, num dos bordos da lamela, uma gota de solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl), respectivamente a 9 %, a 20 % e a 4 %, aspirando de seguida no bordo oposto da lamela de cada preparação parte da solução aquosa, de modo a que a mesma penetre bem no sangue.
4. Observa-se ao microscópio óptico cada uma das preparações e regista-se esquematicamente o aspecto das células (hemácias) observadas.

Vê referente a uma atividade experimental sobre as células animais

## Conceptualização

### Teoria

Quando um projectil é lançado verticalmente para cima, a sua velocidade decresce à taxa de 9,8 m/s em cada segundo até se anular no ponto mais alto.

Depois, ao descer, a sua velocidade vai aumentar ao mesmo ritmo até ao solo. Como a distância é a mesma, na subida e na descida e a taxa de variação de velocidade não muda,  $t_{descida} = t_{subida}$  retorna ao ponto de partida com uma velocidade simétrica daquela com que partiu.

### Princípios/leis

Lei das velocidades (no caso):

$$v_y = v_{0y} - gt$$

Lei das posições (neste caso):

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

### Conceitos

*Vector-posição* é o vector  $\vec{r}$  dirigido da posição inicial para a posição da partícula em cada instante. Neste caso está dirigido sempre verticalmente para cima no sentido positivo do eixo dos yy.

*Velocidade* é a grandeza que indica para onde se desloca um corpo e com que taxa a sua

posição está a variar:  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ . Neste caso só

$$\text{tem a componente } v_y = \frac{dy}{dt}.$$

*Aceleração* é a grandeza que indica como varia a direcção da velocidade e com que taxa

varia:  $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ . Neste caso a aceleração é

a da gravidade e tem-se sempre

$$a_y = -g$$

### Questão-foco

Qual de dois projecteis

A e B, lançados separadamente do mesmo local do solo, regressa primeiro ao solo e quanto tempo antes? Que alturas máximas atingem?

## Metodologia

### Juízos de valor

Trata-se de uma resolução numa situação ideal em que se considerou desprezável a resistência do ar, pois só neste caso a aceleração é igual à da gravidade. Também não foi tida em conta a variação da aceleração da gravidade com a altitude

### Juízos cognitivos

O projectil A chega ao solo 3,0 segundos antes do projectil B. As alturas máximas atingidas são 122,5 m e 148,8 m, respectivamente.

### Transformações

Corpo A:

$$v_y = v_{0y} - gt \Rightarrow$$

$$-v_0 = v_0 - g \cdot t_{voo} \Rightarrow v_0 = g/2 \cdot t_{voo} = 49,0 \text{ m/s}$$

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \text{ e } t_{subida} = 5 \text{ s} \Rightarrow$$

$$h_{max} = 49,0 \text{ m/s} \cdot 5,0 \text{ s} - 4,9 \text{ m/s}^2 \cdot (5,0 \text{ s})^2 = 122,5 \text{ m.}$$

Corpo B:

$$v_0 = 49,0 \text{ m/s} + 5,0 \text{ m/s} = 54,0 \text{ m/s.}$$

$$-v_0 = v_0 - g \cdot t_{voo} \Rightarrow t_{voo} = 2 \cdot v_0/g \Rightarrow t_{voo} = 11,0 \text{ s.}$$

$$t_{chegada} = 11,0 \text{ s} + 2,0 \text{ s} = 13,0 \text{ s}$$

$$\Delta t = 13,0 \text{ s} - 10,0 \text{ s} = 3,0 \text{ s}$$

$$h_{max} = 54,0 \text{ m/s} \cdot 5,5 \text{ s} -$$

$$4,9 \text{ m/s}^2 \cdot (5,5 \text{ s})^2 = 148,8 \text{ m.}$$

### Dados

Massas:  $m_A = 1,0 \text{ kg}$ ;  $m_B = 0,5 \text{ kg}$

Estes dados consideram-se irrelevantes (ver juízos de valor).

Aceleração da gravidade:  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

Tempo de voo de A = 10 s.

Velocidade de lançamento de B =

$$= v_{0A} + 5,0 \text{ m/s.}$$

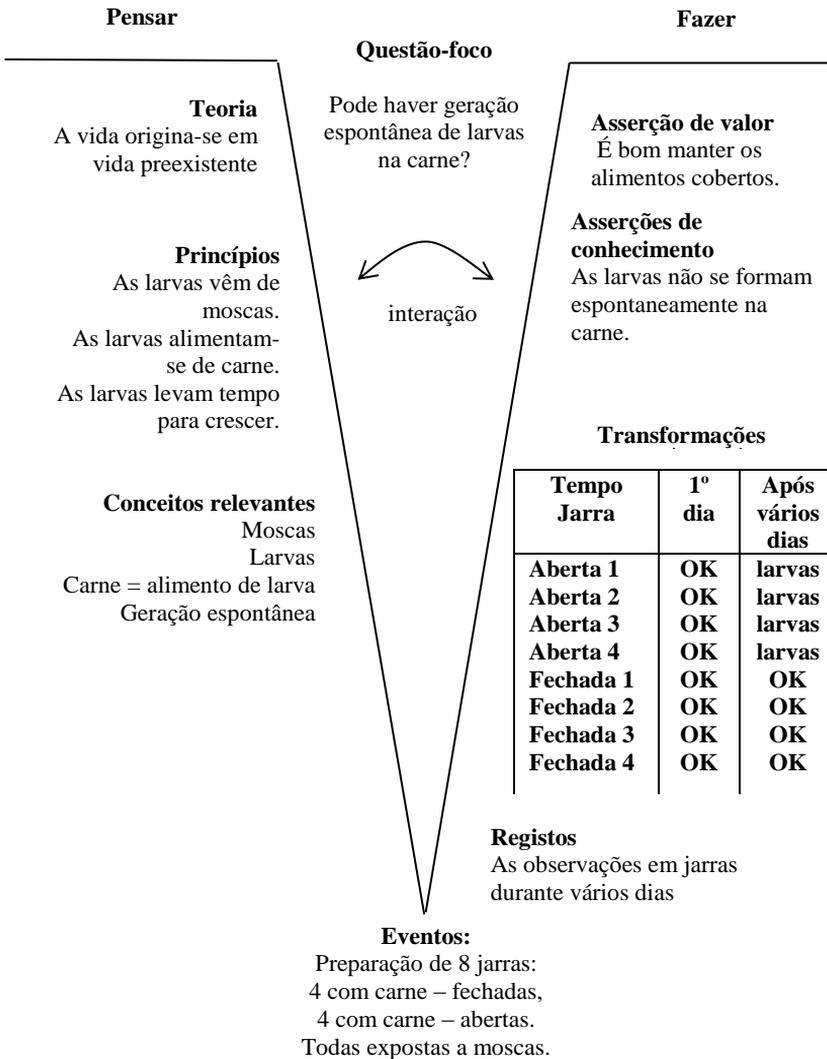
Instante de lançamento de A: 0 s.

Instante de lançamento de B: 2,0 s

### Acontecimentos/Objectos:

Um projectil foi lançado do solo verticalmente para cima e caiu no mesmo local. Algum tempo depois do primeiro lançamento ocorreu um segundo do mesmo local.

Vê de Gowin construído para a resolução significativa de um problema



Um diagrama Vê preparado a partir da descrição de uma experiência. Este tipo de análise ajuda o aluno a focalizar-se cuidadosamente nos detalhes relevantes da mesma (Novak, 1988)

## COMPON. CONCEPTUAL

### Epistemologia subjacente

Uma epistemologia construtivista baseada numa superação entre a teoria e a prática.

### Teorias

- Teoria elementar da osmose.
- Teoria das soluções.

### Princípios

- As batatas “velhas” mergulhadas em água endurecem.
- A membrana plasmática e a parede esquelética são totalmente permeáveis à água e sais minerais.
- O movimento da água através da membrana plasmática é controlado por fenómenos físicos.
- As células vegetais, de um modo geral, apresentam um grande vacúolo que intervém na regulação do fluxo de água.

### Conceitos

- Osmose, plasmólise, vacúolos, turgescência, permeabilidade e concentração salina.

Como varia a quantidade de água nas células da batata com a variação da concentração salina do meio?

## COMPON. METODOLÓGICA

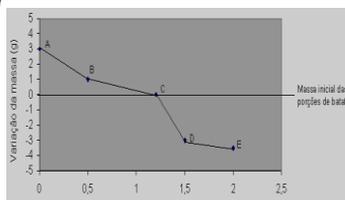
### Juízos de valor

Esta experiência permitiu compreender diversos conceitos importantes na teoria celular, valorizar técnicas importantes como a de pesagem, de preparação de soluções e aplicar uma Metodologia investigativa enriquecedora

### Juízos cognitivos

Sempre que as soluções que envolvem as células da batata são hipotónicas as células ganham água e quando as soluções são hipertónicas as células perdem água. Esta perda e ganho de água são proporcionais à diferença de concentração dos meios.

### Transformação de dados



Porções de batata	Concentração do meio	massa(g)
A	0%	+3,0
B	0,5%	+1,0
C	1,2%	-
D	1,5%	-3,0
E	2,0%	-3,5

### Material/procedimento

5 caixas de petri - bisturi - balança - 1 batata - etiquetas - soluções salinas de diferentes concentrações

Cortar cinco porções de batata com o mesmo tamanho e massa.

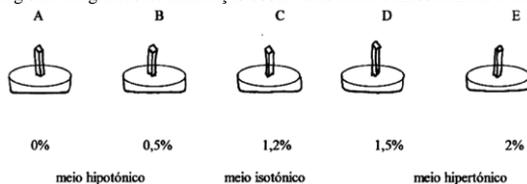
Colocar esses cinco fragmentos de batata em cinco caixas de petri diferentes, identificadas com letras de A a

Adicionar as diferentes soluções salinas em cada uma das caixas de petri.

Colocar as caixas de petri próximas umas das outras, de modo a criar as condições ambientais o mais semelhante possível.

Pesar as porções de batata ao fim de 20 minutos.

Registrar em gráfico as diferenças observadas entre a massa inicial e a final



Como varia a quantidade de água nas células da batata com a variação da concentração salina?

## PARTE CONCEPTUAL

**Pressuposto básico**  
O Vê de Gowin facilita e valoriza o trabalho experimental

**Teorias**  
Teoria da gravitação  
Teoria newtoniana aplicada à máquina de Atwood

**Leis**  
- lei da inércia  
- lei fundamental  
- lei da acção-reacção  
- lei da gravitação  
- leis horárias dos movimentos

**Conceitos**  
Corpo - massa gravidade - força  
- força de tensão - peso - espaço percorrido - velocidade - aceleração - movimento uniforme - mov. uniformemente acelerado - incerteza absoluta - desvio padrão

**Questão foco**  
A aceleração prevista pela física newtoniana para o movimento na máquina de Atwood é confirmada pela experiência?

## PARTE METODOLÓGICA

**Juízo cognitivo**  
A aceleração prevista é confirmada

**Resultados**  
 $2 s_1/t_1^2 = (0,30 \pm 0,01) \text{ ms}^{-2}$

$2 s_2/t_2^2 = (0,30 \pm 0,01) \text{ ms}^{-2}$

$\Rightarrow a_{\text{experim}} = \mathbf{0,30 \pm 0,01} \text{ ms}^{-2}$

$a_{\text{teórica}} = mg / (2m+m)$

$\Rightarrow a_{\text{teórica}} = \mathbf{(0,297 \pm 0,001) \text{ ms}^{-2}}$

**Transformações dos dados**  
- duas tabelas em anexo com valores de tempos, valores mais prováveis, desvios, incertezas;  
- uma tabela em anexo com valores de velocidades e tempos;  
- uma tabela em anexo com distâncias e quadrados dos tempos.

### Dados

$s_1 = (0,200 \pm 0,001) \text{ m}$

$s_2 = (0,300 \pm 0,001) \text{ m}$

$t_1 = 1,17 \text{ s} ; 1,18 \text{ s} ; 1,17 \text{ s} ; 1,17 \text{ s}$

$t_2 = 1,43 \text{ s} ; 1,44 \text{ s} ; 1,44 \text{ s} ; 1,44 \text{ s}$

$m = (147,910 \pm 0,005) \text{ g}$

$m = (9,050 \pm 0,005) \text{ g}$

### Acontecimentos / objectos

1) Máquina de Atwood com:

- três cursores: disparador; retentor; de chegada;
- haste vertical graduada em milímetros;
- dois corpos iguais ligados por um fio e uma sobrecarga.

2) Cronómetro eléctrico.

3) Fios eléctricos.

Uma experiência com a clássica máquina de Atwood

**PARTE CONCEPTUAL**

**PRESSUPOSTO BÁSICO:**

O trabalho experimental com recurso ao Vê facilita a aprendizagem significativa

**TEORIAS:**

Teoria introdutória de biologia elementar.

**PRINCÍPIOS:**

Um ser vivo é um sistema aberto.  
As plantas são seres vivos.  
Existem plantas que se propagam por sementes.  
Quando pretendemos descobrir variáveis que influenciam um fenómeno há necessidade de as controlar.

**CONCEITOS:**

Temperatura  
Germinação  
Semente  
Ser vivo  
Planta.  
Sistema aberto  
Reprodução

**QUESTÃO -FOCO:**

A temperatura influencia a germinação das sementes?

**PARTE METODOLÓGICA**

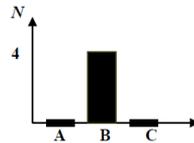
**JUÍZOS DE VALOR:**

Esta experiência é muito simples e enriquecedora.

**JUÍZOS COGNITIVOS:**

A temperatura influencia a germinação das sementes, mas temperaturas demasiado altas e muito baixas não favorecem a germinação

**TRANSFORMAÇÕES DOS DADOS/REGISTOS/FACTOS:**



N = número de sementes germinadas por placa

**DADOS/REGISTOS/FACTOS:**  
Germinaram 4 sementes na placa B.

**ACONTECIMENTOS/OBJECTOS**

Colocaram-se 6 sementes em idênticas condições (envoltas em algodão) em cada um de três placas:

A placa A foi colocada num frigorífico à temperatura de 5 °C

A placa B foi colocada numa caixa mantida a 20 °C.

A placa C foi colocada numa estufa à temperatura de 50 °C

**A germinação das sementes e a temperatura**

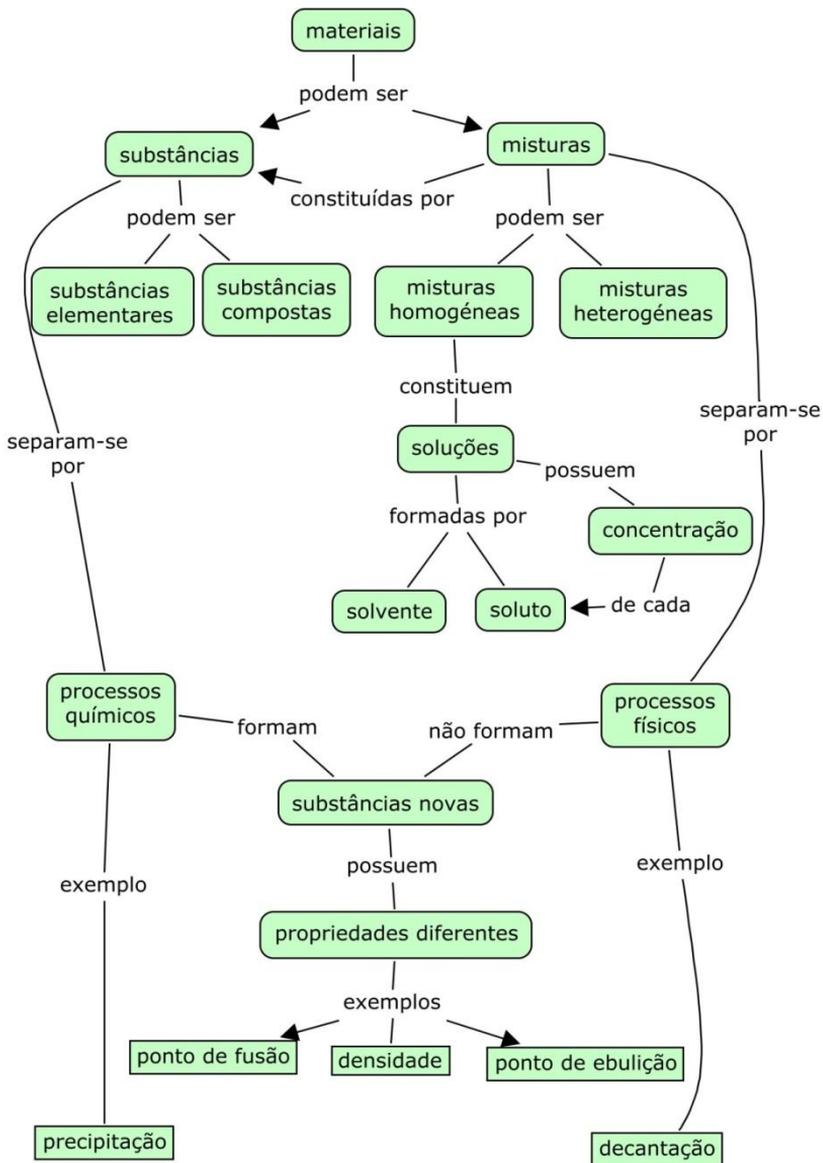


## **Apêndice II**

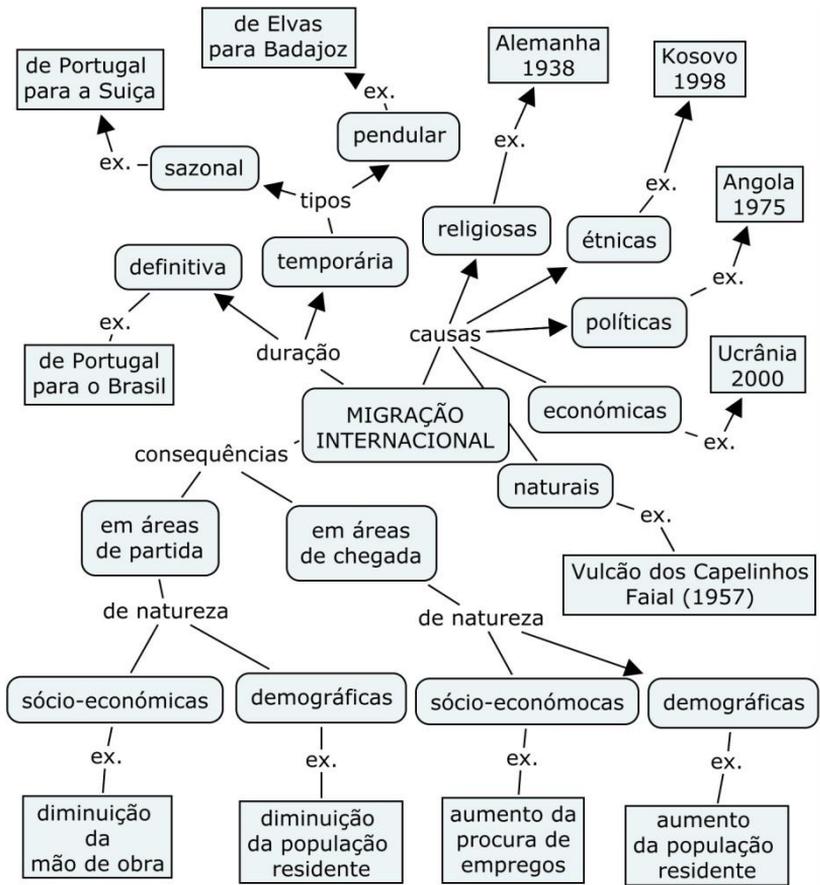
**Mais alguns exemplos de mapas de conceitos**



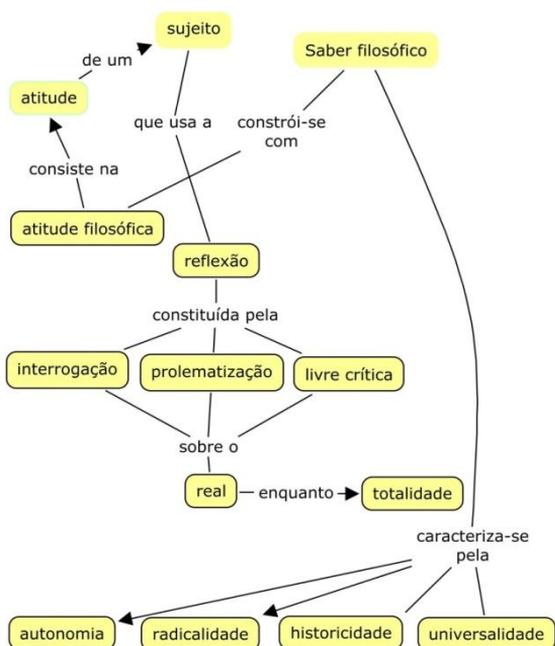




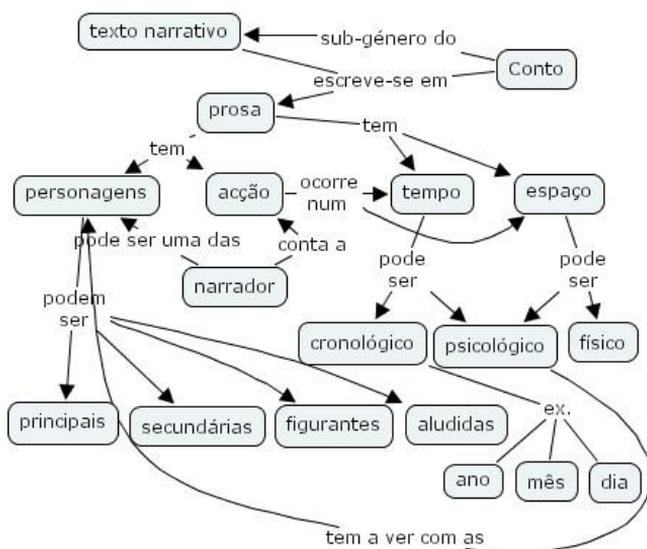
Um mapa de conceitos sobre o tema materiais, lecionado no ensino básico



Mapa de conceitos sobre o assunto migração internacional lecionado em Geografia



Um mapa de conceitos sobre o saber filosófico de um sujeito



Um mapa de conceitos concebido no ensino do conceito de conto





## **Apêndice III**

### **A construção dos mapas de conceitos**

## Ficha de trabalho - A Construção de um mapa de conceitos

Um instrumento muito útil para nos ajudar a pensar e a arrumar as ideias acerca de um assunto é o mapa de conceitos. Ele permite-nos mostrar as nossas ideias acerca de um assunto aos outros e negociar com eles essas ideias.

1. Da lista de palavras seguintes separe as que traduzem objetos das que traduzem acontecimentos: cão, amigo, jogar, mamífero, chover, pulga, trovoadas, casota, festa.
2. Pense na palavra cão. O que é para si um cão? Acha que os seus colegas pensarão o mesmo que você? Ou cada um terá a sua ideia acerca do que é um cão?

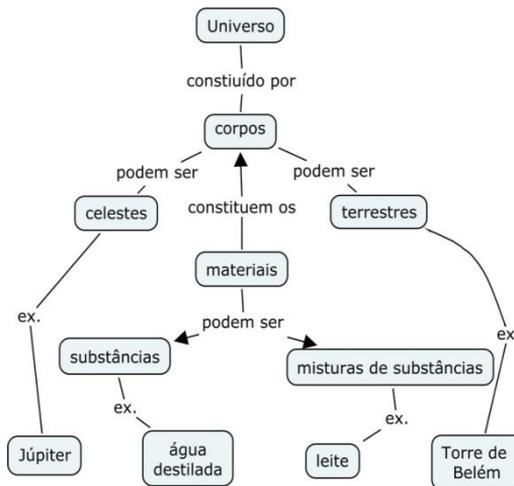


A ideia que cada um tem acerca da palavra cão é o seu **conceito** de cão. No entanto o cão com um dado nome que vemos a passear no jardim não é um **conceito**, é um **exemplo**.

3. Com duas palavras da lista indicada em 1 construa uma frase, como por exemplo: O cão é amigo.

O verbo «é» usado para construir a frase com sentido não é um conceito. É o que se chama uma palavra de ligação.

4. Veja com atenção o mapa seguinte:



Uma das afirmações que tem é: «O Universo é constituído por corpos».

4.1 Retire do mapa mais duas afirmações.

4.2 Assinale nas duas afirmações que escolheu quais as palavras conceito e quais as palavras de ligação.

4.3 Qual é o conceito mais geral e abrangente do mapa?

4.4 Onde estão localizados os exemplos?

4.5 Quais são os dois conceitos englobados pelo conceito «corpos»?

4.6 Quais são os dois conceitos englobados pelo conceito «materiais»?

Se estes conceitos são englobados pelo conceito «materiais», são mais específicos do que este.

5. Um mapa de conceitos é um esquema que procura revelar o pensamento de quem o constrói acerca de um assunto. Tem as seguintes características:

- Contém palavras-conceito ligadas entre si por palavras de ligação para formar frases com significado para quem constrói o mapa

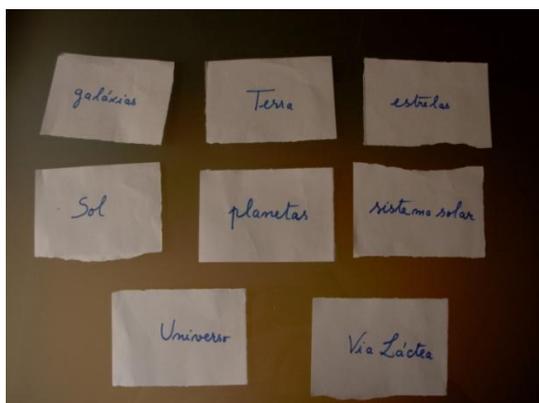
- As palavras – conceito estão dispostas por uma ordem: das mais gerais (mais abrangentes) para as mais específicas (menos abrangentes).

- Os exemplos, quando existem localizam-se no final desta hierarquia.

- Traduz um pensamento tão mais rico acerca de um assunto quanto mais ligações com significado existirem entre os conceitos.

6. Com os conceitos: planetas, sistema solar, Sol, Terra, estrelas, Via Láctea, galáxias e Universo, vamos construir um mapa conceptual.

6.1 Arranje uma folha A4 normal, dobre-a várias vezes e forme retângulos de papel como se mostra na figura.



6.2 Organize os conceitos numa fila e ordene-os do mais geral para o mais específico. Coloque os conceitos que entender que são do mesmo grau de generalidade a par uns dos outros.

6.3 Pense em frases que pode construir com os conceitos que ordenou e deste modo verifique se mantém a ordenação ou se quer alterá-la.

6.4 Construa finalmente o mapa transcrevendo os conceitos para o espaço em baixo mas respeitando as posições dos retângulos e usando palavras de ligação adequadas (quanto menos palavras melhor).

## Referências bibliográficas

- Abrecht, R. (1994). *A avaliação formativa*. Rio Tinto: Edições Asa.
- Alías; M. & Suradi, Z. (2008). Concept mappings: a tool for creating a literature review. In A. J. Canas, P. Reiska, M. Ahlberg, and J. D. Novak (Eds.), *Concept mapping: connecting educators. Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Tallinn, Estonia and Helsinki, Finland. <http://cmc.ihmc.us/cmc2008papers/cmc2008-p048.pdf>.
- Almeida, A. (1998). Papel do Trabalho Experimental na Educação em Ciências. In *Comunicar Ciência*. I (1). Lisboa: Ministério da Educação.
- Alvarez, C & Risko, V. (1987). *Concept maps and vee diagrams: a visual representation of children's thinking*. Comunicação apresentada à American Educational Research Association Annual Meeting, New Orleans, USA, April.
- Anderson, T & Huang, S. (1989). *On using concept maps to assess the comprehension effects of reading expository text* (Tech. Rep. No. 483). Cambridge M.A. Center for the Study of Reading. (ERIC Document Reproduction Service N° ED 310 368)
- Ausubel, D. (2003). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana.
- Barreira, C. (2001). Duas estratégias complementares para a avaliação das aprendizagens: a avaliação formadora e a avaliação autêntica. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 35 (3), 3-33.
- Boyd, R.; Gasper, P.; Trout, J. (edit.) (1991). *The Philosophy of Science*. Cambridge: The MIT press.
- Brooks, J. & Brooks, M. (1999). *In Search of Understanding – The case for Constructivist Classrooms* (revised edition). <http://www.ascd.org/readingroom/books/brooks99book.html>.
- Brown, S; Race, P; Smith, B. (2000). *Guia da Avaliação*. Lisboa: Editorial Presença.
- Bunge, M. (1973). *Filosofia da Física*. Lisboa: Edições 70.
- Bunge, M. (2000). *Física e Filosofia*. São Paulo: Editora Perspectiva.
- Carmen, L. (2000). Los Trabajos Prácticos. In Francisco Palacios & Pedro León (Cords), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.
- Coll C & Martín E. (2001). A Avaliação da Aprendizagem no Currículo Escolar: uma perspectiva construtivista. In Coll C., Martín E., Mauri, T., Miras M., Onrubia J. , Solé I. e Zabala, A. (Coords) *O construtivismo na sala de aula*. Porto: Edições Asa.
- Conceição, L.; Valadares, J. (2004). Using concept maps in Physics Classes. In Cañas, Novak & González (Eds), *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping*. Pamplona. Universidad de Pamplona.

- Crowther, D. (1997). *Editorial: The Constructivist Zone*. Electronic Journal of Science Education. Vol 2, N° 2.  
<http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/ejsev2n2ed.html>.
- Cunha, M. (1998). John Dewey – Uma Filosofia para Educadores em Sala de Aula, 2ª ed. Petrópolis: Editora Vozes.
- Cunningham, D., Duffy, T.; Knuth, R. (1993). Textbook of the Future. In C. McKnight (Ed.). *Hypertext: A psychological perspective*. London: Ellis Horwood Publishing.
- Doran, R.; Chan, F.; Tamir, P. (1998). *Science Educator's Guide to Assessment*. Arlington - Virginia: National Science Teachers Association Press.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The theory of multiple intelligences*. Nova Iorque: Basic Books.
- Edmondson, K. (1993). Concept mapping for the development of medical curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (7), 777-793
- Elhelou, M-W (1997). The use of concept mapping in learning science subjects by Arab students, *Educational Research*, 39 (3), 311-317.
- Fountain, C., Goudy, L, Hunter, J., Monroe-Hossi, H. & Wehry, S. (2008). Concept Mapping: Middle School to Preschool and Back. Comunicação na 3rd International Concept Mapping Conference, Tallinn, Estonia and Helsinki, Finland.
- Gil, F. (1999). *A ciência tal qual se faz (Prefácio)*. Lisboa: Edições João Sá da Costa.
- Gil Pérez, D., Carrascosa, J., Furió, C. & Torregrosa, J. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: I.C.E. Universitat Barcelona.
- Gil Pérez, D., Guisasaola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa de Carvalho, A., Torregrosa, M., Salinas, J., Valdés, P., González, E., Dumas Carrê, A., Tricárico, A. & Gallego, R. (2002). Defending Constructivism in Science Education. *Science & Education*, 11, 557-571.
- Gouveia, V. & Valadares, J. (2003). A Aprendizagem num Ambiente Construtivista: Um Estudo de Caso. Comunicação no X Encontro Nacional de Educação em Ciências – Aprendizagem Formal e Informal. Lisboa: Faculdade de Ciências .
- Gowin, D. (1970). The Structure of knowledge. *Educational Theory*, 20 (4), 319-328
- Gowin D. (1990). *Educating*, 2nd ed. Ithaca, N.I: Cornell University Press.
- Gowin, D & Alvarez, M. (2005). *The Art of Educating with V Diagrams*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hodson D.; Reid D. (1993). *Ciência para todos em secundario*. Narcea, S. A.
- Hodson, D. (2000). The Place of Practical Work in Science Education. In Sequeira et al. (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Departamento de Metodologias da Educação da Universidade do Minho.

- Jegede, O., Alaiyemola, F. & Okebukola, P. (1990). The Effect of Concept Mapping on Students's Anxiety and Achievement in Biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 951-960.
- Jonassen, D. (1994). Thinking Technology: Toward a constructivist design model. *Educational Technology*, 34(3), 34-37.
- Jonassen, D. & Tessmer, M. (1996). An Outcomes Based Taxonomy for the Design, Evaluation and Research of Instructional Systems, *Training Research Journal*, 1, 11-46.
- Leite, C. & Fernandes, P. (2002). *Avaliação das Aprendizagens dos Alunos. Novos contextos, novas práticas*. Porto: Edições Asa.
- Markow, P. & Lonning, R. (1998) . Usefulness of Concept Maps in College Chemistry Laboratories: Students's Perceptions and Effects on Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (9), 1015-1029.
- Martin, D. (1994). Concept Mapping as an aid to lesson planning: A longitudinal study. *Journal of Elementary Science Education*, 6 (2), 11-30.
- Matthews M. (1992). History, Philosophy and Science Teaching: The Present Rapprochement. *Science & Education*, 1 (1), 11-47.
- Matthews, M. (1994). *Science Teaching: the Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge
- McClure, J., Sonak, B. & Suen, H. (1999 ). Concept Map Assessment of Classroom Learning: Reliability, Validity, and Logistical Practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (4), 475-492
- Mintzes, J. & Wandersee, J. (2000). Reforma e Inovação no Ensino da Ciência: uma visão construtivista. In J. Mintzes, J. Wandersee & J. Novak (Eds.) *Ensinando Ciência para a compreensão – uma visão construtivista* (pp. 44-67). Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Moreira, M. (1979). Concept maps as tool for teaching. *Journal of College Science Teaching*, 8 (5), 283-286.
- Moreira, M. (1980). A non-traditional approach to the evaluation of the laboratory instruction in general physics courses. *European Journal of Science Education*, 2 (4), 441-448
- Moreira (2006). *Mapas conceituais & diagramas V*. Porto Alegre: Ed. Autor.
- Moreira M. & Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem*. Lisboa: Plátano, Edições Técnicas.
- Moreira M. & Masini E. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria da aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo. Editor Moraes.
- Nola, R. (1998). Constructivism in Science and Science Education; A Philosophical Critique. In M. Matthews (Ed.), *Constructivism in Science Education – A Philosophical Examination* (pp. 31-59). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Novak, J. (1990). Human Constructivism: A Unification of Psychological and Epistemological Phenomena in Meaning Making. Com. na “*The Fourth North American Conference on Personal Construct Psychology*, San Antonio, Texas.

- Novak, J. (1992). A View on the Current Status of Ausubel's Assimilation Theory of Learning. Comun. na *American Educational Research Association Conference* San Francisco, California, April.
- Novak, J. (1993). Human Constructivism: a unification of psychological and epistemological phenomena in meaning making. *International Journal of Personal Construct Psychology*, 6, 167-193
- Novak, J. (2000). A demanda de um sonho: a educação pode ser melhorada. In J. Mintzes, J. Wandersee & J. Novak (Eds.) *Ensinando Ciências para a Compreensão - uma visão construtivista* (pp. 22-43). Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Novak, J. & Gowin D. (1999). *Aprender a Aprender*, 2ª ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Okebukola, P. (1990). Attaining Meaningful Learning of Concepts in Genetics and Ecology: an Examination of the Potency of the Concept Mapping Technique. *Journal of Research in Science Teaching*, 2 (5), 493-454
- Osborne J. (1996). Untying the Gordian Knot: diminishing the role of practical work. *Physics Education* 31(5), 271– 278.
- Pais, A.; Monteiro, M. (1996). *Avaliação – uma prática diária*. Lisboa: Editorial Presença.
- Pankratius, W. (1990) Building an Organized Knowledge Base: Concept Mapping and Achievement in Secondary School Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (4), 315-333.
- Passos, A. & Moreira, M. (1982). Avaliação no ensino do laboratório: uma proposta alternativa. *Revista Brasileira de Física*, 12 (2), 375-386
- Piaget, J. & Garcia, R. (1987). *Psicogênese e História das Ciências*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Pinto, J. (1994). Teoria e Práticas de Avaliação: entre o passado e o presente - que perspectivas para o futuro?. Adaptação livre de um texto de Jean Cardinet. Paris: Hachette.
- Rice, D, Ryan, J. & Samson, S. (1998). Using Concept Maps to Assess Student Learning in the Science Classroom: Must Different Methods Compete?. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (10), 1103-1127.
- Rowell, R. (1978). Concept Mapping: Evaluation of Children's Science Concepts Following Audio-Tutorial Instruction. PhD thesis, Cornell University, Ithaca, N.Y., USA
- Savery, J. & Duffy,T. (1995) . *Problem Based Learning: An Instructional Model and Its Constructivist Framework*. *Educational Technology*, 35(5), pp. 31-38
- Schwab, J. (1964). *Educating and the structure of knowledge*. Chicago, IL: Rand, Mc Nally.
- Solomon, J. (1994). The Rise and Fall of Constructivism. *Studies in Science Education*, 23, 1-19
- Suchting, W. (1998). Constructivism Deconstructed. In M. Matthews (Ed.), *Constructivism in Science Education – A Philosophical Examination* (pp. 61-92). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Toulmin, S. (1972). *Human Understanding, Volume 1: The Collective Use and Evolution of Concepts*. Princeton: Princeton University Press.
- Trowbridge, J. & Wandersee, J. (2000). Organizadores gráficos guiados pela teoria. In Mintzes, J., Wandersee, J. & Novak, J. (Eds.) *Ensinando ciência para a compreensão – uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Valadares, J. (1995). Concepções Epistemológicas sobre o conhecimento físico. Comun. no “5º Encontro Ibérico para la Enseñanza de la Física”. Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Espanha.
- Valadares, J. (1999). O Vê de Gowin: um instrumento poderoso de construção conceptual. Comun. no “VII Encontro Nacional - Educação em Ciências”. Faro: Universidade do Algarve, Portugal.
- Valadares, J. (2000). A importância epistemológica e educacional do Vê do Conhecimento. In M. Moreira, Valadares, J, Caballero, C. E Teodoro, V. (Orgs.), *Teoria da Aprendizagem Significativa – Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa* (pp. 87-120). Disponível em <http://www.mlrg.org/memberpublications/LivroPeniche2000.pdf>
- Valadares, J.; Graça, M. (1998). *Avaliando para melhorar a aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Coleção Plátano Universitária.
- Valadares, J. & Moreira, M. (2009). *Teoria da Aprendizagem Significativa – sua Fundamentação e Implementação*. Coimbra: Edit. Almedina
- Von Glasersfeld, E. (1996). *Construtivismo radical: uma forma de conhecer e aprender*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Wallace, J. & Mintzes, J.(1990). The concept map as a research tool: exploring conceptual change in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(100), 1033-1052
- Wellington, J. (2000). Re-thinking the Role of Practical Work in Science Education. In Sequeira et al. (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Departamento de Metodologias da Educação da Universidade do Minho.
- Wilson, B. (Ed.) (1996). *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technologies Publications.