

**MAPAS CONCEPTUAIS PROGRESSIVOS COMO SUPORTE DE UMA ESTRATÉGIA
CONSTRUTIVISTA DE APRENDIZAGEM DE CONCEITOS MECÂNICOS POR
ALUNOS DO 9º ANO DE ESCOLARIDADE – QUE RESULTADOS E QUE ATITUDES?***
(Progressive concept maps as support of a constructivist strategy in the learning of
mechanical concepts by ninth graders – what results and attitudes?)

Luis Conceição

Escola Secundária Ferreira Dias. Lisboa, Portugal

Jorge Valadares

Universidade Aberta. Lisboa, Portugal

jvalad@univ-ab.pt

Resumo

O presente trabalho é consequência de um estudo de reflexão-acção envolvendo a aprendizagem de conceitos mecânicos por alunos do 9º ano de escolaridade. O estudo começou por uma planificação, baseada num Vê do conhecimento (ou Vê de Gowin), de toda a actividade teórico-prática a realizar. Para produzir essa planificação, começámos por analisar as condições em que deveria decorrer o trabalho de campo e por reflectir sobre alguns princípios a que deveria obedecer a estratégia construtivista de aprendizagem a aplicar nas aulas. Decidimos realisticamente respeitar as condições em que, na grande maioria dos casos, decorrem as aulas de Físico-químicas do 9º ano nas escolas portuguesas. Assim, optámos por uma estratégia baseada no conhecimento prévio de cada aluno, na construção de mapas conceptuais progressivos por cada um deles, na apresentação e discussão dos mapas pelos seus autores no grupo – turma, mediada pelo professor e num processo de “évaluation formatrice” (Abrecht, R., 1994, p. 48-60). Esta avaliação formadora assentou fundamentalmente na «negociação das ideias» baseada nos diversos mapas intencionalmente seleccionados pelo professor após análise em casa e na própria aula, por revelarem dificuldades que importava ir ultrapassando, e no auto-controlo da aprendizagem pelos alunos. Este processo «interactivo» de aprendizagem - avaliação permitiu não só o controlo das aprendizagens dos alunos pelo professor, mas também uma negociação de ideias que estimulou o controlo de cada um deles pela sua própria aprendizagem, que foi sendo deste modo permanentemente estimulada. A **questão-foco** da pesquisa, previamente discutida e concertada entre os autores desta comunicação, foi a seguinte: **Será que uma estratégia construtivista baseada na construção de mapas conceptuais progressivos pelos alunos e num processo de avaliação formadora é mais eficaz para a aprendizagem de conceitos mecânicos do 9º ano e desenvolve atitudes mais favoráveis nos alunos do que uma estratégia de ensino mais tradicional?** Como **objectos/acontecimentos** recorremos a duas turmas de alunos do 9º ano de escolaridade seleccionadas pelo facto de se afigurarem à partida bastante equivalentes, facto que o estudo que efectuámos logo de início nos permitiu confirmar. Uma turma serviu de *grupo experimental* e outra de *grupo de controlo* no *design* do trabalho de campo, de índole quase-experimental, que concebemos. Para além dos mapas conceptuais cuja análise de conteúdo nos permitiu ir acompanhando e classificando a evolução conceptual dos alunos, recorremos como é típico de um plano quase-experimental a um pré-teste e a um pós teste, sujeitos a um processo de validação directa (validação facial prévia) e indirecta (através da determinação do coeficiente de fidelidade, erro padrão de medição e erro padrão da média). Utilizámos também uma escala de Likert e um questionário com os alunos. A pesquisa que efectuámos teve obviamente algumas limitações que nesta comunicação serão apontadas, mas, apesar destas, permitiu-nos extrair algumas conclusões favoráveis ao uso deste tipo de estratégia e também proporcionar algumas sugestões úteis aos professores que trabalham nas condições difíceis que reinam na grande maioria das escolas do ensino básico do nosso país.

* Trabalho apresentado no I Encontro Ibero-americano sobre Investigação em Educação em Ciências, Burgos, Espanha, 16-21 de setembro de 2002.

Palabras-clave: mapas conceituais; estratégia construtivista; conceitos mecânicos.

Abstract

The present work results of a thinking and action study involving the learning of mechanical concepts for 9th year of education' students. The study design is based on the Vee diagram (or Vee of Gowin) for the whole theoretical-practice activity. To draw up a plan for the work, we began analysing the conditions of the practical part of the study and, at the same time, we thought about some principles concerning the constructivist strategy of learning to apply in the classes. In a realistic aptitude, we decided to respect the most frequent conditions we have in the Physics and Chemistry classes of the 9th year of education in the Portuguese schools. Thus, we decided to adopt a strategy based on each student's previous knowledge, in the construction of progressive conceptual maps by each one of the students, in the presentation and discussion of the maps by its authors in all the classroom - group, mediated by the teacher, and in a process of a special kind of formative evaluation named, in French, "evaluation formatrice" (Abrecht, R., 1994, p. 48-60). This evaluation is fundamentally based on the "negotiation of ideas" that several maps gave rise to and in the self-control of learning by students. The maps were intentionally chosen by the teacher, based on the difficulties they revealed. This "interactive" learning - evaluation process permitted the teacher not only to control the students' learning, but also a negotiation of ideas that stimulated the individual process of learning of each student. The focus - question of the research, previously discussed and agreed by the authors of this communication, is the following: Is a constructivist strategy based on the student construction of progressive conceptual maps and in a process of "evaluation formatrice" more effective for learning of mechanical concepts in the 9th year of education and does it develop more adequate attitudes in the students than a strategy of more traditional teaching? As objects, we worked with two groups of 9th year of education' students as they looked as being quite equivalent. This fact was confirmed by the study that we have made at the beginning. A group has served as experimental group and another as control group, according to the almost-experimental design of the methodological work we conceived. Besides the conceptual maps whose content analysis permitted the classification of the students' conceptual evolution, we appealed to a pre-test and a post - test as it is typical of all almost-experimental plans. These tests have been submitted to a direct process of validation (previous facial validation) and to an indirect process of validation (through the determination of the reliability coefficient, the standard error of measurement and the standard error of mean). We have also used a Likert scale and a questionnaire with the students. Obviously, this research have some limitations that will be pointed out in this communication. Nevertheless, in spite of these, it allowed us to extract some favourable conclusions to the use of this kind of strategy in these conditions. It also permitted us to provide some useful suggestions to the Physics teachers that work in the difficult conditions that reign in most basic and secondary schools of our country.

Keywords: concept maps; constructivist strategy; mechanical concepts.

1. Introdução

O presente trabalho é o produto de muita reflexão em torno do tema mapa conceptual, cujo uso, pelo menos em Portugal, está muito aquém das nossas expectativas. Tal reflexão não seria possível sem a consulta de excelentes obras (Moreira, Buchweitz, 1993, Novak, Gowin, 1999, Novak, 2000, Mintzes, Wandersee, Novak, 2000, entre outras) e também sem a leitura de diversos trabalhos (Cronin, Dekkers, Dunn, 1982, Edwards, Fraser, 1983, Novak, Gowin, Johansen, 1983, Fraser, Edwards, 1985, Lehmann, Carter, Kahle, 1985, Freitas, Leite, Campos, 1987, Kunifed, Wandersee, 1990, Cliburn, 1990, Jegede, Alaiyermola, Okebukola, 1990, Pankratius, 1990, Stensvold, Wilson, 1990, Wallace, Mintzes, 1990, Gibson, 1991, Ross, Munby, 1991, Barenhol,

Tamir, 1992, Mason, 1992, Okebukola, 1992, Horton, Mcconney, Gallo, Woods, Senn, Hamelin, 1993, Roth, Roychoudhury, 1993, Sansão, 1997, etc.).

Em consequência de toda a pesquisa bibliográfica efectuada, na qual incluímos também trabalhos sobre aprendizagem cooperativa, defendemos a construção colaborativa de mapas conceptuais em pequenos grupos, seguida da sua discussão no grupo - turma. De facto, sabemos como a aprendizagem cooperativa dos alunos, em pequenos grupos, com muita interacção entre pares e muita avaliação formadora, é hoje defendida com toda a veemência, sendo mesmo uma das características do que alguns autores chamam um ambiente construtivista de aprendizagem (Cunningham, Duffy, Knuth, 1993, Jonassen, 1994, Savery, Duffy, 1996 e Valadares, 2001). Consideramos este ambiente muito importante para uma aprendizagem significativa da ciência.

Acontece que surgem muitas vezes fortes condicionamentos ao trabalho em grupo, porque não é tarefa fácil o professor «controlar» muitos grupos a trabalharem ao mesmo tempo, particularmente quando os alunos estão já no 9º ano de escolaridade e não vêm de trás com uma aprendizagem de determinadas atitudes e hábitos.

Assim, o que se verifica é que muitos professores, pressionados pela necessidade de cumprir os programas oficiais extensos e de carácter obrigatório, preferem trabalhar com os alunos separados. Para tornar a aula o mais interactiva possível, optam então por uma dinâmica de grupo, porém a nível da turma. Cada aluno faz as suas próprias actividades individualmente, para, posteriormente, interagir com os colegas a nível de toda a turma sob a «batuta» do professor.

Possuímos dados que nos permitem inferir que esta situação é muito comum nas salas de aulas portuguesas no 9º ano. As turmas do 9º ano (que faz parte da escolaridade obrigatória) têm em geral um número elevado de alunos e, o que ainda piora a situação, vindos de trás com poucos ou nenhuns hábitos de trabalho em pequenos grupos. Trata-se de um ano terminal e o programa é nacional e com carácter obrigatório. Assim, muitos professores optam preferencialmente por um trabalho em grupo - turma, coordenado por eles próprios (para, deste modo, manterem a necessária disciplina de trabalho). O trabalho dos alunos começa por assumir uma forma individual, para depois dar origem a uma negociação de ideias em toda a turma.

Ainda que tivesse sido possível privilegiarmos uma estratégia de trabalho cooperativo em pequenos grupos, decidimos realisticamente conceber uma estratégia baseada na construção individual de mapas conceptuais. Vários mapas conceptuais, intencionalmente escolhidos como sendo os que revelavam mais dificuldades de aprendizagem, eram transcritos para acetatos, colocados no retroprojector e discutidos no grupo - turma. Os mapas dos alunos iam, então, sendo progressivamente autocorrigidos em resultado da discussão no grupo - turma e ampliados com novos conceitos à medida que os alunos iam estruturando e reestruturando o seu conhecimento.

A estratégia concebida incidiu sobre um determinado quadro conceptual da Mecânica, abrangendo conceitos tradicionalmente não muito acessíveis como são os de referencial, posição, velocidade, aceleração, força e energia.

2. Metodologia da pesquisa

Decidimos adoptar uma metodologia baseada no Vê do conhecimento ou Vê de Gowin que apresentamos na página a seguir. Como tal, todo o desenvolvimento desta comunicação apoiar-se-á também neste excelente instrumento heurístico.

Tal como já dissemos no resumo, a **questão-foco** da pesquisa foi a seguinte:

Será que uma estratégia construtivista baseada na construção de mapas conceptuais progressivos pelos alunos e num processo de avaliação formadora é mais eficaz para a aprendizagem de conceitos mecânicos do 9º ano e desenvolve atitudes mais favoráveis nos alunos do que uma estratégia de ensino mais tradicional?

Da questão fizemos ressaltar os dois grandes **objectivos gerais** da pesquisa efectuada, a saber:

- Comparar a eficácia de uma estratégia construtivista baseada na construção de mapas conceptuais progressivos e numa avaliação formadora com a de uma estratégia de ensino mais tradicional na aprendizagem de conceitos mecânicos do 9º ano.

- Caracterizar a atitude dos alunos do 9º ano perante a utilização dos mapas conceptuais.

Para operacionalizar a questão-foco, enunciámos as seguintes questões menos abrangentes, para cujas respostas procurámos reunir o máximo de informação que nos foi possível:

- Uma estratégia construtivista baseada na construção de mapas conceptuais progressivos promove uma melhor assimilação de conceitos mecânicos do que uma estratégia de ensino mais tradicional?
- Como se caracteriza a atitude dos alunos do 9º ano de escolaridade perante a utilização de mapas conceptuais?
- Quais as vantagens e desvantagens da utilização de mapas conceptuais no estudo de conceitos mecânicos do 9º ano?
- Que dificuldades sentem os alunos do 9º ano na construção de mapas conceptuais?

Conforme mostra o Vê correspondente à planificação da pesquisa, antes de partir para o trabalho de campo discutimos e pusemo-nos de acordo a respeito de algumas ideias sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento. Tais ideias enquadram-se perfeitamente num paradigma construtivista trivial e humanista, não muito afastadas das que Joseph Novak expõe em dois artigos que discutimos entre nós (1987 e 1988) e com respeito pelo princípio da correspondência (mas não identidade, entenda-se) entre o modelo físico produzido pela ciência e o objecto ou acontecimento modelado.

A teoria que está na base da pesquisa é a teoria da aprendizagem significativa, e assentámos também em alguns princípios com carácter hipotético e que nós pretendíamos precisamente sujeitar ao veredicto experimental.

Acordámos também nos conceitos fundamentais que iriam estar envolvidos na pesquisa e, para que ficassem claras as nossas representações dos mesmos, decidimos apresentar as respectivas definições com a maior clareza possível.

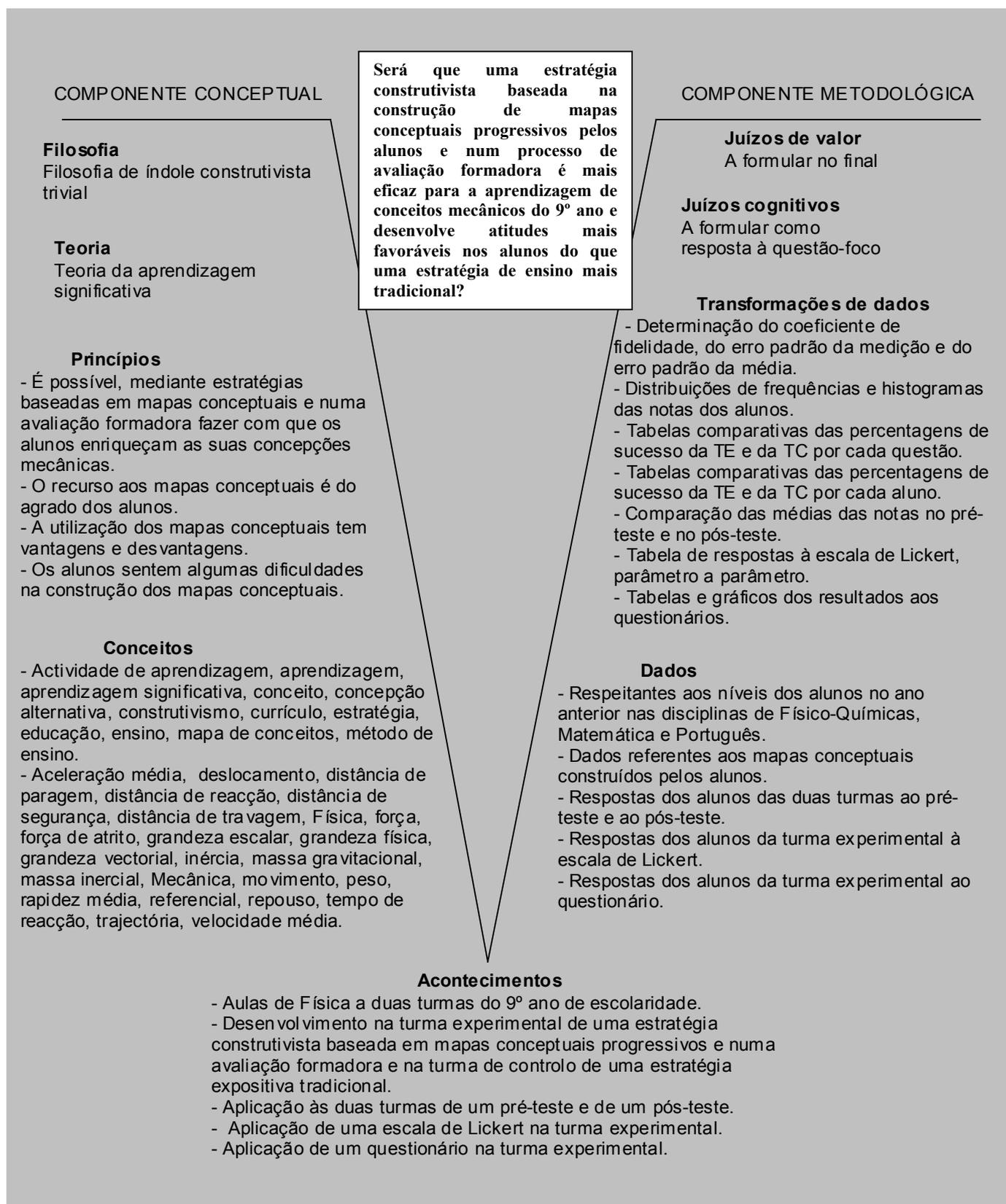
A fim de avaliar a eficácia da estratégia concebida adoptámos um *design* quase-experimental (Carmo e Ferreira, 1998, pp 233-234) envolvendo um grupo experimental e um grupo de controlo. A amostra foi constituída por duas turmas do 9º ano de escolaridade de uma Escola da região de Lisboa, num total de 52 alunos.

Tal como é típico dos *designs* experimentais, utilizámos um pré-teste e um pós-teste. Optámos por testes de escolha múltipla, com questões cuidadosamente formuladas para avaliarem objectivos iguais antes e depois da aprendizagem. Sempre que ao produzirmos duas questões por objectivo, uma delas resultava mais difícil que a outra, ela foi sistematicamente destinada ao pós-teste. Foi com estes instrumentos que recolhemos os dados destinados a formular juízos acerca da eficácia da estratégia. Ambos os testes foram sujeitos a uma validação facial por um painel composto por professores experientes do ensino secundário e por professores do ensino superior, um dos quais tem muita experiência em avaliação. Posteriormente, fizemos estudos de confiabilidade com base nas respostas aos testes, que nos permitiram reforçar indirectamente a validade do processo.

Os dados recolhidos nos testes foram comparados com os que obtivemos ao analisar os mapas conceptuais progressivos produzidos pelos alunos e tal facto serviu para enriquecer a validade interna da pesquisa.

Como também pretendíamos conhecer as atitudes dos alunos face à construção de mapas conceptuais progressivos, as dificuldades sentidas pelos alunos nessa construção e tentar compreender as razões que eventualmente fundamentam estas, no final do tratamento aplicámos uma escala de Likert. Os parâmetros que definimos foram os seguintes: a atracção pelo uso dos mapas conceptuais e o seu contributo ou não para uma boa interacção professor - aluno, para promover uma boa atitude perante o estudo da Física, para aumentar a auto-estima e a autoconfiança, a diminuição de ansiedade e o interesse e atenção nas aulas.

Foi ainda usado um questionário com a finalidade de os alunos avaliarem o seu próprio progresso na aprendizagem por comparação dos primeiros mapas com os mapas finais, qual a sua opinião acerca das potencialidades destes instrumentos para facilitar a aprendizagem e, em particular, a sua contribuição para a expressão escrita, quais as dificuldades sentidas na construção dos seus mapas, que vantagens e desvantagens vêm no seu uso e que pensam da eventual utilização de mapas conceptuais em outras disciplinas.



3. Conclusões

O estudo quase-experimental que realizámos conduziu-nos à conclusão de que a turma experimental teve uma melhoria de resultados, do pré-teste para o pós-teste, mais acentuada do que

a turma de controlo. A diferença quanto à proficiência nas duas turmas não foi muito significativa, mas já tínhamos previsto este facto por mais de uma razão: por um lado, estávamos conscientes que a estratégia iria ser desenvolvida com alunos pouco ou nada familiarizados com o uso de mapas de conceitos, e dispúnhamos de um tempo relativamente curto não só para os familiarizar com o uso dos mapas, como também para aplicar essa estratégia centrada na sua utilização. Por outro lado, os alunos iriam abordar conceitos mecânicos pela primeira vez, no seu segundo ano de estudo da Física e Química, e por experiência sabemos como alguns desses conceitos não são nada fáceis de assimilar correctamente pelas estruturas cognitivas dos alunos que estão repletas de *misconceptions* acerca dos mesmos. Finalmente, e este aspecto é importante, reservámos sempre para o pós-teste a questão mais difícil construída para cada objectivo específico, tal como afirmámos atrás.

A tabela da página seguinte é uma, entre diversas tabelas e gráficos que construímos para transformar os dados obtidos de modo a mais facilmente extrair informação deles.

Nº da questão	Nº de respostas certas no pré-teste		Nº de respostas certas no pós-teste		Variação	
	TE	TC	TE	TC	TE	TC
1	17	16	26	25	+ 09	+ 09
2	03	00	21	16	+ 18	+ 16
3	20	16	25	19	+ 05	+ 03
4	20	14	25	25	+ 05	+ 11
5	10	12	24	15	+ 14	+ 03
6	07	09	12	09	+ 05	+ 00
7	23	20	06	02	- 17	- 18
8	16	20	13	11	- 03	- 09
9	03	05	05	05	+ 02	+ 00
10	01	01	15	14	+ 14	+ 13
11	04	05	21	20	+ 17	+ 15
12	15	15	15	09	+ 00	- 06
13	00	01	01	02	+ 01	+ 01
14	01	00	02	00	+ 01	+ 00
15	07	04	08	06	+ 01	+ 02
16	08	10	08	05	+ 00	- 05
17	01	07	19	14	+ 18	+ 07
18	16	11	24	19	+ 08	+ 08
19	14	12	24	22	+ 10	+ 10
20	16	15	23	22	+ 07	+ 07
21	19	19	22	13	+ 03	- 06
22	13	11	13	11	+ 00	+ 00
23	02	03	26	24	+ 24	+ 21
24	23	20	23	20	+ 00	+ 00
25	12	12	07	15	- 05	+ 03
26	24	20	26	20	+ 02	+ 00
27	26	24	25	22	- 01	- 02
28	21	19	25	21	+ 04	+ 02
29	21	22	26	26	+ 05	+ 04
30	10	10	10	08	+ 00	- 02
31	17	11	17	14	+ 00	+ 03
Variação média por questão					+ 4,7	+ 2,9

Há duas questões que afectaram de um modo estranho os dados anteriores. Uma é a questão 7, que implicou um resultado muito pior no pós-teste do que no pré-teste em ambos os grupos. Trata-se de uma questão acerca do significado de massa (inercial), que faz parte do programa. Como sabemos, o conceito de massa, como medida da inércia de um corpo, é complexo para os alunos principiantes, que têm muita tendência a confundir esse conceito com o de peso (muito mais falado no dia a dia). Ora a formulação da questão do pré-teste ia ao encontro de um conhecimento intuitivo, a base da questão pedia a selecção da definição de massa e era relativamente fácil seleccionar a alternativa que representava a possível definição de massa. Ao contrário, a base da questão do pós-teste referia-se à «resistência que um corpo apresenta à alteração da velocidade sob a acção de forças» e pedia-se a escolha da grandeza que a mede. Aparecendo opções como a aceleração, o peso e a velocidade ao lado da massa, a dificuldade conceptual desta questão é nitidamente superior à do pré-teste.

Estamos, além disso, conscientes que, por manifesta falta de tempo, não houve possibilidade de trabalhar o conceito de massa tão bem como desejávamos.

A questão 8, por sua vez, dizia respeito ao conceito de peso, e um dos distraidores que surgem na questão do pós-teste («é uma propriedade que faz aumentar a massa do corpo») também se revelou compreensivelmente muito atraente para os alunos.

Por outro lado, algumas das questões revelaram-se demasiado fáceis e, como tal, pouco discriminaram os dois grupos, o que num trabalho desta natureza é um aspecto negativo.

Entrando em linha de conta com todos os factores inerentes aos resultados de cada item e particularmente após termos efectuado uma análise elementar desses resultados, podemos afirmar, sem qualquer margem de dúvida, que a referida estratégia se revelou mais eficaz do que o ensino tradicional na aprendizagem dos conceitos mecânicos mais trabalhados com os mapas conceptuais.

A escala de Likert aplicada aos alunos da turma experimental permitiu-nos caracterizar a atitude dos alunos perante a utilização dos mapas de conceitos nas aulas. Esta caracterização focalizou-se nos seguintes parâmetros: *relação professor - aluno; atitude perante a Física; interesse e atenção nas aulas; autoconfiança e auto-estima; ansiedade; e grau de satisfação pelo uso dos mapas de conceitos.*

Relativamente aos três primeiros parâmetros verificámos que, em média, 80 % dos alunos entenderam que o recurso à estratégia centrada na utilização de mapas de conceitos *valoriza a relação professor - aluno, melhora a sua atitude perante a Física* e também a sua *atenção nas aulas.*

Uma percentagem de alunos semelhante à anteriormente referida revelou sentir-se *mais autoconfiante* após a utilização da estratégia centrada na utilização de mapas de conceitos. A estratégia adoptada também *melhora a auto-estima*, na opinião de aproximadamente 60 % dos alunos.

Em média, 75 % dos alunos consideraram que o trabalho com mapas de conceitos *diminui a ansiedade* e, simultaneamente, mostraram a sua *satisfação* perante a utilização desta estratégia.

Em suma: sete em cada dez alunos, em média, revelaram uma atitude positiva relativamente ao uso dos mapas de conceitos no que respeita aos diversos parâmetros relativos ao processo de ensino - aprendizagem, e que constavam da escala de Likert. Os parâmetros em relação aos quais as suas opiniões se revelaram mais favoráveis foram, por ordem decrescente, a relação professor - aluno, a atitude perante a Física e a atenção nas aulas. O parâmetro que realçaram menos foi a auto-estima.

Por sua vez, da análise do questionário concluímos que:

- 80 % dos alunos nunca tinham contactado com mapas de conceitos;
- todos os alunos registaram diferenças nos seus mapas de conceitos construídos antes e depois da aprendizagem, sendo as principais diferenças registadas a forma de hierarquização dos conceitos, as ligações entre os mesmos e as palavras de ligação;
- os alunos indicaram como utilidades principais do mapa de conceitos as suas potencialidades no resumo da matéria aprendida e na melhor compreensão e relação dos conceitos;
- 24 dos 26 alunos da turma experimental consideraram que o aspecto visual dos mapas conceptuais contribui para facilitar a sua aprendizagem;
- aproximadamente três quartos dos alunos entenderam que estes instrumentos contribuem para a melhoria da sua expressão escrita, através da escolha mais adequada das palavras e do enriquecimento do vocabulário;
- aproximadamente 60% dos alunos entenderam que a construção de um mapa conceptual é difícil; as principais dificuldades sentidas foram a organização hierárquica dos conceitos e a escolha das palavras de ligação;
- 80 % dos alunos revelaram preferir a estratégia centrada na utilização de mapas de conceitos relativamente a outras mais frequentemente utilizadas;
- os alunos destacaram, como *vantagens* dos mapas conceptuais, as suas potencialidades na ajuda ao entendimento da matéria, à respectiva recordação e à poupança de tempo para estudar um assunto e, como *desvantagens*, o facto de, em alguns casos, os mapas poderem ser muito confusos e ser necessário despender muito tempo na sua construção e na aprendizagem da respectiva técnica;
- quase 90 % dos alunos entenderam que deveriam ser utilizados mapas conceptuais noutras disciplinas, além das Ciências físico-químicas, nomeadamente nas disciplinas de História, Língua Portuguesa e Ciências Naturais;
- dois terços dos alunos gostariam que a avaliação sumativa contemplasse o recurso aos mapas de conceitos.

A análise dos mapas de conceitos construídos pelos alunos permitiu-nos destacar os seguintes aspectos:

- o conceito mais geral e abrangente foi seleccionado de forma correcta por todos os alunos;
- de um modo geral os mapas de conceitos revelaram uma estrutura dendrítica, em árvore, surgindo muito poucos que revelaram uma estrutura linear;
- aproximadamente 25 % dos alunos escreveram nos seus mapas de conceitos palavras de ligação incorrectas e um número reduzido de mapas revelaram palavras de ligação muito repetidas, conceitos repetidos e ausência de palavras de ligação;
- confirmaram-se as dificuldades apontadas pelos alunos nas respostas ao questionário em hierarquizar os conceitos;
- mais de 75 % dos alunos escreveram mapas com alguns conceitos em lugar de palavras de ligação.

Com base na análise efectuada aos mapas de conceitos construídos pelos alunos pudemos observar a sua evolução conceptual (em apêndice, a título de exemplo, apresentamos os mapas progressivos construídos por um aluno).

A análise dos mapas que efectuámos permitiu-nos constatar que o aspecto em que os alunos mostraram maiores dificuldades foi no estabelecimento de ligações cruzadas, o que é

perfeitamente natural dado que a reconciliação integrativa de conceitos não é fácil para quem, como é o caso destes alunos, não tinha experiência anterior de uso de mapas conceptuais nem qualquer outra estratégia baseada na teoria da aprendizagem significativa e estava a confrontar-se pela primeira vez com a aprendizagem física dos conceitos mecânicos. Porém, ainda assim, mais de 50 % dos alunos acabaram por estabelecer ligações deste tipo nos seus mapas de conceitos, particularmente nos últimos.

No que respeita ao rigor científico das ligações estabelecidas entre conceitos, pudemos verificar que ele é, de uma forma geral, satisfatório. Alguns mapas conceptuais não contêm nenhum erro científico. Vários alunos, porém, revelaram a concepção alternativa vulgar em que a *força* que actua num corpo determina a sua *velocidade* (em lugar da aceleração, o que seria correcto).

4. Alguns juízos, para concluir

Podemos afirmar, com base na análise comparativa dos diversos instrumentos de pesquisa que utilizámos, que a aplicação da estratégia centrada na utilização de mapas de conceitos revelou-se eficaz não só ao nível cognitivo, mas também na promoção de atitudes favoráveis relativamente à aprendizagem dos conceitos de Mecânica do 9º ano de escolaridade.

O facto de termos trabalhado em condições realistas, de termos procurado estudar a coerência interna das respostas dos alunos e de termos tido a possibilidade de triangular dados são aspectos positivos da pesquisa que efectuámos. Estamos, porém, também conscientes das limitações da mesma, a começar pela fraquíssima representatividade da amostra relativamente à população de alunos do 9º ano do nosso país ou, mesmo, da própria Escola a que pertencem os alunos, já que a amostra foi escolhida por mera conveniência. Para além disto, temos consciência de que os dados e, em particular, aqueles que resultam do preenchimento da escala e do questionário pelos alunos, têm sempre um valor limitado.

Em suma: esta pesquisa carece de validade externa, mas poderá servir de base a estudos similares em outras Escolas. Se os nossos resultados vierem a ser confrontados com resultados similares em muitas outras escolas então terão prestado um bom contributo para resultados de outro valor.

Bibliografia

- ABRECHT, R. (1994). *A avaliação formativa*. Rio Tinto: Edições Asa
- ALLAL, L. (1986), *Estratégias de avaliação formativa: Concepções psicopedagógicas e modalidades de aplicação*. In L. Allal, J. Cardinet, P. Perrenoud (Orgs.). *A avaliação num ensino diferenciado*. Coimbra : Almedina.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. (1980) , *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana.
- BARENHOL, H. E TAMIR, P. (1992). *A comprehensive use of concept mapping in design instruction and assessment*. Science of Technological Education, 10.
- BROOKS, J.; BROOKS, M. (1999). *In Search of Understanding – The Case for Constructivist Classrooms* (revised edition). <http://www.ascd.org/readingroom/books/brooks99book.html>
- CARDINET, J. (1986). *Avaliar é medir?* Lisboa: Asa.

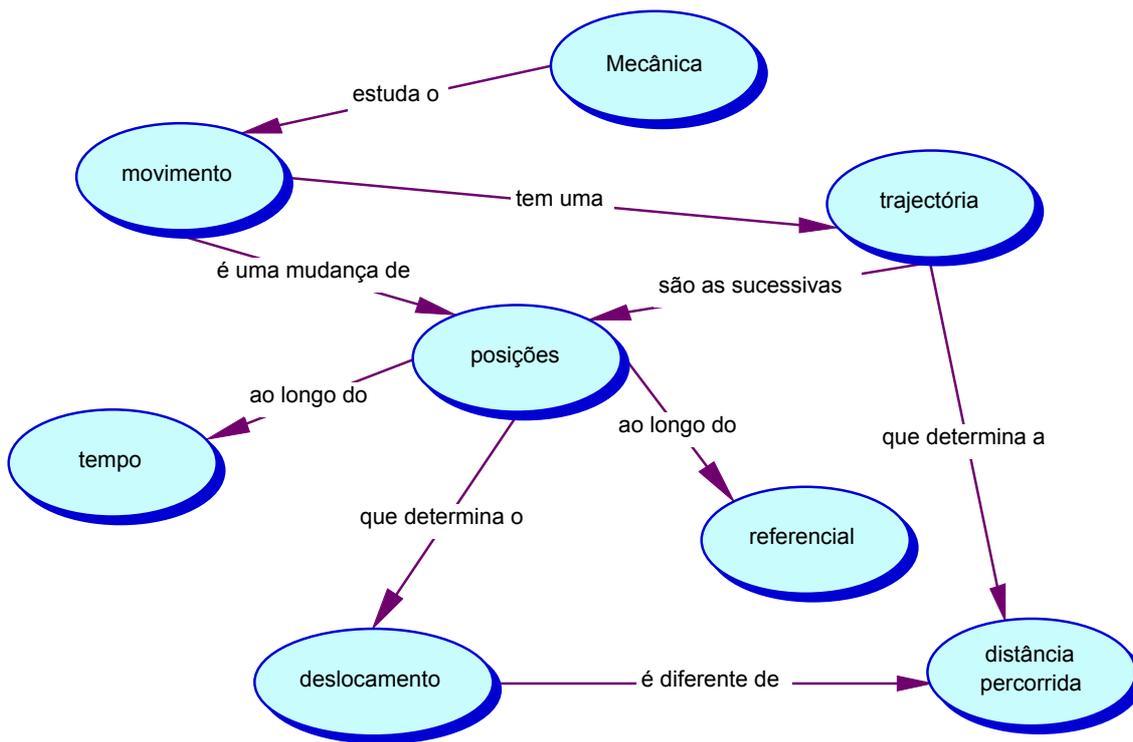
- CLIBURN, J. (1990). *Concept maps to promote meaningful learning*. Journal of College Science Teaching, 19.
- CROWTHER, D. (1997). *Editorial: The Constructivist Zone*. Electronic Journal of Science Education. Vol 2, Nº 2. <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/ejsev2n2ed.html>
- DOUGIAMAS, M. (1998). A journey into Constructivism. martin@dougiamas.com
- EDWARDS, J. E FRASER, K. (1983). *Concept maps as reflectors of understanding*. Research in Science Education, 13
- EDWARDS, J. E FRASER, K. (1985). *The effects of training in concept mapping on student achievement in tradicional tests*. Science Education, 15
- FREITAS, M., LEITE, L. E CAMPOS, A. (1987). *Mapas de conceitos: sua contribuição para a integração conceptual em ciências*. In M. Sequeira, L. Leite e M. Freitas (eds). *Actas do I Encontro sobre Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- GIBSON, J. (1991). *Concept mapping-an assessment tool?* The Australian Science Teachers Journal, 37
- GOWIN D. B. (1990). *Educating*. Ithaca: Cornell University Press.
- HARPER, B.; HEDBERG, J. (1997). *Creating Motivating Interactive Learning Environments: a Constructivist View*.
- HESSEN, J. (1987). *Teoria do Conhecimento*. Coimbra: Arménio Amado Editora.
- HORTON, D et al (1993). *An Investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool*. Science Education, 77
<http://www.ascilite.org.au/conferences/perth97/papers/Harper/Harper.html>
<http://science.uniserve.edu.au/>
- JEGEDE, O., ALAIYEMOLA, F. E OKEBUKOLA, P. (1990). *The effect of concept mapping on student's anxiety and achievement in Biology*. Journal of Research in Science Teaching, 27
- MASON, C. (1992). *Concept mapping: a tool to develop reflective science instruction*. Science Education, 76
- MINTZES, J., WANDERSEE, J. E NOVAK, J. (2000). *Ensinando A Ciência Para A Compreensão*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Colecção Plátano Universitária.
- MOREIRA, M. E BUCHWEITZ, B. (1993). *Novas Estratégias de Ensino e Aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Colecção Aula Prática.
- 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. (1998). *Learning, Creating and Using Knowledge*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- NOVAK, J. D. E GOWIN D. B. (1984). *Learning how to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- NOVAK, J. D. E GOWIN D. B. (1996). *Aprender A Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Colecção Plátano Universitária.
- NOVAK, J., GOWIN, D. E JOHANSEN, G. (1983). *The use of concept mapping and knowledge Vee mapping with junior high school science students*. Science Education, 67

- 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, 16
- PANKRATIUS, W. (1990). *Building an organized knowledge base: concept mapping and achievement in secondary school physics*. Journal of Research in Science Teaching, 27
- 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. *Corriger Les Copies*. Paris: Hachette.
- ROSS, B. E MUNBY, H. (1991). *Concept mapping and misconceptions: a study of high school student's understandings of acids and bases*. Internacional Journal of Science Education, 13
- ROTH, W-M. (1994). *Science discourse through collaborative concept mapping: new perspectives for the teacher*. Internacional Journal of Science Education, 16
- SANSÃO, M. (1997). *A aprendizagem em Física com recurso a mapas de conceitos*. Tese de mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa – Faculdade de Ciências.
- STENSVOLD, M. E WILSON, J. (1990). *The interaction of verbal ability with concept mapping in learning from a chemistry laboratory activity*. Science Education, 74
- VALADARES, J. (1995). *Concepções Alternativas no ensino da Física à luz da Filosofia da Ciência*, Vol.s 1 e 2. Tese de Doutoramento. Lisboa: Universidade Aberta.
- VALADARES, J. (1999). *O Vê de Gowin: um instrumento poderoso de construção conceptual*. Actas do VII Encontro Nacional - Educação em Ciências, Universidade do Algarve.
- VALADARES, J. ; PEREIRA, D. (1991). *Didáctica da Física e da Química*. Lisboa: Universidade Aberta.
- VALADARES, J.; GRAÇA, M. (1998). *Avaliando para melhorar a aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Colecção Plátano Universitária.
- WALLACE, J. E MINTZES, J. (1990). *The concept map as a research tool: exploring conceptual change in Biology*. Journal of Research in Science Teaching, 27

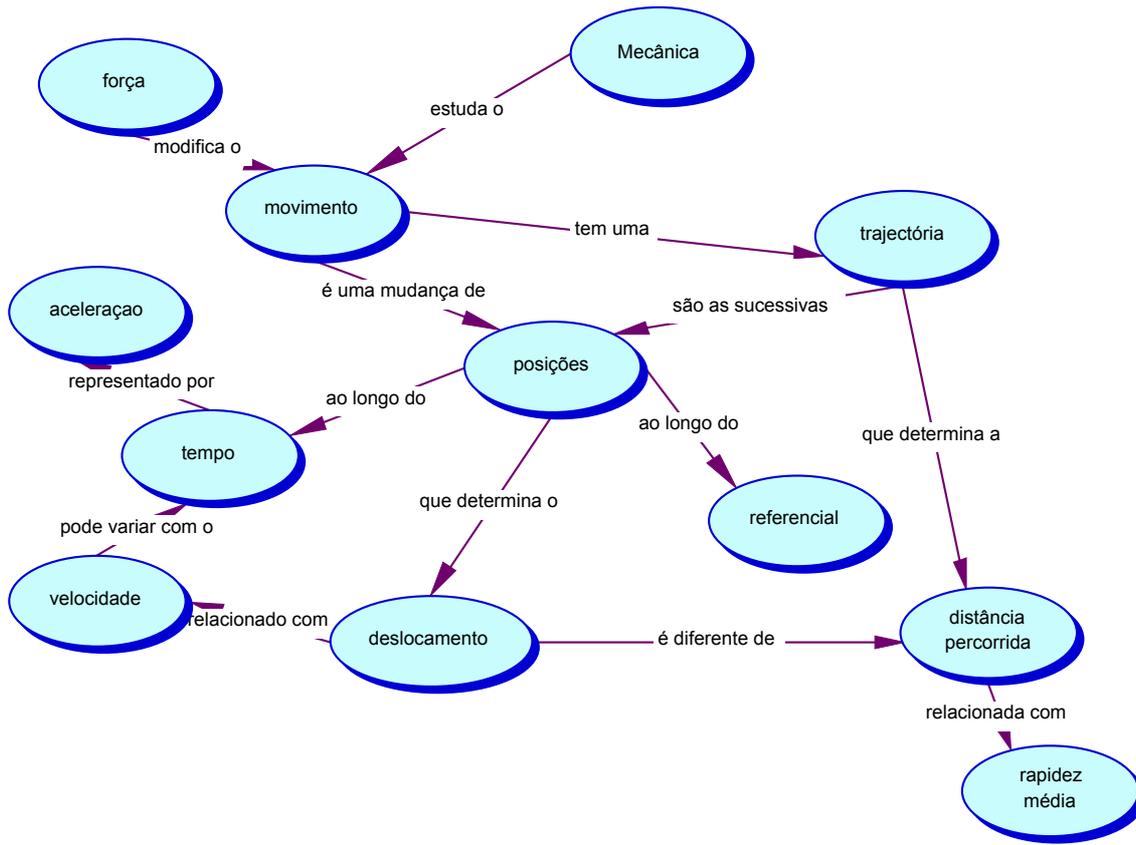
APÊNDICE

QUATRO MAPAS PROGRESSIVOS CONSTRUÍDOS POR UM MESMO ALUNO

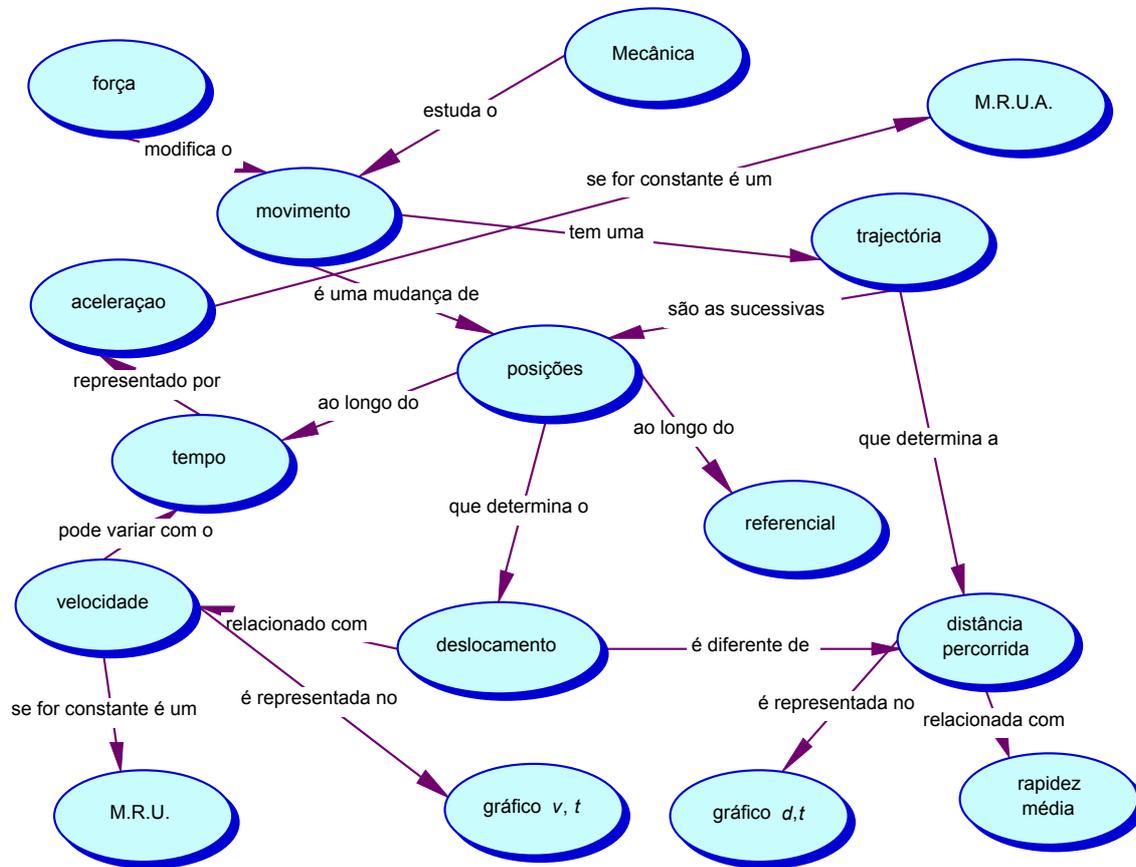
Mapa 1



Mapa 2



Mapa 3



Mapa 4

