

MAPAS CONCEITUAIS: AVALIANDO A COMPREENSÃO DOS ALUNOS SOBRE O EXPERIMENTO DO EFEITO FOTOELÉTRICO

Fabiana C. P. de Almeida¹
Aguinaldo Robinson de Souza²
Pablo A. Venegas Urenda³

¹ Pós-Graduação em Educação para a Ciência ; ² Depto. Química; ³ Depto. Física.

{fabianap, arobinso, venegas}@fc.unesp.br

Faculdade de Ciências/ UNESP: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube s/n, Caixa Postal 476
CEP 17033-360 Bauru, SP, Brasil

Resumo

O trabalho a ser apresentado faz parte de uma pesquisa que vem sendo desenvolvida na Faculdade de Ciência/Unesp/Bauru, com alunos do curso de Licenciatura em Física na disciplina Estrutura da Matéria I e II que abrange tópicos de Física Quântica Introdutória. Este artigo relata a fundamentação teórica do trabalho que está embasado na aprendizagem significativa de David Ausubel e o uso dos mapas conceituais como recurso didático e avaliativo. Em seguida apresenta os primeiros resultados obtidos com os mapas conceituais utilizados como um instrumento de avaliação.

1. Introdução

Compreender os princípios que fundamentam a aprendizagem significativa é muito importante na carreira do educador, pois segundo Ausubel (1980), tais princípios fornecem um “fundamento lógico” aos professores para que estes estejam aptos a fazerem escolhas mais coerentes entre os vários métodos existentes de trabalho e até mesmo conseguirem descobrir por si mesmos métodos de ensino mais eficazes.

O objetivo básico da Psicologia Educacional lidar com a natureza, condições e avaliação da aprendizagem em sala de aula ou aprendizagem das disciplinas acadêmicas e os fatores que a influenciam.

A teoria inicial sobre a aprendizagem cognitiva foi desenvolvida em 1963 e publicada através do livro “*The Psychology of Meaningful Verbal Learning*” (AUSUBEL, 1963). Tal trabalho sofreu consideráveis modificações em função de pesquisas desenvolvidas na época, o que levou o autor a considerar a teoria de aprendizagem como teoria da assimilação.

Este nome de teoria da assimilação refere-se a características importantes referente a esta teoria tais como “o papel interativo que as estruturas cognitivas existentes desempenham no processo da nova aprendizagem”.

2. O processo de Aprendizagem

Neste trabalho considera-se que o processo de aprendizagem engloba a construção de conhecimento. A importância da construção do conhecimento na aprendizagem do ser humano envolve uma construção por este que se dá através da observação de acontecimentos ou objetos. Segundo Novak (e GOWIN, 1999), estes acontecimentos ou objetos tanto podem ser de ocorrência natural, como por exemplo a chuva ou um gato, quanto aqueles construídos pelo homem, como por exemplo a educação ou uma cadeira.

Dentro desta perspectiva de desenvolvimento e ou aprimoramento da construção de conhecimento, o papel da aprendizagem conduz o indivíduo a considerar certas regularidades nos acontecimentos ou objetos observados. Tais regularidades são caracterizadas por conceitos. Por exemplo “lousa” é o termo do vernáculo utilizado para definir um objeto de aparência retangular, que possui uma superfície lisa, sendo afixado geralmente na parede como um quadro, serve para possamos nele escrever com giz ou caneta, dependendo da superfície deste.

Apesar de o indivíduo estar em contato com vários acontecimentos e objetos no seu dia-a-dia e construindo conhecimento, este estudo abrange a ocorrência da aprendizagem dentro do ambiente escolar.

Para Novak (ib idem) “a cultura é o veículo através do qual as crianças adquirem conceitos construídos através dos séculos; as escolas são invenções relativamente recentes para acelerar este processo”. A escola é o local onde os alunos terão acesso a novas e variadas informações que se desenrolaram através dos tempos e são atualmente aceitas pelas Ciências.

Sabe-se também que a aprendizagem tem caráter pessoal e idiossincrático, ou seja, o significado da aprendizagem é individual para cada pessoa, podendo mesmo ser radicalmente diferente entre os alunos de um mesmo grupo. O indivíduo está em contato constante com novas informações, este movimento permite a apropriação de novos conceitos que passam a modificar ou alterar as concepções dos indivíduos.

Com base nesta visão, o papel da Educação envolve um processo educativo que é dependente de vários fatores, tais como pensamentos, sentimentos e ações do professores e alunos – aqueles que ensinam e os que aprendem. Neste processo a experiência está em constante transformação de significados para ambos.

Considerar a investigação de uma experiência educacional não é tão simples, pois, segundo Schwab (1973 apud NOVAK e GOWIN, 1999), esta envolve quatro “lugares-comuns”: professor, aluno, currículo e o meio. Novak (e GOWIN, p.22) explica-os:

Nenhum destes é redutível a qualquer um dos outros, e todos eles devem ser considerados na educação. É obrigação do *professor* planificar a agenda de atividades e decidir qual o conhecimento que deve ser considerado e em que seqüência. É claro que o professor competente deverá envolver o aluno em alguns aspectos da planificação da agenda de atividades, mas espera-se que o professor tenha mais competência que o aluno na área de estudo. O *aluno* deve optar por aprender; a aprendizagem é uma responsabilidade que não pode ser compartilhada. O *currículo* compreende o conhecimento, as capacidades, e os valores da experiência educativa que satisfaçam critérios de excelência de tal modo que o convertam em algo digno de ser estudado. O professor especialista será competente tanto no material como no critério de excelência utilizado na área em estudo. O *meio* é o contexto no qual a experiência de aprendizagem tem lugar, e influencia a forma como o professor e o aluno compartilham o significado do currículo.

3. O Significado de Aprendizagem Significativa

A idéia central estabelecida por Ausubel (1980), para que a aprendizagem seja significativa requer que às idéias expressas simbolicamente devem estar relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno de modo não *arbitrário e substantivo* (não

literal), ou seja, *as idéias estão relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aluno* (imagem, símbolo, conceito ou proposição).

Quando se fala em aprendizagem significativa deve-se levar em conta que esta implica a “aquisição de novos conhecimentos” pelo aprendiz. Segundo Ausubel (ib idem), ao buscarmos ensinar significativamente um determinado material, o professor deve levar em conta duas considerações fundamentais: a primeira é que ao apresentar um material sobre determinado assunto, este deve ser potencialmente significativo, a segunda se refere à necessidade da existência de uma disposição do aluno em relacionar de forma não arbitrária e substantiva este material à sua estrutura cognitiva. Portanto é fundamental levar em conta estes dois fatores para que a aprendizagem significativa aconteça, caso contrário pode não passar de uma aprendizagem mecânica que não mantém nenhuma relação substantiva com a estrutura cognitiva, sendo esquecida e não fazendo sentido ao aprendiz.

4. Mapas conceituais

Consideramos importante o trabalho com mapas conceituais, pois estes servem como ferramentas para auxiliar o professor na efetivação da aprendizagem significativa. Sua definição foi introduzida pelo professor Joseph D. Novak na década de 70 que desenvolvia pesquisas com alunos de pós-graduação da Universidade de Cornell. Estes trabalhavam com entrevistas clínicas com crianças quando observaram a capacidade dos mapas conceituais em representar a organização conceitual de acordo com a estrutura cognitiva do indivíduo. Esta característica passou a ser mais investigada e logo se tornou uma ferramenta poderosa na investigação das concepções dos alunos, pois esta estabelece uma comunicação com a estrutura cognitiva do aluno de maneira que tanto professor quanto aluno possam compreendê-las. Portanto os mapas conceituais tanto podem servir para o ensino quanto para a avaliação.

Além destas características os mapas conceituais também podem ser utilizados na análise do currículo (MOREIRA, 1992). Como instrumento de análise do currículo é possível construir um mapa que represente desde uma aula para uma dada disciplina até curso inteiro. Isto facilita a compreensão pelo organizador do currículo como conteúdo curricular e conteúdo instrumental (função de veículo para aprendizagem).

4.1 Como recurso de ensino

Com base na Aprendizagem Significativa “determine aquilo que o aluno já sabe e a partir daí ensine-o” (AUSUBEL, 1980). De acordo com esta teoria, o conhecimento prévio do aluno parece ser o fator isolado que mais influencia a aprendizagem subsequente.

O papel do mapa conceitual como recurso auxiliar aos professores a observar como seus alunos pensam e organizam os conceitos que servirão de âncora à compreensão do novo assunto. Este mapa também poderá mostrar ao professor algumas “falhas” ou conceitos alternativos presentes nas concepções de seus alunos.

Recomenda-se o uso de mapas conceituais como recurso de ensino antes da introdução do material didático, pois este auxiliará a organização conceitual pelos alunos. Neste momento o professor ao apresentar aos alunos um exemplo de mapa conceitual elaborado por ele a fim de que os alunos possam integrar e reconciliar as relações entre conceitos promovendo subsequente uma diferenciação progressiva.

Ao professor que for utilizar o mapa conceitual como estratégia de ensino deve estar atento a algumas vantagens e desvantagens que tal recurso didático pode proporcionar. Moreira (1979 apud MOREIRA, 1985) classifica as possíveis vantagens como:

1. enfatizar a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento;
2. mostrar que os conceitos de uma certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade e apresentar esses conceitos em uma ordem hierárquica de inclusividade que facilite a aprendizagem e retenção dos mesmos;
3. prover uma visão integrada do assunto e uma espécie de “listagem” daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais.

Porém chama a atenção para algumas “desvantagens” que podem acontecer se o professor não estiver atento para o fato de:

1. se o mapa não tem significado para os alunos, eles podem encará-lo apenas como algo mais a ser memorizado;
2. os mapas podem ser muito complexos e confusos e dificultar a aprendizagem e retenção, ao invés de facilitá-las;
3. a habilidade dos alunos para construir suas próprias hierarquias conceituais pode ficar inibida em função do fato de que já recebem prontas as estruturas propostas pelo professor (segundo sua própria percepção e preferência). (MOREIRA, 1979 apud MOREIRA, 1985, p.92)

Moreira (1985) salienta ao professor que ao utilizar o mapa conceitual como recurso instrucional, este deve ter um compromisso entre clareza e completeza, evitando apresentação de um mapa conceitual muito complexo, ou seja, que abrange todas possíveis ligações entre conceitos sobre determinado assunto, pois isto pode trazer uma dificuldade de interpretação pelos alunos. Portanto deve-se procurar manter a clareza do mapa.

Destacamos também a importância explicar aos alunos as finalidades dos mapas conceituais e encoraja-los a construir seus próprios mapas conceituais, para que possam se familiarizar com esta técnica.

4.2. Como recurso de avaliação

4.2.1. Roteiro de aplicação dos mapas conceituais na graduação

O professor Novak (e GOWIN, 1999) sugere estratégias para a introdução dos mapas conceituais abrangendo desde os níveis fundamentais até o universitário. Esta perspectiva considera fundamental trabalhar com atividades prévias que auxiliem os alunos para as atividades de elaboração dos mapas conceituais.

Estas atividades prévias visam promover inicialmente a distinção entre conceitos e palavras de ligação, ou palavras chaves. Define a palavra como “rótulo” que serve para a representação dos conceitos, e que estes respeitam o significado dado por cada indivíduo, de acordo com sua compreensão dos fatos. A partir desta definição apresenta a distinção entre as palavras que traduzem *regularidades* dos acontecimentos ou objetos daquelas que os caracterizam, no caso dos nomes próprios. Sugere que os alunos construam frases curtas como “O dia é claro” e pede para que identifiquem os conceitos e as palavras de ligação.

O ser humano tem a capacidade de observar regularidades nos acontecimentos e objetos. Porém devemos enfatizar as regularidades observadas, pois a compreensão destas promovem a compreensão dos conceitos. A compreensão destas regularidades ou conceitos serve de “lastro” para a aprendizagem de novos conceitos.

Após este trabalho com os alunos, Novak (ib idem) sugere uma seqüência para elaboração dos mapas conceituais que inicia identificação dos conceitos pelos alunos de um texto escolhido pelo professor e posterior listagem dos conceitos principais deste texto, que pode ser feita na lousa com a participação dos alunos. Com esta lista de conceitos procurar rearranjá-los de maneira ordenada seguindo de cima para baixo os da maior à menor generalidade e inclusividade. A partir daí monte o mapa, com conceitos ordenados e ajuda dos alunos para organização das ligações. Possivelmente os primeiros mapas apresentarão má simetria e localização deficiente entre conceitos (conceitos distantes que pertencem a outros intimamente relacionados), então se sugere que possam ser refeitos. Monte uma discussão com os alunos sobre o sistema de pontuação e classifique-o juntamente com os alunos.

Depois de terminado esta construção em conjunto com os alunos, forneça outros textos para que estes eles possam construir seus próprios mapas e analisá-los. Em seguida deixe um tempo para que cada aluno possa fazer a apresentação de seu mapa, pois nele está inserida a interpretação dada a determinado conteúdo. Isto reflete sua compreensão sobre os acontecimentos e objetos (NOVAK e GOWIN, 1999), (MOREIRA e MANSINI, 1982).

4.2.2 Classificação dos mapas conceituais

O uso destas ferramentas pode abranger desde os níveis do ensino fundamental até da graduação (NOVAK e GOWIN, 1999). Vimos a importância desta ferramenta ao se tratar do ensino, pelo fato de poderem expressar os conceitos de modo consistente com a teoria da aprendizagem de Ausubel. Agora, ao se pensar no uso dos mapas conceituais como instrumento avaliativo, a primeira questão que nos vem à mente é o fato quantitativo de análise deste mapa, ou seja, de que maneira poderei atribuir “notas” que definam o aprendizado pelo aluno sobre determinado conceito expresso através deste mapa? É fácil pensar em termos de “quantificação” ao se tratar de testes, por exemplo, (não estamos julgando aqui sua eficácia quanto ao real aprendizado através dos métodos convencionais) é difícil pensarmos em verificar se o aluno está compreendeu o mínimo necessário para poder dar continuidade ao “aprofundamento” sobre determinados assuntos. Uma das dificuldades maiores surge do caráter individual da representação conceitual de cada mapa, ou seja, cada indivíduo tem um modo diferente de representar um mesmo assunto.

Estas e outras questões representam a dificuldade de análise “quantitativa” dos mapas conceituais pelos professores. Ou seja, conseguir instituir padrões que possibilite o “quanto” e “como” os alunos conseguiram aprender sobre determinado contexto. Uma das principais causas da dificuldade de compreender como tais análises podem ser feitas, surge do fato de nossa “mais comum” tendência, de reproduzir as nossas próprias experiências obtidas através dos tempos, por exemplo, a própria experiência enquanto aluno.

Como forma de procurar, não instituir “padrões rígidos” de análise dos mapas, mas de fornecer condições de experiências obtidas durante vários anos de estudo, propomos alguns critérios de classificação dos mapas conceituais propostos por Novak.

Para Novak (ib idem) são quatro critérios principais que o professor pode estar utilizando quando for analisar e classificar um mapa conceitual: *proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos*.

Através da análise das *proposições* – as relações entre conceitos – o professor deve verificar se as palavras-chaves que ligam os dois conceitos instauram significado entre eles e se a relação é verdadeira, ou seja, se tem validade.

Em seguida deve ser observada a *hierarquia* verificando a validade das relações entre os conceitos mais inclusivos ou mais gerais que devem estar mais acima (ou em destaque) dos subordinados ou mais específicos que estarão localizados abaixo destes.

Devem ser observadas também, as *ligações cruzadas* ou *ligações transversais* que representam um caráter de transversalidade ao mapa, ligando validamente segmentos opostos

horizontalmente. Estas ligações representam uma maior grau de compreensão quando apresentam simultaneamente significativas e válidas, expressando sínteses entre grupos de proposições ou conceitos relacionados. Se ao contrário apresentarem somente a validade à pontuação deve ser menor. Também é possível que o aluno faça alguma ligação transversal que seja criativa ou peculiar.

E finalmente, podem existir os *exemplos*, que apesar de não serem conceitos (não representar dentro do retângulo, como no caso do conceito) representam acontecimentos ou objetos concretos.

Na **Tabela 1** abaixo montamos de acordo com as quatro especificações acima uma tabela para pontuação dos mapas conceituais.

TABELA 1: PONTUAÇÃO PARA MAPAS CONCEITUAIS DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS PROPOSTOS POR NOVAK.

<i>Crítérios Classificatórios</i>	<i>Pontuação de acordo com cada característica dos Crítérios Classificatórios</i>
Proposições (ligações entre dois conceitos): <i>cada ligação se for válida e significativa</i>	1
Hierarquia: cada nível válido	5
Ligações Transversais: cada ligação se for válida e significativa	10
Exemplos: cada exemplo válido	1

O item *Ligações transversais* também pode receber a seguinte pontuação:

- 2 pontos, se a ligação for somente válida,
- 1 ponto, se a ligação for criativa ou peculiar.

De uma maneira geral esta pontuação serve como um modelo para atribuir valores aos mapas conceituais de acordo com a validade das representações e seu significado entre conceitos.

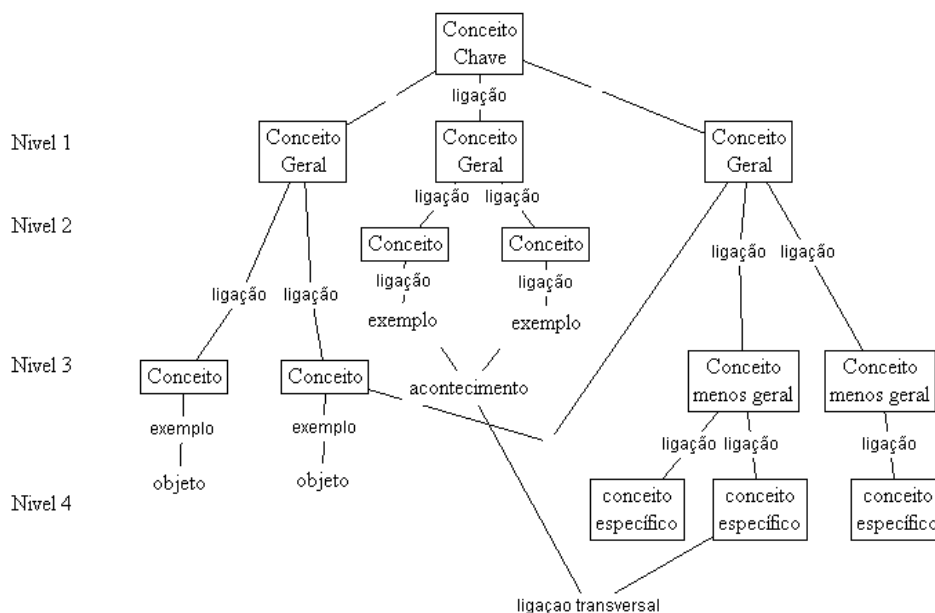


FIGURA 1: ESQUEMA DE UM EXEMPLO DE MAPA CONCEITUAL PARA PONTUAÇÃO, (NOVAK E GOWIN, 1999, P.53).

Novak também ressalta que um mapa pode ter melhor classificação do que o mapa de referência, podendo este ter uma pontuação maior do que 100%. Percebe-se também que o fator de criatividade é ressaltado. Às vezes um aluno pode ter uma visão inusitada até então pelo professor que construiu um mapa de referência para determinado assunto, de acordo com o significado expresso pela possível ligação contribui sobremaneira com o aprendizado. A **Tabela 2** apresenta um exemplo de pontuação para um modelo de mapa conceitual da **Figura 1** de acordo com esta proposta.

TABELA 2: PONTUAÇÃO PARA O MAPA CONCEITUAL DA FIGURA 1 DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS DE NOVAK (NOVAK E GOWIN, 1999, P.53).

<i>Critérios Classificatórios</i>	<i>Pontuação</i>
Relações (válidas)	14
Hierarquia (válida) 4 x 5	20
Ligações transversais (válidas e significativas) 10 x 2	20
Exemplos (válidos) 4 x 1	4
Total de pontos	58

5. O trabalho

A proposta deste trabalho foi dividida para dois dias. No primeiro dia seria iniciado com a apresentação do conceito de Mapas Conceituais – a teoria e sua fundamentação na primeira parte; em seguida os alunos iriam construir, individualmente, um mapa conceitual para o experimento do Efeito Fotoelétrico. Neste primeiro dia considerou-se a técnica como avaliação, pois este primeiro mapa conceitual, de caráter idiossincrático, tinha a finalidade de representação da compreensão de cada aluno sobre este conceito deste fenômeno, uma vez que este assunto já tinha sido trabalhado em aula no semestre anterior.

No segundo dia estava programado para que os alunos construíssem um mapa conceitual para o Efeito Fotoelétrico, porém neste momento objetivou-se observar como os alunos analisariam e organizariam os conceitos, pois dispunham de recurso didático – texto didático (TIPLER, 1981) e simulação do experimento do Efeito Fotoelétrico pelo *site* “Física com Ordenador” (GARCIA, 1999) – estes materiais serviriam para a reorganização conceitual; e por fim, terminaríamos este dia com a apresentação dos mapas conceituais pelos alunos e posterior análise pelo grupo através de discussão sobre o tema trabalhado e possível aplicação no ensino.

Apresentaremos neste artigo a análise obtida dos mapas conceituais utilizados como instrumento de avaliação.

5.1. Público alvo e local

Foram quatorze alunos que participaram efetivamente¹ da pesquisa. Todos estavam com do curso de Física, que estavam cursando a disciplina de Estrutura da Matéria II, no 1º semestre de 2003. Dentre estes alunos, dez alunos participaram da primeira parte da pesquisa. As atividades tiveram lugar no Laboratório Didático de Computação da Faculdade de Ciências (LDC/FC) da UNESP, campus de Bauru. O LDC/FC está equipado com 60 microcomputadores Pentium IV, utilizando processadores Intel sob o sistema operacional Windows e conectados a rede Internet. A escolha do LDC/FC está relacionada com o trabalho

¹ Consideramos apenas os alunos que participaram durante o período do curso e entregaram seus mapas conceituais.

proposto, uma vez que envolve a utilização de simulação computacional como parte da proposta pedagógica e à disponibilidade oferecida por esta Universidade.

Esta disponibilidade oferecida pelo LDC/FC proporcionou a disposição de um aluno por micro. Pudemos através desta condição oferecer aos alunos a apresentação inicial sobre mapas conceituais através do Power Point e disponibilização do software *IHMC Cmap Tools* (NOVAK, 2002) para a construção de seus mapas conceituais.

5.2. Avaliação dos Mapas Conceituais

A avaliação dos mapas conceituais construídos por este grupo de alunos se baseou na proposta de acordo com os critérios classificatórios apresentados na **Tabela 1**. A partir desta sugestão de classificação e pontuação dos mapas conceituais montamos a pontuação para cada mapa conceitual que está resumida pela **Tabela 3**.

TABELA 3: MÉDIA DA PONTUAÇÃO OBTIDA PELA TURMA

Avaliação dos Mapas Conceituais			
Descrição dos Alunos	Pontuação dos mapas originais – antes da correção	Pontuação final dos mapas - após correção	Porcentagem de acerto
Rd	50	30	60,00%
R	12	12	100,00%
F	32	32	100,00%
Ag	26	14	53,85%
Az	17	15	88,24%
E	26	16	61,54%
A	53	28	52,83%
K	50	43	86,00%
C	22	14	63,64%
Cm	24	14	58,33%
Gr	14	14	100,00%
Rt	24	24	100,00%
Ad	24	22	91,67%
D	38	37	97,37%
Média da pontuação dos mapas originais – antes da correção			29
Média da pontuação final dos mapas após a correção			23
Média da porcentagem de acerto			79,53%

A primeira coluna descreve os alunos participantes de aula, sendo um total de 14 alunos. A segunda coluna descreve o valor da pontuação obtida para os mapas conceituais “originais” desenhados pelos alunos, levando-se em conta somente o valor de cada critério classificatório. A terceira coluna descreve o valor da pontuação final obtida pelos mapas conceituais após nossa correção, ou seja, o valor obtido por cada mapa levando em conta os critérios classificatórios e a condição de validação para cada um de acordo com a concepção

científica para a interpretação do Efeito Fotoelétrico. Na quarta coluna está descrita a porcentagem que relaciona a pontuação dos mapas antes e depois da correção.

A **Figura 2** apresenta o mapa conceitual original construído pelo aluno Ag para o Efeito Fotoelétrico; a análise deste mapa apresenta um exemplo de como utilizamos os critérios classificatórios nesta pesquisa.

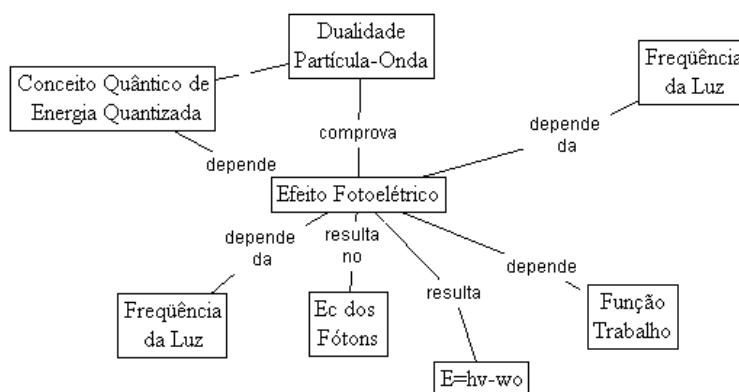
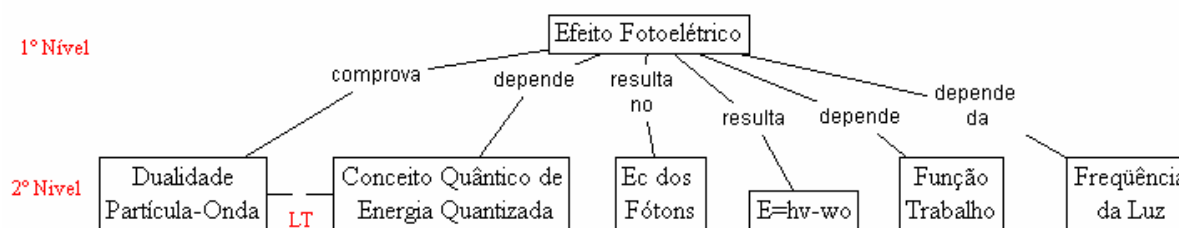


FIGURA 2: MAPA CONCEITUAL ORIGINAL SOBRE O EFEITO FOTOELÉTRICO ELABORADO POR AG

Para facilitar a compreensão das características - hierarquia e ligações transversais - deste mapa conceitual, fizemos sua “remodelação”, respeitando suas ligações originais. Através desta remodelação (**Figura 3**), organizamos os conceitos de acordo com a distribuição original do aluno, porém seguindo a ordem de ligação representada por ele.



LEGENDA CLASSIFICAÇÃO

*1º Nível, 2º Nível - Níveis de Hierarquia

*LT - Ligações Transversais

FIGURA 3: REMODELAÇÃO DO MAPA CONCEITUAL SOBRE O EFEITO FOTOELÉTRICO ELABORADO POR AG

Esta remodelação do mapa conceitual facilitou a sua interpretação, melhorando a visualização dos critérios relações, hierarquia e ligações transversais. Os níveis hierárquicos foram interpretados a partir do conceito central “Efeito Fotoelétrico”, como o primeiro nível e

em seguida os demais. Se fossemos seguir exatamente o modelo apresentado na **Figura 1**, num primeiro olhar, encontraríamos três níveis hierárquicos, porém, a partir da **Figura 3** observa-se que existem apenas dois níveis hierárquicos.

Propusemos esta remodelação aos mapas, pois levamos em consideração a falta de experiência em trabalhar com mapas conceituais, o que poderia atrapalhar uma apresentação mais organizada, de acordo com modelo de mapa conceitual proposto por Novak (1999).

A **Figura 3** também auxiliou-nos com clareza para a pontuação das ligações entre conceitos. Este item nos possibilitou encontrar algumas concepções errôneas, como por exemplo, a proposição “Efeito Fotoelétrico” – “**comprova**” – “Dualidade Partícula-Onda”. Esta interpretação está errada do ponto de vista científico, pois de acordo com o trabalhado em sala de aula procurou-se mostrar que este experimento comprova a característica corpuscular da luz, sendo o termo Dualidade-Onda-Partícula uma interpretação a partir da Teoria Matemática de DeBroglie que podendo aparecer ligada desta forma com o Efeito Fotoelétrico. Não é coerente esta representação. Então esta ligação não foi considerada válida. Outra ligação que também não pode ser considerada válida é “Efeito Fotoelétrico” – “**resulta na**” – “Ec dos Fótons” (Ec = Energia Cinética). Esta proposição não é válida pois o conceito de fóton não envolve energia cinética.

Seguindo a remodelação apresentada pela **Figura 3**, elaboramos a **Tabela 4** que sintetiza a pontuação atribuída para este mapa.

TABELA 4: PONTUAÇÃO DO PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL ELABORADO POR AG

Critérios Classificatórios	Pontuação dos mapas originais - antes da correção	Pontuação final dos mapas - após correção	Pontuação Proporcional
Relações (válidas) C	6	4	66,67%
Hierarquia (válida) C x 5	2	2	100,00%
Ligações transversais (válidas e significativas) C x 10	1	0	0,00%
Exemplos (válidos) C	-	-	-
Ligações transversais (somente válidas) C x 2	-	-	-
Ligações transversais (Criativa ou peculiar) C	-	-	-
Total	26	14	53,85%

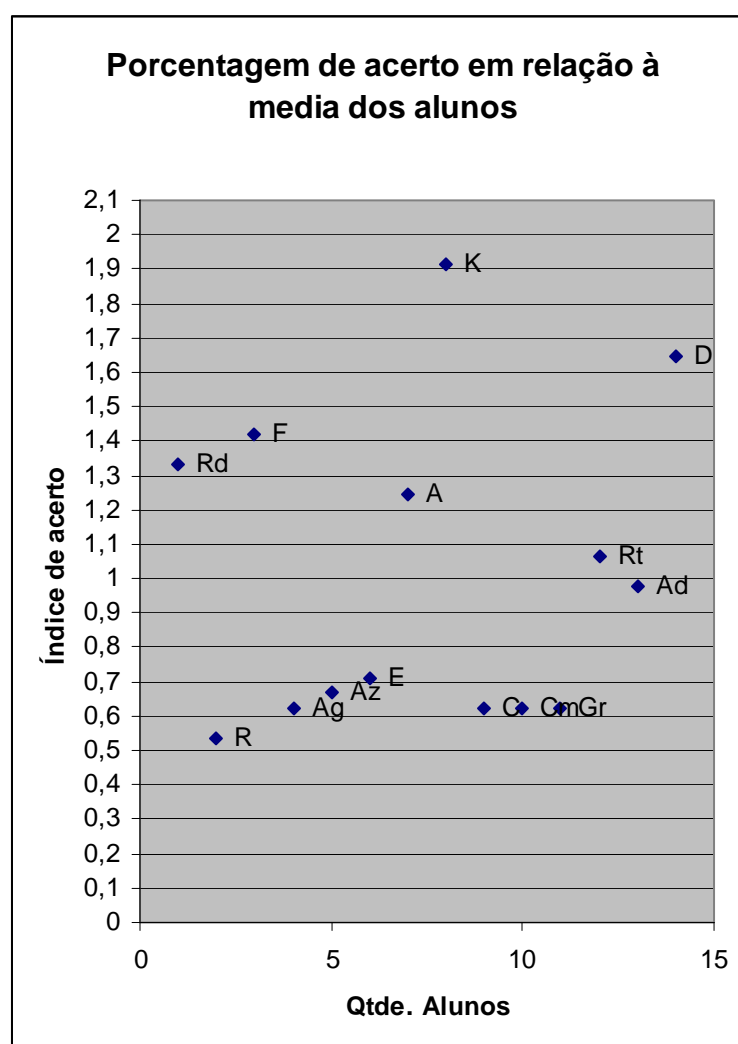
Observamos que o aluno representou seis ligações entre conceitos, porém após nossa análise apenas quatro ligações eram “verdadeiras”, ou seja, apenas quatro ligações eram válidas do ponto de vista de relação significativa entre conceitos, que forma uma proposição. Em relação aos níveis hierárquicos, ele considerou somente dois níveis o qual constatou-se validade. Este aluno representou uma ligação transversal, porém esta não é válida e nem significativa de acordo com este mapa conceitual, portanto sendo desconsiderada. Não apresentou exemplos de aplicação do Efeito Fotoelétrico e nem ligações transversais de cunho somente válido ou criativa/peculiar. Portanto este aluno obteve um total de 14 pontos de um mapa que teria condições de obter 26 pontos de acordo com a própria descrição deste aluno. Seu aproveitamento em relação aos conceitos apresentados em seu mapa pode ser representado em 53,85%.

A partir desta análise, comparando o total de pontos obtido por este aluno – 14 pontos – com a média da turma (**Tabela 3**) de 23 pontos, obtivemos o índice 0,61 que está relacionado no **Gráfico 1**. Portanto este aluno pode ser considerado abaixo da média, ou seja, ele representou uma quantidade de itens que caracterizam os mapas conceituais para o Efeito Fotoelétrico menor do que a média apresentada pela classe.

6. Considerações Finais

A partir dos dados obtidos podemos considerar que a maioria dos alunos se manteve entre a média.

GRÁFICO 1: PORCENTAGEM DE PONTUAÇÃO FINAL ALCANÇADA PELOS ALUNOS EM RELAÇÃO À MÉDIA DE PONTOS DA TURMA



O **Gráfico 1** representa em que nível está cada aluno, de acordo com o índice descrito no eixo vertical. Este valor foi obtido a partir da pontuação alcançada em cada mapa conceitual (de acordo com os quatro itens: relações, hierarquia, ligações transversais e exemplos) em relação ao total médio de itens corretos descritos num mapa por esta turma.

O valor 1 escrito sobre o eixo vertical significa o patamar médio (50%) de acertos. Observa-se que a metade dos alunos se encontra abaixo da média, ou seja, estão entre valores menor do que 1; a outra metade que se encontra acima deste valor está acima desta média.

Isto demonstra uma discrepância em termos de quantidade de informações expressas pelos alunos, oito alunos não alcançaram as representações conceituais para o Efeito Fotoelétrico elaborada pela média encontrada para esta turma. Isto representa para nós que aproximadamente a metade dos alunos conseguiram absorver o conteúdo de modo significativo, pois através desta organização conceitual expressa através do mapa conceitual, estes alunos demonstraram saber relacionar um total razoável de conceitos envolvidos neste fenômeno de forma significativa; os outros alunos apresentaram não ter alcançado a compreensão suficiente dos conceitos envolvidos neste fenômeno.

Porém, antes de tirarmos conclusões finais, ressaltamos que este trabalho envolve um conhecimento e construção de mapas conceituais. Então o fato da “não-familiaridade” de utilização deste recurso, pode ter influenciado de alguma forma o desempenho dos alunos na elaboração de seus mapas, principalmente aquele que não conseguiram atingir o nível médio da pontuação.

Ressaltamos também, que esta análise representa para nós, uma proposta inicial para avaliação dos alunos, e que os parâmetros para encontrar a “média da pontuação final dos mapas após a correção” (**Tabela 3**) pode ser mais bem apropriada, uma vez que o professor se proponha a desenvolver um trabalho com a aplicação dos mapas conceituais como parte integrante do seu processo de avaliação.

Bibliografia

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

GARCIA, Angel Franco (1999). **Física con Ordenador: Curso Interactivo de Física en Internet**. Disponível em: <<http://168.176.37.84/textos/fisica/default.htm>> Acessado em maio de 2003.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais no ensino de Física**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1992. 44p. (Textos de apoio ao Professor de Física, nº3).

MOREIRA, M. A.; MANSINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antonio. **Atividade docente na universidade: alternativas instrucionais**. Porto Alegre: Editora da UFRG, 1985.

MOREIRA, Marco Antonio. Concept maps as tools for teaching. **Journal of College Science Teaching**, n.8, vol.5, p.283-286, 1979.

NOVAK, Joseph D. (2002). Institute for Human and Machine Cognition. **IHMC Cmap Tools**. Disponível em: <<http://www.coginst.uwf.edu/about/index.html>> Acessado em 20 de abril de 2002.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. **Aprender a aprender**. 2.ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.

TIPLER, Paul A. **Física Moderna**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S.A., 1981, p.90-93.