

Mapas conceituais no ensino de física quântica introdutória:

instrumento didático e avaliativo

Fabiana C. P. de Almeida

Aguinaldo Robinson de Souza

Pablo A. Venegas Urenda

Como citar: ALMEIDA, F. C. P.; SOUZA, A. R.; URENDA, P. Q. V. Mapas conceituais no ensino de física quântica introdutória: instrumento didático e avaliativo. *In:* YONEZAWA, W. M.; BARROS, D. M. V. (org.). **EAD, Tecnologias e TIC**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. p. 125-144. DOI: <https://doi.org/10.36311/2013.978-85-7983-390-8.p125-144>



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Sin derivados 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

CAPÍTULO 7

MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE FÍSICA QUÂNTICA INTRODUTÓRIA: INSTRUMENTO DIDÁTICO E AVALIATIVO

Fabiana C. P. de Almeida

Aguinaldo Robinson de Souza

Pablo A. Venegas Urenda

1. INTRODUÇÃO: A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Consideramos importante, para a carreira do educador, compreender os princípios que fundamentam a aprendizagem significativa, pois, segundo Ausubel (1980), tais princípios fornecem um fundamento lógico aos professores, para que estes estejam aptos a fazer escolhas mais coerentes entre os vários métodos existentes de trabalho e até mesmo conseguir descobrir por si mesmos métodos de ensino mais eficazes. Essa perspectiva orientou o desenvolvimento deste trabalho, desde o processo de investigação até a subsequente busca pela compreensão conceitual alcançada pelos estudantes, com o auxílio do uso dos mapas conceituais.

A aprendizagem significativa está desenvolvida no âmbito da Psicologia Educacional, que tem como objetivo básico lidar com a natureza, condições e avaliação da aprendizagem em sala de aula ou aprendizagem das disciplinas acadêmicas e os fatores que as influenciam. Este estudo aborda a construção do conhecimento pelos

estudantes, originada em grande parte pela aprendizagem receptiva significativa, que é facilitada por meio de um ensino expositivo apropriadamente elaborado. Tendo em vista que as aulas que acontecem na universidade, em geral, seguem o padrão de aulas expositivas, nada mais coerente que procurarmos compreender melhor como se dão as relações de ensino e aprendizagem traçadas por essa teoria. Evidentemente, em nosso trabalho, consideramos importante o fator de interação do estudante, quando propusemos os experimentos, o que não deixa de ser explicado por essa teoria, quando define o fator da disposição do estudante para interagir com o material, um dos requisitos básicos para que este possa aprender significativamente, conforme explicaremos no decorrer do artigo.

A teoria inicial sobre a aprendizagem cognitiva foi desenvolvida em 1963 e publicada no 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 conceber a teoria de aprendizagem como teoria da assimilação.

O nome “Teoria da Assimilação” refere-se a algumas características importantes dessa 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 construção do conhecimento na aprendizagem do ser humano se dá por meio da observação de acontecimentos ou objetos. Segundo Novak (NOVAK; GOWIN, 1999), esses acontecimentos ou objetos tanto podem ser de ocorrência natural, como a chuva ou um gato, quanto construídos pelo homem, como a educação ou um objeto concreto.

Nessa perspectiva de desenvolvimento e/ou aprimoramento da construção de conhecimento, o papel da aprendizagem leva o indivíduo a levar em conta 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, onde se escreve com giz ou caneta, dependendo de sua superfície.

Novak (NOVAK; GOWIN, 1999) destaca que os conceitos são aquilo com que pensamos e que, se não os tivermos claros e organizados, o nosso pensamento será confuso e não conseguiremos resolver problemas nem gerar outros conceitos para solucionar tais problemas.

Para Novak (NOVAK; GOWIN, 1999, p. 20), “[...] 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 estudantes 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 idiossincrático¹⁷, ou seja, o significado da aprendizagem é individual, podendo mesmo ser radicalmente diferente entre os estudantes de um mesmo grupo. O indivíduo está em contato constante com novas informações. Esse movimento permite a apropriação de novos conceitos, os quais passam a modificar ou alterar as concepções dos indivíduos.

Com base nessa visão, o papel da Educação compreende um processo educativo que depende de vários fatores, tais como pensamentos, sentimentos e ações dos professores e estudantes – aqueles que ensinam e aqueles que aprendem. Em tal 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; GOWIN, 1999), esta envolve quatro “lugares--comuns”: professor, estudante, currículo e o meio. Novak explica-os:

Nenhum destes é redutível a qualquer um dos outros, e todos eles devem ser considerados na educação. É obrigação de o professor planificar a agenda de atividades e decidir qual o conhecimento que deve ser considerado e em que sequência. É claro que o professor

¹⁷ De acordo com o *Novo Dicionário Aurélio*, “idiossincrático” é um adjetivo relativo à idiossincrasia, que significa disposição do temperamento do indivíduo, que o faz reagir, de maneira muito pessoal, à ação dos agentes externos; maneira de ver, sentir, reagir, própria de cada pessoa.

competente deverá envolver o estudante em alguns aspectos d planificação da agenda de atividades, mas espera-se que o professor tenha mais competência que o estudante na área de estudo. O *estudante* 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 estudante compartilha o significado do currículo. (NOVAK; GOWIN, 1999, p.22).

3. O SIGNIFICADO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Na perspectiva de Ausubel (1980), para que a aprendizagem seja significativa, as ideias expressas simbolicamente devem estar relacionadas com as informações previamente adquiridas pelo estudante, de modo não *arbitrário e substantivo* (não literal), ou seja, *as ideias estão relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do estudante* (imagem, símbolo, conceito ou proposição).

Novak (1981, p.10) interpreta o significado de estrutura cognitiva, de acordo com Ausubel, como sendo um “[...] arcabouço de conceitos hierarquicamente organizados” e que estes são “as representações da experiência sensorial da pessoa”. Por essa visão, o armazenamento de informações pelo cérebro é altamente organizado, formando articulações entre os elementos mais antigos e os mais recentes, em que elementos menos importantes se ligam ou se incorporam aos conceitos mais importantes, mais gerais e mais inclusivos, o que demonstra uma ordenação de acordo com a hierarquia conceitual.

Quando se fala em aprendizagem significativa, deve-se levar em conta que ela implica a “aquisição de novos conhecimentos” pelo aprendiz. Segundo Ausubel (1980), ao buscar 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 estudante em relacionar, de forma não arbitrária e substantiva, esse material à sua estrutura cognitiva. Portanto, é fundamental levar-se em conta esses 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.

3.1 MAPAS CONCEITUAIS

Entendemos que o trabalho com mapas conceituais é muito importante, porque estes servem como ferramentas para auxiliar o professor na efetivação da aprendizagem significativa, uma vez que são ferramentas utilizadas para representar e organizar o conhecimento. Sua definição foi introduzida pelo professor Joseph D. Novak, na década de 1970, quando desenvolvia pesquisas com estudantes 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. Essa característica passou a ser mais pesquisada e logo se tornou uma ferramenta poderosa na investigação das concepções dos estudantes, pois estabelece uma comunicação com a estrutura cognitiva do estudante, de maneira que tanto professor quanto o estudante consigam compreendê-las.

Sua representação esquemática engloba conceitos destacados com letras maiúsculas ou em negrito, podendo estar escritos dentro de figuras geométricas como retângulos, círculos etc. Os conceitos são ligados por linhas, que representam as inter-relações entre eles, formando proposições. As proposições são compostas por dois ou mais conceitos ligados por outras palavras que formam o que Novak (NOVAK; GOWIN, 1999) chama de “o estado do significado”. Algumas dessas proposições também são chamadas de unidades semânticas ou unidades do significado. Na Figura 1, apresentamos um exemplo de mapa conceitual, descrevendo as características já mencionadas.

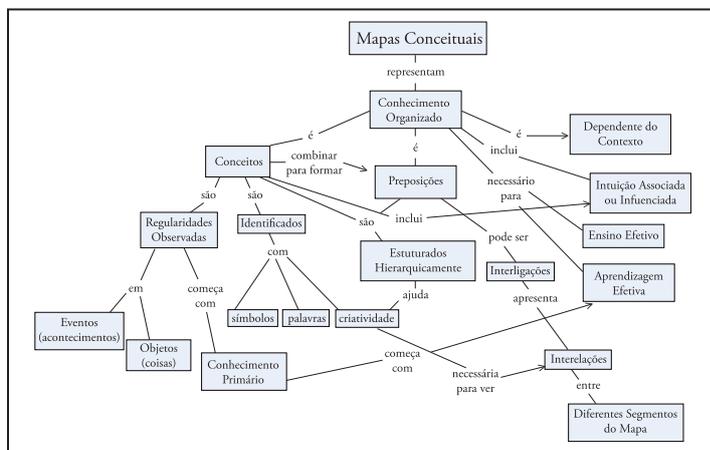


Figura 1: Exemplo de um mapa conceitual que descreve a estrutura de mapas conceituais. Disponível em: <cmmap.coginst.uwf.edu/>

Os mapas conceituais tanto podem servir para o ensino quanto para a avaliação. Além dessas características, os mapas conceituais também podem ser usados 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 um curso completo. Isso facilita a compreensão, pelo organizador, do currículo como conteúdo curricular e conteúdo instrumental (função de veículo para aprendizagem).

3.2 COMO RECURSO DE AVALIAÇÃO: ROTEIRO DE APLICAÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS NA GRADUAÇÃO

O professor Novak (NOVAK; GOWIN, 1999) sugere algumas estratégias para a introdução dos mapas conceituais, abrangendo desde os níveis fundamentais até o universitário. Tal perspectiva considera fundamental trabalhar com atividades prévias que auxiliem os estudantes nas atividades de elaboração dos mapas conceituais. Essas atividades prévias visam promover inicialmente a distinção entre conceitos e palavras de ligação ou palavras-chave.

Define a palavra como “rótulo” que serve para a representação dos conceitos e que estes respeitem o significado dado para cada indivíduo,

de acordo com a sua compreensão dos fatos. A partir dessa 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 estudantes construam frases curtas – como *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. Entretanto, devemos enfatizar as regularidades observadas, já que sua compreensão promove a compreensão dos conceitos. A compreensão das regularidades ou conceitos serve de lastro para a aprendizagem de novos conceitos.

Após esse trabalho com os estudantes, Novak (NOVAK; GOWIN, 1999) indica uma sequência para elaboração dos mapas conceituais, iniciada com a identificação dos conceitos pelos estudantes de um texto escolhido pelo professor e posteriormente, com uma listagem dos conceitos principais desse texto, que pode ser feita na lousa, com a participação dos estudantes. Com essa lista de conceitos, os estudantes poderão procurar reorganizá-los de maneira ordenada, de cima para baixo, da maior à menor generalidade e inclusão dos tópicos em avaliação. Na sequência, monta-se o mapa com os conceitos ordenados, amparado pelos estudantes para organização das ligações. Possivelmente os primeiros mapas apresentarão má simetria e localização deficiente entre conceitos (conceitos distantes que pertencem a outros intimamente relacionados). A fim de que possam ser refeitos, é oportuno que o professor organize uma discussão sobre o sistema de pontuação e classificação dos mapas, juntamente com os estudantes.

Depois de terminada essa construção, em conjunto com os estudantes, fornecer outros textos para que eles possam construir seus próprios mapas e analisá-los. Em seguida, deixar um tempo para que cada estudante possa fazer a apresentação de seu mapa, pois nele está inserida a interpretação dada a determinado conteúdo. Isso reflete sua compreensão sobre os acontecimentos e objetos (NOVAK; GOWIN, 1999), (MOREIRA; MANSINI, 1982).

3.3 CLASSIFICAÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS

O uso dessas ferramentas pode incluir desde os níveis do ensino fundamental até o da graduação e pós-graduação (NOVAK; GOWIN, 1999). Vimos a importância dessa ferramenta ao se tratar do ensino, pelo fato de poderem expressar os conceitos de modo consistente com a teoria da aprendizagem de Ausubel. Ao se pensar no uso dos mapas conceituais como instrumento avaliativo, por sua vez, a primeira questão que nos vem à mente é a análise quantitativa desse mapa. De que maneira poderemos atribuir valores numéricos que definam o aprendizado do estudante sobre determinado conceito expresso através desse 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 por meio dos métodos convencionais), contudo, é difícil pensar em verificar a compreensão do estudante sobre um tema, buscando uma continuidade ao aprofundamento sobre determinados assuntos. Uma das dificuldades maiores surge do caráter individual da representação conceitual de cada mapa, porque cada indivíduo tem um modo diferente de representar um mesmo assunto.

Estas e outras questões representam a dificuldade da análise quantitativa dos mapas conceituais; de instituir padrões que possibilitem o “quanto” e “como” os estudantes conseguiram aprender em determinado contexto. Uma das principais causas da dificuldade de compreender como tais análises podem ser feitas surge de nossa tendência em reproduzir as nossas próprias experiências obtidas através dos tempos, por exemplo, a própria experiência enquanto estudante.

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, segundo Novak.

Para Novak (NOVAK; GOWIN, 1999), são quatro critérios principais que o professor pode utilizar, quando da análise e classificação de 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-chave que ligam os dois conceitos instauram significado entre eles e se a relação é verdadeira, isto é, 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. Essas ligações representam um maior grau de compreensão quando se apresentam, simultaneamente, significativas e válidas, expressando sínteses entre grupos de proposições ou conceitos relacionados. Se, ao contrário, apresentarem somente a validade, a pontuação deve ser menor. É possível, igualmente, que o estudante faça alguma ligação transversal que seja criativa ou mesmo 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, apresentamos uma proposta, de acordo com os quatro critérios citados anteriormente, para a pontuação dos mapas conceituais.

Critérios Classificatórios	Pontuação de acordo com cada característica dos Critérios Classificatórios
Proposições (ligações entre dois conceitos): cada ligação se for válida e significativa	1
Hierarquia: cada nível válido	5
Ligações transversais: cada ligação se for válida e significativa	10
Exemplos: cada exemplo válido	1

Tabela 1: Pontuação para mapas conceituais de acordo com os critérios classificatórios propostos por Novak

O item “Ligações transversais” também pode receber a seguinte pontuação: dois (02) pontos, se a ligação for somente válida, e um (01) ponto, se a ligação for criativa ou peculiar.

De uma maneira geral, essa pontuação serve como um modelo para atribuir valores aos mapas conceituais, segundo a validade das representações e seu significado entre conceitos.

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 ainda que o fator de criatividade é ressaltado. Às vezes, um estudante pode ter uma visão inusitada que não foi imaginada até então pelo professor, que construiu um mapa de referência para determinado assunto. Conforme o significado expresso pela possível ligação, ela pode contribuir sobremaneira com o aprendizado e deve ser considerada. A Tabela 2 evidencia um exemplo de pontuação para um modelo de mapa conceitual apresentado na Figura 2, de acordo com a proposta deste trabalho.

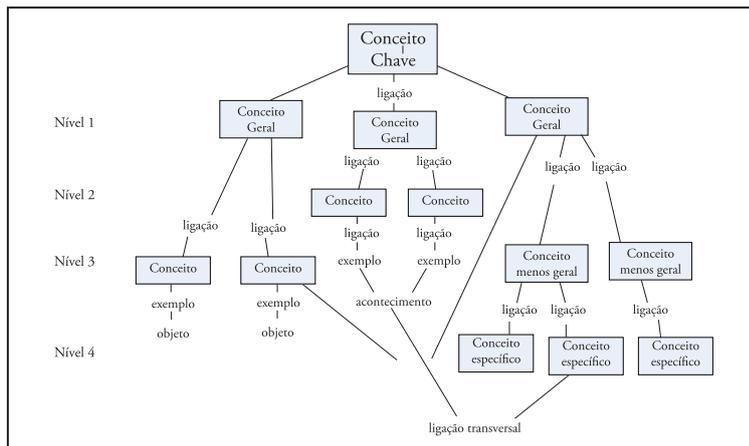


Figura 2: Esquema de um exemplo de mapa conceitual para pontuação (NOVAK; GOWIN, 1999, p. 53)

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

Tabela 2: Pontuação para o mapa conceitual da Figura 2 de acordo com os critérios de Novak (NOVAK; GOWIN, 1999, p. 53).

O TRABALHO COM MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas construídos pelos estudantes constituíram o objeto avaliativo do desenvolvimento conceitual sobre a aprendizagem da interpretação do efeito fotoelétrico. Por um lado, procuramos, através da pontuação atribuída aos mapas, verificar a mediana dos valores obtidos e o nível de coerência entre suas respostas, em contraponto a uma interpretação-padrão, pré-definida pelos executores do trabalho. Procuramos interpretar as relações significativas que os estudantes expressaram com esses mapas e verificar a existência de regularidades na apresentação dos conceituais, isto é, verificar qual o significado alcançado por esses estudantes sobre o conceito que envolve o efeito fotoelétrico.

3.4 PÚBLICO AVALIADO

Participaram desta pesquisa dez estudantes, aqui identificados pelas iniciais dos seus nomes: *R, Ag, F, K, Rt, A, E, Ad, Cm, C*. Desses estudantes, oito (*R, Ag, F, K, Rt, A, E, Ad*) participaram do trabalho, realizando uma simulação computacional para o efeito fotoelétrico. Os outros dois estudantes (*Cm, C*), apesar de serem da mesma turma, faltaram no dia do trabalho com a simulação para o efeito fotoelétrico.

Dos dez estudantes entrevistados, oito tinham idade média que variava de 20 a 23 anos, sendo um com 26 anos (*C*) e um com 52 anos (*Ag*), sendo que sete desses estudantes trabalhavam durante o dia e apenas três estudantes (*K, A, E*) não trabalhavam. Deles, somente um (*K*) fazia Iniciação Científica. Todos os estudantes afirmaram que usavam o computador, sendo que oito estudantes o utilizavam diariamente e apenas dois o faziam esporadicamente (*A, Cm*).

DESCRIÇÃO DA AULA

Ocupou-se a primeira parte da aula com a apresentação, pela pesquisadora, da teoria e fundamentação teórica dos mapas conceituais (Anexo V), com a finalidade de introduzir alguns conceitos sobre essa ferramenta que os estudantes iriam utilizar. Em seguida, os estudantes construíram, individualmente, um mapa conceitual para o experimento do efeito fotoelétrico. Eles receberam uma apostila (Anexo VI) com o

resumo da apresentação e instruções para emprego do *software* “IHMC Cmap Tools” (KONRATH, 2003).

A disponibilidade oferecida pelo Laboratório Didático de Computação da Faculdade de Educação da UNESP proporcionou a disposição de um estudante por micro. Isso nos forneceu condições para oferecer-lhes uma breve apresentação sobre a teoria dos mapas conceituais que elaboramos, sob o título de “Mapas conceituais: o que são e como utilizá-los”, que foi exibida no programa Power Point. Cada estudante recebeu uma apostila que continha explicações sobre os mapas conceituais e como usar o *software* “Cmap Tools”, elaborada sob o título: “Construindo mapas conceituais”, composta por duas partes: “Parte I – Noções básicas sobre o CMap Tools” (KONRATH, 2003) e “Parte II – O que são mapas conceituais?”.

3.5 PONTUAÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS

Esta primeira análise apresenta uma classificação dos mapas conceituais construídos pelos estudantes sobre o efeito fotoelétrico.

Em nosso processo pela busca de uma avaliação, propusemos, inicialmente, um modelo com base no método de pontuação sugerido por Novak (1999), levando em conta todos os critérios focalizados pela Tabela 1 (conceitos, ligações entre conceitos, níveis hierárquicos e ligações cruzadas) expostos nos mapas conceituais dos estudantes. Primeiramente, fizemos uma pontuação dos mapas, considerando todos os conceitos, ligações, os níveis hierárquicos e as ligações cruzadas, sem nos preocuparmos em verificar a validade dessas ligações. Num segundo momento, fizemos uma correção dos mesmos mapas, mas verificando a validade dos conceitos e suas ligações. A partir daí, os mapas que demonstraram algum critério não válido obtiveram uma nova pontuação, que foi menor do que a primeira. Porém, os critérios para a pontuação foram alterados ao término de nossas análises.

No processo de correção dos mapas conceituais, observamos que o item “níveis hierárquicos” não poderia ser levado em consideração na pontuação, visto que, durante as construções pelos estudantes e pelo próprio professor, apareceram várias formas de organização conceitual nos mapas

que estavam corretas, não existindo, portanto, uma única e rigorosa estrutura hierárquica dos conceitos¹⁸.

Na Tabela 3, vê-se a pontuação resumida de cada mapa conceitual, antes e depois da correção e o grau de coerência entre elas.

A primeira coluna descreve os estudantes participantes da aula, num total de dez. A segunda coluna descreve o valor da pontuação obtida para os mapas conceituais originais, desenhados pelos estudantes, tendo-se em vista o valor de cada critério classificatório, sem correção conceitual. A terceira coluna descreve o valor da pontuação final obtida pelos mapas conceituais, após correção da pesquisadora, ou seja, o valor obtido em cada mapa, considerando-se 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. Entendemos que essa porcentagem está revelando o grau de coerência entre a interpretação pessoal apresentada pelo estudante e a interpretação científica exibida pelo livro- texto, após correção.

Avaliação dos mapas conceituais			
Descrição dos Estudantes	Pontuação Construção	Pontuação Corrigida	Grau de Coerência – Correção/Construção
A	9	4	44%
Ad	9	8	89%
Ag	8	4	50%
C	7	4	57%
Cm	11	7	64%
E	6	5	83%
F	7	8	114%
K	15	13	87%
R	2	1	50%
Rt	10	10	100%
Mediana da pontuação construção da turma			9
Mediana da pontuação corrigida da turma			6

Tabela 3: Mediana da Pontuação obtida pela turma no mapa conceitual – Grau de coerência

¹⁸ A supressão desse item, para a pontuação dos mapas conceituais, também foi sugerida pelo Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, durante a defesa desta Dissertação.

A construção dos mapas conceituais, assim como a escolha dos conceitos e a maneira como foram arranjados, partiu da escolha própria de cada estudante, após terem tido contato com nossa apresentação da teoria dos mapas, sem interferência de materiais didáticos nem a participação do professor. A pontuação individual dos mapas conceituais é exposta adiante, neste trabalho, juntamente com os respectivos mapas conceituais construídos pelos estudantes. Antes, porém, tratamos de um exemplo de como analisamos e classificamos os mapas conceituais dos estudantes.

4. UM EXEMPLO DESCRITIVO DE NOSSA ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS

Na Figura 3, focalizamos o mapa conceitual original construído pelo estudante Ag para o efeito fotoelétrico. A análise desse mapa revela um exemplo de como utilizamos os critérios classificatórios para pontuar os mapas conceituais de caráter avaliativo.

Para facilitar a compreensão das características desse mapa conceitual, fizemos sua remodelação, porém, respeitando suas ligações originais. Por meio dessa remodelação, apresentada na Figura 4, buscou-se a organização dos conceitos de acordo com a distribuição original do estudante, porém, seguindo a ordem de ligação representada por ele.

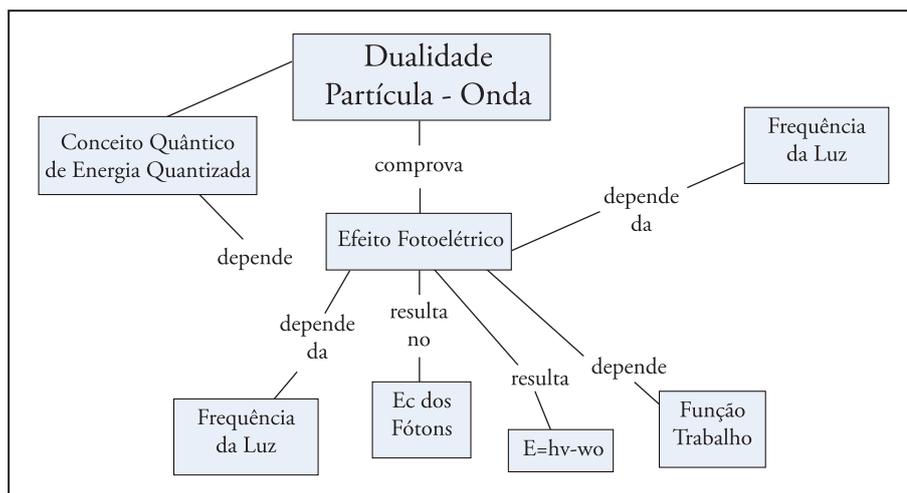


Figura 3: Mapa conceitual original sobre o efeito fotoelétrico elaborado por Ag

Essa remodelação do mapa conceitual visou facilitar 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, pelos demais. Se fôssemos levar em conta os níveis hierárquicos no modelo apresentado na Figura 8, para a pontuação, encontraríamos três níveis hierárquicos. Todavia, com base na Figura 9, observaríamos que existem apenas dois níveis hierárquicos. Segundo os critérios apresentados na Tabela 1, a cada nível hierárquico podemos atribuir cinco (05) pontos, de sorte que esse mapa poderia ter, nesse critério, dez (10) ou quinze (15) pontos, dependendo da interpretação feita do mapa, fato que alteraria em muito a pontuação final. Isso também contribuiu para que não usássemos a pontuação dos níveis hierárquicos.

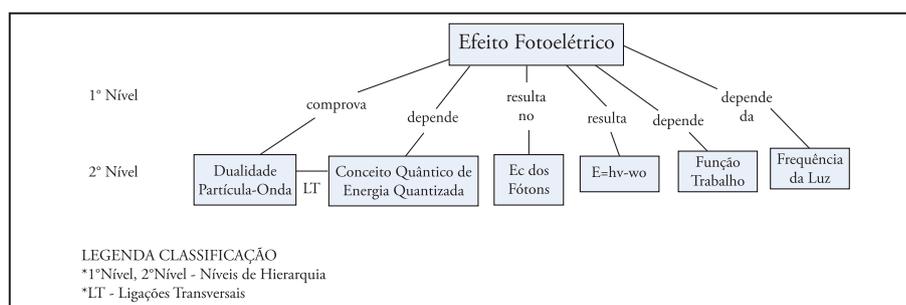


Figura 4: Remodelação do mapa conceitual sobre o efeito fotoelétrico elaborado por Ag. Legenda de Classificação: 1o. Nível, 2o. Nível – Níveis de Hierarquia. LT – Ligações transversais

O mapa remodelado, exposto na Figura 4, também nos auxiliou, com clareza, na pontuação das ligações entre conceitos. Esse item nos possibilitou encontrar algumas características interessantes como, por exemplo, a proposição “efeito fotoelétrico” – “**comprova**” – “Dualidade Partícula-Onda”. Essa proposição traz uma concepção de funcionalidade para o conceito principal “efeito fotoelétrico”, ou seja, esse fenômeno tem que “servir” para alguma coisa. A interpretação apresentada por Ag diverge da interpretação trabalhada em sala de aula, pois, de acordo com o próprio livro-texto, o experimento do efeito fotoelétrico é um fenômeno que é interpretado pela Teoria Corpuscular, isto é, por meio desses fenômenos, a luz mostra um comportamento corpuscular e não ondulatório nem dual. Portanto, a única interpretação coerente para esse fenômeno está descrita pela teoria corpuscular da luz.

O trio *dualidade-onda-partícula* é uma interpretação a partir da Teoria de De Broglie. Pessoa Júnior (1997), que considera esse termo como a essência da Física Quântica e a descreve como uma teoria que “[...] atribui para qualquer partícula individual, aspectos ondulatórios e para qualquer forma de radiação, aspectos corpusculares”.

Dessa forma, não é correto afirmar que o fenômeno do efeito fotoelétrico confirma a dualidade-onda-partícula. Essa afirmação não é coerente com a interpretação científica, por isso a ligação não foi considerada válida.

Outra ligação que também não foi considerada válida é: “efeito fotoelétrico” – “resulta na” – “Ec dos Fótons” (Ec = Energia Cinética). Tal proposição não é válida, porque o conceito de fóton não envolve energia cinética.

Seguindo a remodelação apresentada na Figura 9, elaboramos a Tabela 4, que sintetiza a pontuação atribuída para esse mapa.

Observamos que o estudante representou seis ligações entre conceitos, entretanto, após nossa análise, apenas quatro ligações eram corretas, quer dizer, apenas quatro ligações eram válidas do ponto de vista de relação significativa entre conceitos, formando uma proposição. Quanto aos níveis hierárquicos, ele levou em conta somente dois níveis, os quais se constataram como válidos. Esse estudante representou uma ligação transversal, mas esta não é válida nem significativa, de acordo com esse mapa conceitual. Por isso, não foi considerada. Não apresentou exemplos de aplicação do efeito fotoelétrico, nem ligações transversais de cunho somente válido ou criativa/peculiar.

<i>Crítérios Classificatórios</i>	<i>Construídos</i>	<i>Corrigidos</i>	<i>Pontuação Proporcional</i>
Relações (válidas) C	6	4	67%
Hierarquia (válida) C x 5	-	-	-
Ligações transversais (válidas/significativas) Cx10	-	-	-
Exemplos (válidos) C	-	-	-
Ligações transversais (somente válidas) C x 2	1	-	-
Ligações transversais (Criativas/peculiares) C	-	-	-
Total	8	4	50%

Tabela 4: Pontuação do primeiro mapa conceitual elaborado por Ag

Por conseguinte, esse estudante obteve um total de quatro (04) pontos de um mapa que teria condições de obter oito (08) pontos, de acordo com a própria descrição desse estudante. Seu aproveitamento em relação aos conceitos apresentados em seu mapa pode ser representado, em termos percentuais, com um valor de 50%.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO À MEDIANA DA PONTUAÇÃO OBTIDA NA TURMA

A partir da pontuação individual dos mapas conceituais dos estudantes, obtivemos o valor da mediana da pontuação por essa turma como igual a seis (06) pontos. Com base nesse valor, calculamos o desvio de pontos de cada estudante em relação à mediana da pontuação da turma, que consideramos como o desvio de acertos em relação à mediana dessa turma. Na Figura 5, mostramos a distribuição dessa relação.

Através dessa relação, buscamos expressar, em números, uma comparação entre os mapas conceituais de cada estudante com os outros estudantes da turma. Por exemplo, o total de pontos obtido por *Ag*, quatro (04) pontos em relação à mediana da turma (6 pontos), representando um desvio de dois (02) pontos negativos, está representado na Figura 5 como sendo o valor -2. Conforme tal classificação, o valor zero (0) representa a mediana da turma; dessa forma, quem está abaixo desse valor significa que está com uma pontuação menor que seis (06) pontos, e o contrário para quem está acima. Esse estudante alcançou uma pontuação em relação à sua turma que o classifica em dois (02) pontos abaixo da mediana.

Cinco estudantes (*K*, *Rt*, *Ad*, *F*, *Cm*) se encontram acima da mediana, quer dizer, estão entre valores acima de zero (0); os outros quatro estudantes (*E*, *A*, *Ag*, *C*, *R*) se encontram abaixo desse valor, estando, portanto, com uma pontuação abaixo da mediana dessa turma. Observa-se, porém, que os estudantes abaixo da mediana se apresentam bem próximos uns dos outros (posição vertical do gráfico 2) com variação de até dois (02) pontos negativos para quatro estudantes (*E*, *A*, *Ag*, *C*), exceto de um estudante (*R*), com cinco (05) pontos negativos. As máximas variações estão para *R* com cinco (05) pontos abaixo e *K* com uma variação de sete (07) pontos acima.

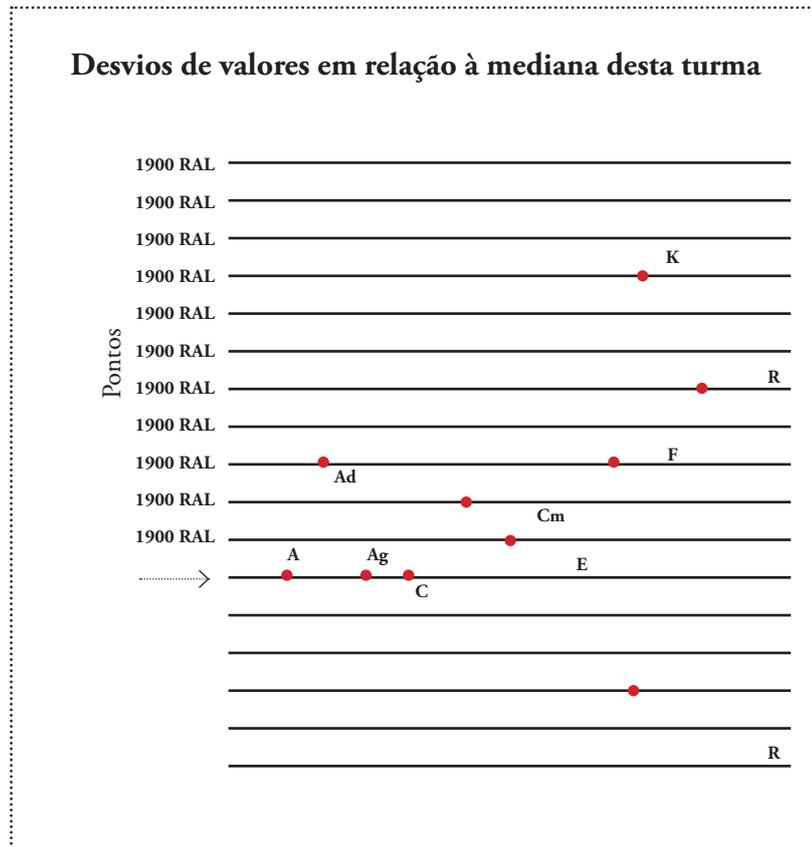


Figura 5: Desvios de valores em relação à mediana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os mapas conceituais, destacamos que se trata de uma proposta inicial para *avaliação* dos estudantes e que os parâmetros para encontrar a mediana da pontuação final dos mapas após a correção (Tabela 3) pode ser mais bem apropriada, desde que o professor se proponha desenvolver um trabalho com a aplicação dos mapas conceituais, como parte integrante do seu processo de *avaliação continuada*.

Desenvolver um trabalho onde seja inserido um processo de avaliação constante pode ser amparado pelo uso de mapeamento dos conceitos dos estudantes, pois, por meio da análise desses mapas conceituais pelo professor, torna-se visível a verificação das possíveis concepções alternativas dos estudantes.

Baseados neste trabalho, sugerimos ao professor que for iniciar um trabalho com essa técnica que forneça aos estudantes um tempo maior na introdução dessa teoria, oferecendo a oportunidade para construir um mapa conceitual de outro conteúdo, um poema, por exemplo, como propõe Moreira (1985), a fim de que possam alcançar uma melhor compreensão do uso dessa ferramenta e, a partir daí, passem a construir mapas conceituais para o tema específico da disciplina em questão.

Enfim, observamos que o uso dos mapas conceituais pode ser um bom recurso avaliativo, porque se pode verificar, através deles, como os estudantes estão compreendendo o discurso apresentado em aula, tanto pelo livro-texto como pela fala do professor. Também pode ser usado para auxiliar os estudantes a organizar seus conhecimentos e reconhecer outras possibilidades de organização conceitual. Enfim, ressaltamos que a construção dos mapas conceituais pode ser elaborada sem recursos mais dispendiosos, uma vez que apenas o lápis e o papel são suficientes para esse trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. C. P. de; SOUZA, A. R. de. Uma alternativa para o ensino de Física Quântica Introdutória, numa perspectiva de aprendizagem significativa através da utilização do *software* “Física con Ordenador” e de Mapas Conceituais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15, 2003, Curitiba. *Programa e Resumos*. Curitiba, Imprensa Universitária da UFPR, 2003. p. 164.
- ALMEIDA, F. C. P. de. *Uma alternativa para o ensino de física quântica introdutória numa perspectiva de aprendizagem significativa através da utilização do software “física com ordenador” e de mapas conceituais*. Bauru, 2004. 212f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Bauru, 2004.
- 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, A. F. *Física con Ordenador: Curso Interactivo de Física en Internet*. 1999. Disponível em: <<http://168.176.37.84/textos/fisica/default.htm>> Acesso em: maio de 2003.
- KONRATH, M. L. P. *Noções Básicas sobre CMap Tools (software desenvolvido pelo Instituto for Human and Machine Cognition da The University of West Florida)*. Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/edutools/tutcmeps/tutindicecmap.htm>> Acesso em: 5 maio 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, M. A. *Atividade docente na universidade: alternativas instrucionais*. Porto Alegre: Editora da UFRG, 1985.
- MOREIRA, M. A. Concept maps as tools for teaching. *Journal of College Science Teaching*, n. 8, vol. 5, p. 283-286, 1979.
- NOVAK, J. D. Institute for Human and Machine Cognition. *IHMC Cmap Tools*. 2002. Disponível em: <<http://www.coginst.uwf.edu/about/index.html>> Acesso em: 20 abr. 2002.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. 2. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.
- PESSOA JÚNIOR, O. Interferometria, interpretação e intuição: uma introdução conceitual à Física Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 19, n.1, p. 27, mar. 1997.
- TIPLER, P. A. *Física Moderna*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981, p. 90-93.