

Avaliação baseada na Aprendizagem Significativa por meio de Mapas Conceituais

Assessment based on the Meaningful Learning using Concept Maps

José Uibson Pereira Moraes¹
Rosilaine Gomes de Santana²
Celso José Viana-Barbosa³

¹UFS/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática-NPGECIMA
joseuibson@yahoo.com.br

²UFS/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática-NPGECIMA
rosilainegomes22@yahoo.com.br

³UFS/Grupo de Pesquisa em Educação Matemática e Ensino de Ciências – GPEMEC
cjvianna@yahoo.com.br

Resumo

Neste artigo, buscamos fazer uso de mapas conceituais para avaliar o aprendizado dos alunos e possivelmente identificar se tal aprendizado ocorreu de forma significativa. A teoria base deste trabalho é a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel. Com base nesta teoria, Novak criou e teorizou os mapas conceituais. Nesta pesquisa, mostramos a análise quanti e qualitativa dos mapas conceituais construídos pelos alunos do Instituto Federal de Sergipe no primeiro bimestre do corrente ano. A análise quantitativa consistiu em oferecer um escore ao mapa feito por cada aluno tendo como referencial o mapa criado pelo professor (especialista). Já na análise qualitativa procuramos analisar a estrutura dos mapas, através da taxonomia topológica, as relações entre os conceitos, assim como a quantidade e a qualidade destes. Os resultados preliminares mostram que é possível identificar a ocorrência da aprendizagem significativa a partir da análise dos mapas conceituais feitos pelos alunos.

Palavras-Chave: Mapas Conceituais, Aprendizagem Significativa, Avaliação.

Abstract

In this article, we seek to make use of concept maps to assess student learning and possibly identify whether such learning occurred significantly. The theory of this paper is based on the Theory of Meaningful Learning (TML) of Ausubel. Based on this theory, Novak created and theorized concept maps. In this study, we show the quantitative and qualitative analysis of the concept maps constructed by students of the Instituto Federal de Sergipe in the first quarter of this year. The quantitative analysis was to provide a score to the map made by each student as reference map created by the teacher (expert). In the qualitative analysis sought to analyze the structure of the maps by topological taxonomy, relations between concepts as well as the quantity and quality of these. Preliminary results show that it is possible to identify the occurrence of significant learning from the analysis of concept maps made by students.

Key-Words: Concept maps, Meaningful Learning, Assessment.

Introdução

Percebe-se no dia-a-dia em sala de aula que o professor enfrenta grandes desafios, seja no ensino de Física ou no das demais disciplinas, com relação ao processo avaliativo. O sistema de avaliação adotado pela maioria dos professores estimula o aluno apenas à memorização do conteúdo, sem buscar significados ou relações com outros conceitos que foram vistos, onde o mesmo não identifica o que realmente foi aprendido e acaba tendo uma visão de aprendizagem sem significado.

É necessário buscar uma avaliação que priorize a participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, com uma avaliação não somente quantitativa, mas com um teor qualitativo. Sendo assim, é fundamental analisar a mudança conceitual ocorrida no aluno, a aquisição de novos conhecimentos e também verificar se o mesmo aprendeu ou não de forma significativa. Assim, é preciso utilizar métodos mais satisfatórios quanto à forma de avaliar os alunos. Um método defendido pelos autores deste trabalho é o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação. Os mapas proporcionam uma melhor exposição dos conceitos que os alunos aprenderam, mostrando de forma mais clara sua estrutura de conhecimento.

O mapa conceitual não direciona o aluno para uma questão única e fechada, havendo uma infinidade de maneiras de expor os conceitos que foram aprendidos. Assim, as respostas expressas nos mapas são únicas e os alunos poderão realizar uma série de inferências que exijam não somente o significado dos conceitos, mas das inter-relações entre os mesmos.

Determinadas falhas provenientes da falta de clareza no ensino de um conceito, que são ocultadas na avaliação tradicional, podem ser observados através da construção do mapa conceitual. Estas observações são importantes no sentido de analisar se os alunos assimilaram os conceitos de forma correta, quais as dificuldades foram encontradas e assim estabelecer diferentes maneiras de abordagem do conteúdo em sala de aula.

Não queremos afirmar que mapas conceituais são absolutos no processo de avaliação, mas sabemos da sua utilidade como uma ferramenta no processo de avaliação da aprendizagem dos alunos. Sua validade decorre da necessidade do professor analisar como o aluno está organizando e reorganizando sua estrutura cognitiva tendo em vista os novos conhecimentos adquiridos.

O fundamento teórico dos mapas conceituais é a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Esta teoria serve de guia também para a análise proposta neste trabalho. Aqui, propõe-se uma análise quanti e qualitativa de mapas conceituais elaborados por alunos da primeira série do ensino médio, na disciplina de Física, durante o primeiro bimestre letivo. A partir da análise dos mapas, onde se busca observar sua qualidade em termos de estrutura e conceitos, torna-se possível verificar a ocorrência ou não de aprendizagem significativa.

Esta análise se baseia na taxonomia topológica, onde se verifica a estrutura hierárquica do mapa, o número de conceitos, frases de ligação, etc. (CAÑAS *et al.*, 2006); nos traços semânticos do mapa, onde se verifica a qualidade dos conceitos, das relações, ramificações, etc. (VALERIO, LEAKE & CAÑAS, 2008); e por fim, a partir desta parte qualitativa, pontuaram-se estes itens citados anteriormente e foi dado um escore ao mapa (GOWIN E ALVAREZ, 2005).

Antes da análise e resultados desta pesquisa, busca-se mostrar primeiramente a Teoria da Aprendizagem Significativa, seguida de uma explanação dos mapas conceituais e dos critérios de análise utilizados.

Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

O interesse maior em utilizar esta teoria é porque ela está direcionada para o ambiente de sala de aula das escolas atuais. O conceito central da TAS é o da aprendizagem significativa, entendida como:

Um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação **interage** com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito subsunçor" ou, simplesmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende. (MOREIRA, 2009a, p. 8)

Para Ausubel, *“o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe”* (MOREIRA, 2009a, p. 65), ou seja, são os conhecimentos prévios do aluno. Os novos conhecimentos para serem assimilados e retidos (armazenados) vão depender diretamente da qualidade da estrutura cognitiva prévia do aprendiz. Os conhecimentos prévios do aprendiz servirão de *“ponto de ancoragem”*, onde as novas informações irão encontrar um modo de se integrar e interagir com aquilo que o indivíduo já conhece.

O indivíduo aprende significativamente quando consegue atribuir significado ao que está sendo aprendido, porém estes significados têm sempre atributos pessoais. Sendo assim, uma aprendizagem em que não exista uma atribuição de significados pessoais nem uma relação com o conhecimento prévio do aluno, não é considerada como sendo significativa e sim mecânica, onde ocorre que:

Novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunçores específicos. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação. (MOREIRA, 2009a, p. 9).

A aprendizagem significativa é preferível à aprendizagem mecânica, pois constitui um método mais simples, prático e eficiente de internalizar o conhecimento. Um indivíduo pode aprender algo de forma mecânica, porém, perceber só depois a relação do que aprendeu com algum conhecimento anterior já dominado. Ocorreu aí, um esforço e tempo longo para assimilar conceitos que seriam mais facilmente compreendidos se encontrassem um *subsunçor* existente na estrutura cognitiva. Sendo assim, para promover a aprendizagem significativa, Ausubel propõe que a programação do conteúdo a ser ensinado obedeça a dois princípios básicos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Sobre a diferenciação progressiva, Moreira (2009a, p. 65) afirma que é *“o princípio segundo o qual as idéias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade”*. Ou seja, as ideias mais inclusivas devem estar no topo da estrutura conceitual do aprendiz, que progressivamente, vai incorporando proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados.

Já a reconciliação integrativa é definida por Moreira (2009a, p. 65) como sendo *“o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes”*. Porém, de acordo com o próprio autor, Ausubel esclarece que se trata de relações que o aprendiz faz dos novos conceitos com aqueles já existentes na sua estrutura cognitiva. Sendo assim, à medida que novas informações são adquiridas, os elementos existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados.

É necessário salientar que a aprendizagem significativa apesar de ser mais eficiente e eficaz que a aprendizagem mecânica, não ocorre de forma simples, é preciso que se tenha condições adequadas para sua ocorrência. Tendo por base a obra de Ausubel, Pelizzari *et al* (2002) expõe duas condições necessárias para que ocorra a aprendizagem significativa:

Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrariamente e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo. (PELIZZARI *et al*, 2002, p. 38)

De acordo com Ausubel, um material potencialmente significativo, é todo material que seja “*passível de se relacionar com as ideias relevantes ancoradas [subsunçores] na estrutura cognitiva do aprendiz*” (AUSUBEL, 2003, p. 57). Esta segunda condição pode influenciar a primeira, facilitando assim a aprendizagem significativa.

Montar e/ou oferecer um material potencialmente significativo ao aluno não é tarefa simples. Este material deve obedecer, segundo Moreira (2006, p.19) a pelo menos dois requisitos mínimos, que são: “*a natureza do material, em si, e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz*”. O autor completa dizendo que

Quanto à natureza do material, este deve ser ‘logicamente significativo’ ou ter ‘significado lógico’, isto é, ser suficientemente não arbitrário e não aleatório, de modo que possa ser relacionado, de forma substantiva e não arbitrária, a ideias, correspondentemente relevantes, que se situem no domínio da capacidade humana de aprender. No que se refere à natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos, com os quais o novo material é relacionável. MOREIRA (2006, p.19).

Satisfeitas as duas condições acima citadas, ainda tem algo a ser observado, que é saber se o aprendiz tem os *subsunçores* necessários para assimilar o conteúdo específico, caso o aprendiz não tenha esses *subsunçores*, é preciso introduzir os chamados organizadores prévios, que são “*materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material*” (MOREIRA, 2006, p. 23). De acordo com Ausubel, o organizador prévio serve de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber.

Mapas Conceituais (MC)

A base teórica dos mapas conceituais é a teoria da aprendizagem significativa mostrada anteriormente. Tendo em vista o conceito trabalhado de aprendizagem significativa, onde esta mesma implica na atribuição de significados idiossincráticos, “*mapas conceituais, traçados por professores e alunos, refletirão tais significados*” (MOREIRA, 2009b, p. 9). Ou seja, “*tanto mapas usados por professores como recurso didático como mapas feitos por alunos em uma avaliação têm componentes idiossincráticos.*” (ibid. p. 9). Tendo em vista também que um dos objetivos do ensino é que os alunos venham a compartilhar significados aceitos em determinada comunidade de usuários de forma significativa, mapas conceituais apresentam-se como uma poderosa ferramenta para que se atinja tal compartilhamento.

De acordo com a TAS, a aprendizagem sendo significativa não é estática no sentido da organização da estrutura cognitiva, pois a mesma “*constantemente está se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã*” (ibid. p. 10). Isso mostra o grande dinamismo dos mapas conceituais.

A origem dos mapas conceituais encontra-se na busca, por Novak e colaboradores, em entender as mudanças conceituais das crianças na compreensão da ciência. Foram criados dentro de um programa de pesquisa na Universidade de Cornell em 1972, no qual pesquisadores entrevistaram um grande número de crianças e tiveram dificuldade na identificação de mudanças conceituais sobre o conhecimento científico, analisando apenas as transcrições das entrevistas, surgiu assim à necessidade de se criar uma nova ferramenta que permitisse identificar melhor tais mudanças. Sendo assim, Novak e Cañas ratificam que,

Diante da necessidade de encontrar uma melhor forma de representar a compreensão conceitual de crianças, surgiu a ideia de que o conhecimento infantil fosse representado na forma de mapa conceitual. Desse modo, nasceu uma nova ferramenta não apenas para o uso em pesquisa, como também para muitos outros. (NOVAK E CAÑAS, 2006, p. 3)¹

Para Novak e Cañas (2006, p. 1) mapas conceituais são “*ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento. Eles incluem conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de alguma espécie, e relações entre conceitos, que são indicadas por linhas que os interligam*”. Sobre essas linhas colocam-se palavras ou frases de ligação, que tornam mais claro e específico o relacionamento entre os conceitos, caso elas não existam, pode ocorrer interpretações errôneas sobre a relação dos conceitos.

Os mapas conceituais não devem ser confundidos com “*organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder. Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais.*” (MOREIRA, 2009b, p. 4).

O termo conceito é muito importante na aprendizagem significativa e no próprio uso de mapas conceituais, tal termo pode ser definido “*como uma regularidade percebida em eventos ou objetos, designada por um rótulo.*” (NOVAK E CAÑAS, 2006, p. 1). Já o rótulo, na maioria dos conceitos, representa a(s) palavra(s) ou até mesmo símbolos.

Outro termo relevante, em mapas conceituais, é o de proposições, que são “*enunciações sobre algum objeto ou evento no universo, seja ele natural ou artificial*” (ibid. p. 1). Geralmente as proposições contemplam “*dois ou mais conceitos conectados por palavras de ligação ou frases para compor uma afirmação com sentido*” (ibid. p. 1). Sendo assim, chamadas também de unidades semânticas ou unidades de sentido.

A hierarquização é outra característica fundamental em mapas conceituais. Os conceitos no mapa devem estar hierarquicamente organizados. Para tanto “*os conceitos mais inclusivos e gerais no topo e os mais específicos e menos gerais dispostos hierarquicamente abaixo*”. (NOVAK e CAÑAS, 2006, p. 1-2). Os autores completam afirmando que “*a estrutura hierárquica de uma área específica de conhecimento também depende do contexto no qual o conhecimento está sendo aplicado ou considerado*” (ibid. p. 1-2). A partir de então, busca-se com o mapa conceitual, responder a uma questão, chamada de questão focal.

As ligações cruzadas também ganham destaque, são o que Novak e Cañas (2006) chamam de *cross-links*. Elas representam as ligações e/ou relações entre conceitos dentro de diferentes níveis ou segmentos. Para os autores a hierarquização e a presença de ligações cruzadas são as características dos mapas conceituais que compõem o pensamento criativo.

Por fim, é importante que se coloque nos mapas também, “*exemplos específicos ou objetos que ajudam a esclarecer o sentido de um determinado conceito*” (ibid. p. 2).

Pode-se resumir o que foi dito anteriormente com um mapa conceitual.

¹ Tradução de Luis Fernando Cerri (PPGE/UEPG), com revisão técnica de Fabiano Morais.

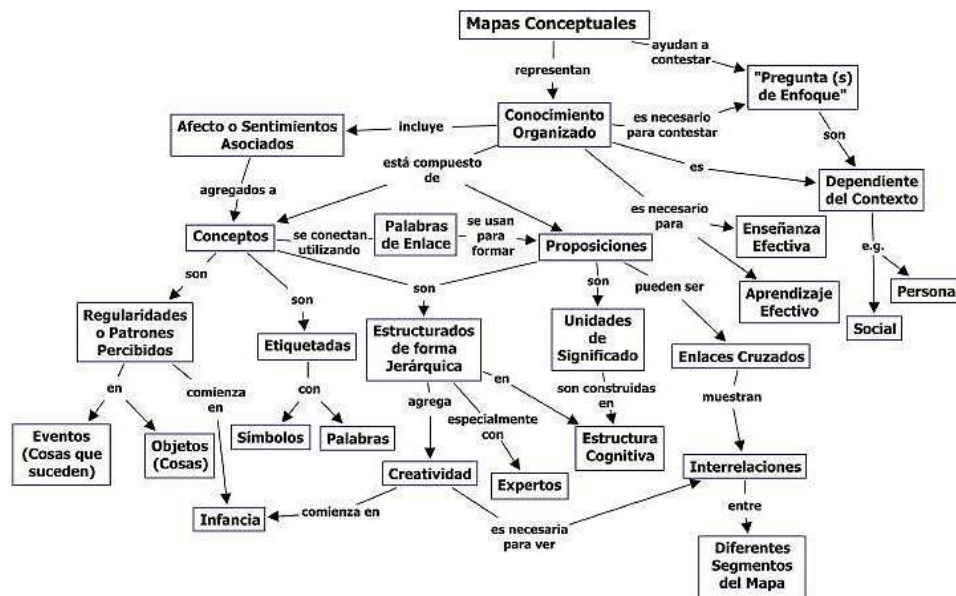


Figura 1 - Um mapa conceitual que mostra as características chaves dos mapas conceituais. Os mapas conceituais tendem a serem lidos progressivamente de cima para baixo. (NOVAK E CAÑAS, 2006)

Tipos de MC

Existem vários tipos de mapas conceituais. Essa grande variedade deve-se ao fato do mapa conceitual ser um constructo bastante pessoal. Porém, mesmo com tanta variedade, é possível identificar os tipos principais de mapas conceituais encontrados. Esta identificação é importante tendo em vista que um determinado tipo pode atender melhor a um fim que outro.

Destaca-se neste trabalho o tipo hierárquico, nele, “a informação é apresentada numa ordem descendente de importância. A informação mais importante (inclusiva) é colocada na parte superior. Um mapa hierárquico é usado para nos dizer algo sobre um procedimento” (TAVARES, 2007, p. 75). Este mapa apresenta, de forma explícita, a teoria trabalhada aqui. Os mapas conceituais frutos de análise deste artigo, são do tipo hierárquico.

Elaborando bons mapas conceituais

Para elaborar bons mapas não existe uma delimitação de uma única estrutura hierárquica. No entanto, esta estrutura é facilmente definida de acordo com o contexto do assunto que o mapa vai tratar. Fora do contexto, os primeiros mapas conceituais dos alunos, são menores, com poucos conceitos. À medida que o aluno vai apreendendo e aprendendo mais conceitos, a tendência é que seu mapa melhore, se torne mais amplo, complexo, ramificado.

Uma maneira eficiente de definir o contexto para o mapa conceitual é propor uma questão focal, isto é, “uma pergunta que especifica claramente o problema ou questão que o mapa conceitual deve ajudar a resolver” (NOVAK e CAÑAS, 2006, p. 11-12). Os autores completam ainda afirmando que “todo mapa conceitual responde a uma questão focal, e uma boa questão focal pode conduzir a um mapa conceitual muito mais rico.” (ibid. p. 12).

O passo seguinte na elaboração de um bom mapa conceitual é localizar os conceitos principais (conceitos-chave) do assunto do contexto do mapa e em seguida listá-los no mapa de forma hierárquica, “do conceito mais geral e inclusivo para o problema ou situação em questão, que ficaria no topo da lista, até o conceito mais específico e menos geral, que ficaria na base dela.” (ibid. p. 12). Um número de conceitos razoável para um bom mapa conceitual é entre 15 a 25 conceitos de acordo com Novak e Cañas, porém este número depende do nível de conhecimento do aluno e de sua habilidade na elaboração de mapas conceituais.

Na elaboração de mapas conceituais uma ferramenta que pode contribuir ainda mais para a boa qualidade do mapa, no sentido de facilitar sua construção, é o programa *CmapTools* que foi desenvolvido pelo Institute for Human Machine Cognition (IHMC) da University of West Florida, tendo como supervisor o Dr. Alberto J. Cañas. O *CmapTools* possibilita uma amplitude grande de ferramentas. Como exemplo,

Quando usado juntamente com um projetor multimídia, dois ou mais indivíduos podem facilmente elaborar um mapa juntos e verem as mudanças na medida em que avançam no trabalho. O *CmapTools* também permite que indivíduos em uma mesma sala ou em qualquer parte do mundo trabalhem juntos em um mapa, sendo que os ele pode ser elaborados de forma síncronica ou assíncrona, de acordo com a disponibilidade de quem o esteja fazendo. (NOVAK e CAÑAS, 2006, p. 12).

Outra vantagem em se fazer mapas conceituais no computador é a facilidade de alterá-lo. Um bom mapa conceitual geralmente não é construído de uma única vez, geralmente é preciso revisá-lo duas ou três vezes, pois assim é possível incluir conceitos não percebidos na primeira construção ou até alterar conceitos colocados indevidamente.

Como visto acima, as ligações cruzadas são muito importantes num mapa conceitual, pois de certa forma os conceitos abordados em um determinado conteúdo estão interligados entre si, mesmo estando em domínios diferentes. Porém, faz-se necessário orientar aos alunos que é “*é preciso ser seletivo ao identificar as ligações cruzadas e tão preciso quanto possível ao estabelecer palavras de ligação que interliguem conceitos*”. (ibid. p. 12). Os autores destacam ainda que “*deve-se evitar ‘frases nas caixas’, ou seja, frases completas usadas como conceitos, uma vez que isso geralmente indica que toda uma subseção do mapa poderia ser elaborada a partir da frase na caixa.*” (ibid. p. 13).

Os mapas conceituais podem ser usados como instrumento de análise de currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação. Este último foi o utilizado neste trabalho. Para Moreira (2009, p. 7), os mapas conceituais usados desta maneira, oferecem “*uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento.*”. Mostrando-se como uma técnica inovadora, pois “*busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno*” (ibid. p. 7).

Contexto Metodológico da Pesquisa

Foi feita uma análise dos mapas de 11 alunos (total de 33 mapas) do 1º ano do ensino médio do Instituto Federal de Sergipe. Os alunos receberam textos sobre: Física, Mecânica e Movimento, além das aulas sobre os conteúdos citados. A partir de cada conteúdo visto em sala, foi solicitado também que os alunos buscassem mais informações na internet. Após estes estudos, em cada tema citado, os alunos iam elaborando seus mapas conceituais.

Inicialmente faremos uma análise da estrutura dos mapas, ou seja, uma análise topológica (CAÑAS *et al.*, 2006), e posterior análise dos conceitos e das inter-relações entre os mesmos (MORENO *et al.*, 2007), como também uma análise quantitativa (GOWIN E ALVAREZ, 2005), atribuindo um escore aos mapas de acordo com alguns critérios que serão descritos posteriormente.

Para a avaliação estrutural dos mapas conceituais, como citado, fizemos o uso da taxonomia topológica, esta “*considera a complexidade estrutural do mapa, sem dar importância ao significado dos conceitos e proposições, e serve para medir o progresso no início, quando o estudante está aprendendo os aspectos elementares na construção do mapa*” [Tradução nossa]. (CAÑAS *et al.*, 2006, p. 01).

Porém, para se ter uma melhor compreensão da aprendizagem do aluno através da análise dos mapas conceituais, é preciso ir mais além e buscar mais características nesses mapas, que mostrem claramente como o aluno está entendendo determinado conteúdo. Busca-se então analisar além da taxonomia topológica, os *traços semânticos*, estes de acordo com Valério, Leake e Cañas (2008, p. 1), buscam verificar se “*são as proposições corretas? como são expressas as frases de ligação? a questão foco é respondida pelo mapa conceitual?*”. A partir dessas duas análises os autores citados defendem que “*um mapa conceitual ‘bem estruturado’ é considerado melhor do que um mapa mal estruturado, mesmo que seus conteúdos sejam ‘equivalentes’*”. (Ibid. p. 1). [Tradução nossa]

A taxonomia de Cañas *et al.* (2006) classifica os mapas em 07 níveis, ou seja, de 0 a 6, os quais enfatizam alguns critérios, como: a utilização de conceitos, ao invés de recortes do texto; o estabelecimento de relações entre conceitos (palavras de enlace); o grau de ramificação (o número de pontos de ramificação e; a presença de ligações cruzadas (formando um circuito fechado)). Ao trabalharmos com essa taxonomia devemos levar em conta que se um mapa conceitual apresentar algumas características de um nível superior, somente poderá pertencer a esse nível quando apresentar todas as características dele.

Por fim, ainda buscando uma maior compreensão do entendimento do aluno, buscou-se dar a cada mapa um score, de acordo com alguns critérios propostos por Gowin e Alvarez (2005, p. 215-219). Para tanto, foi verificado aspectos como: hierarquia, relações, ramificações, ligações cruzadas, exemplos.

A partir desses critérios foi criada uma fórmula que levasse em conta os pontos obtidos pelo aluno em seu mapa e também os pontos do mapa feito por um especialista. A fórmula citada é

$$P_{Mapa} = \frac{(P_{Re} \cdot 0,4 + P_{Ra} \cdot 0,3 + P_{NE} \cdot 0,2 + P_{LC} \cdot 0,1) + (P_{Re} + P_{Ra} + P_{NE} + P_{LC})}{P_{Espec.}} \times 10$$

onde:

P_{Mapa} => pontos do mapa

P_{Re} => pontos das relações entre conceitos

P_{Ra} => pontos das ramificações no mapa

P_{NE} => pontos referente ao número de níveis e aos exemplos dados no mapa

P_{LC} => pontos das ligações cruzadas

P_{Espec} => pontos do mapa do especialista

O score de cada mapa foi obtido com esta fórmula. Lembrando que quando se analisa as relações, ramificações, ligações cruzadas e exemplos, verifica-se também se estas são válidas (corretas) ou não.

Resultados e Análises

Nessa pesquisa observamos que a maioria dos mapas conceituais se adequaram aos níveis 2 (13/33 mapas) e 3 (16/33 mapas) da taxonomia de Novak e Cañas (2006), ver gráfico 01. Os mapas do nível 02 apresentaram uma predominância de conceitos; são mapas não lineares; todos os conceitos estavam conectados por palavras de ligação e; apresentaram 02 pontos de ramificação. As características que diferenciam os mapas do nível 02 e do 03 é a quantidade de pontos de ramificação (3-4) e o aparecimento dos níveis de hierarquia que é contado a partir do conceito mais geral ao mais específico. O gráfico mostra ainda a quantidade de mapas por assunto em cada nível.

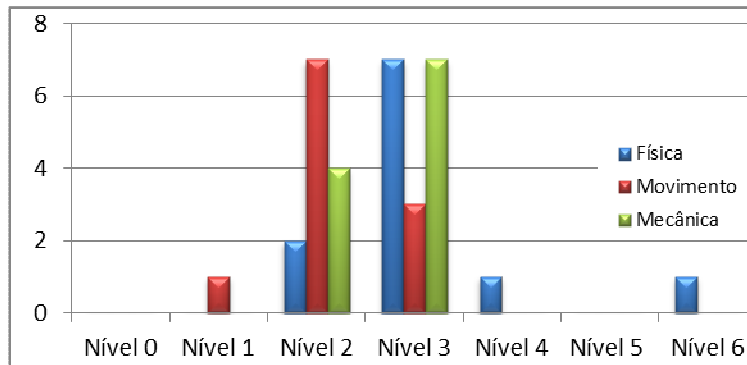


Figura 2. Quantidade de mapas conceituais, abrangendo temas específicos, em cada nível.

Observaremos as Figuras 3, 4 e 5 onde mostram três mapas conceituais montados por um aluno, mostrando as características dos níveis um, três e seis. Salientamos que os alunos dessa turma nunca haviam utilizado os mapas conceituais em sala de aula e apesar disso foi possível verificar que um dos alunos montou um mapa que se assemelhava ao mapa de um especialista (professor) Fig. 5. A sequência dos mapas mostrados abaixo foi a mesma em que o aluno os fez e entregou. A partir desta sequência é possível observar a evolução estrutural e conceitual nos mapas. Além disso, foi possível perceber a exposição das ideias dos alunos de forma organizada, como também verificar que eles conseguiram fazer as interconexões entre os conceitos nos mapas sobre Física, Movimento e Mecânica.

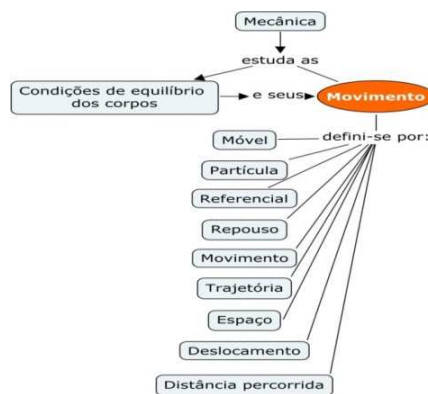


Figura 3 – Mapa conceitual sobre Movimento, construído pelo aluno T. Este mapa pertence ao nível 01 da taxonomia de Cañas *et al.* (2006, p. 01).

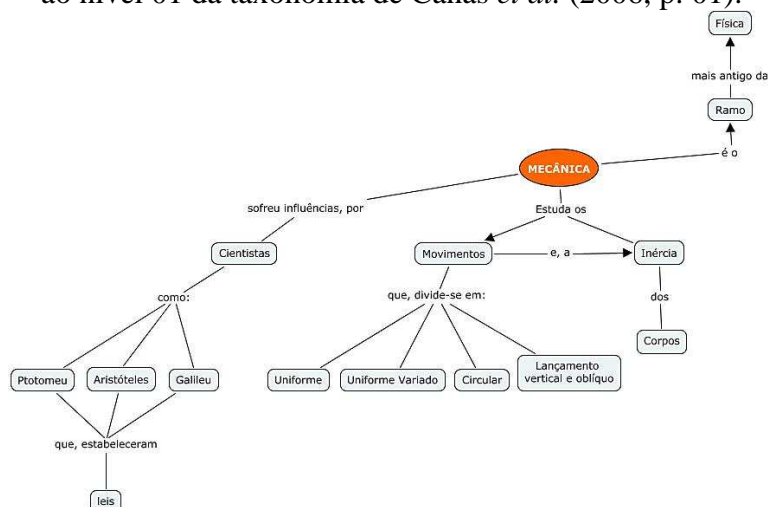


Figura 4 – Mapa conceitual sobre Mecânica, construído pelo aluno T. Este mapa pertence ao nível 03 da taxonomia de Cañas *et al.* (2006, p. 01).

Tabela 2 – Escores do mapa conceitual sobre Mecânica, construído pelo aluno T.

MAPA CONCEITUAL	Nota	CATEGORIAS	VÁLIDAS	CATEGORIAS	NÃO VÁLIDAS (-)	Pontos Válidos		
O que é Mecânica?	6,61	Relações:	0	27	Relações	0	-3	24
			9			1		
		Ramificações	3	39	Ramificações	0	-4	35
			6			1		
			0			0		
			0			0		
			0			0		
Lig. Cruzadas	1	10	Lig. Cruzadas	0	0	10		
Exemplos		3	Níveis H.		2	13		
Total de Pontos no Mapa							82	

Tabela 3 – Escores do mapa conceitual sobre Física, construído pelo aluno T.

MAPA CONCEITUAL	Nota	CATEGORIAS	VÁLIDAS	CATEGORIAS	NÃO VÁLIDAS (-)	Pontos Válidos		
O que é Física?	11,29	Relações:	0	120	Relações	0	-24	96
			40			8		
		Ramificações	3	96	Ramificações	1	-25	71
			5			0		
			11			6		
			7			1		
			14			0		
Lig. Cruzadas	3	30	Lig. Cruzadas	1	-10	20		
Exemplos		3	Níveis H.		5	28		
Total de Pontos no Mapa							215	

Os dados quantitativos corroboram os qualitativos comentados anteriormente. Comprovam claramente a evolução do aluno na questão estrutural do mapa, pois o mesmo mostrou um grande desenvolvimento na estrutura de seus mapas; é perceptível também a evolução conceitual do aluno, onde a medida que vai ganhando habilidade na construção de seus mapas, o aluno aumenta significativamente sua quantidade e a qualidade de seus conceitos, as relações e ramificações entre os mesmos, mostrando assim um desenvolvimento em sua estrutura cognitiva, que neste caso sofreu uma profunda transformação na aquisição de novos significados.

É de se destacar ainda o percentual de aumento nas pontuações totais dos mapas. Do primeiro para o segundo mapa, houve um aumento de 110% nos pontos. Do segundo para o terceiro mapa o aumento foi maior ainda, atingindo o percentual de 162%. Estes aumentos são bastante significativos.

Com relação à nota do aluno no mapa, os aumentos são também relevantes. Do primeiro pro segundo mapa o aumento na nota foi de 115 %. Já do segundo para o terceiro foi de 70 %. Apesar deste aumento ter sido menor que o anterior, ele é muito significativo tendo em vista que o aluno tirou neste mapa uma nota acima de 10 (dez), algo permitido pelos critérios e fórmula utilizados. Porém para efeito de nota, numa sala de aula, considerou-se nota máxima de dez. Novamente, os resultados mostram-se surpreendentes.

Algumas Considerações Preliminares

Considerando os resultados preliminares aqui obtidos, é possível, neste ponto, destacar o uso de mapas conceituais para avaliar os conhecimentos dos alunos, apesar da inexperience dos mesmos quanto ao uso dessa nova ferramenta, levando em consideração a quantidade e a qualidade dos conceitos e proposições apresentadas nos mapas conceituais.

Observa-se, porém que tal avaliação precisa atender a requisitos quantitativos e qualitativos para assim estar mais completa e dar mais informações da estrutura cognitiva do aprendiz. Com base nas análises feitas aqui, foi possível identificar que o aluno T, assim como outros alunos, aprendeu de forma significativa. Como é de se observar no terceiro mapa dele, percebe-se que o mesmo apresenta uma estrutura cognitiva bastante elaborada, bem ramificada, complexa, onde os conceitos estão interligados e coesos, características essas de um aluno que aprendeu significativamente. Fica a sugestão, do uso dos critérios aqui adotados, assim como a fórmula para se obter um escore do mapa, para futuras pesquisas com mapas conceituais, principalmente para a identificação da aprendizagem significativa.

Referências

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. 1ª Edição, Lisboa-PT, Plátano Edições Técnicas, 2003.

CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; MILLER, M. L.; COLLADO, C.; RODRÍGUEZ, M.; CONCEPCIÓN, M.; SANTANA, C.; PEÑA, L. *Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales*. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D. *Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*, vol. 1(p. 153-161). San Jose: Universidad de Costa Rica, 2006.

GOWIN, D. B. & ALVAREZ, M. C. *The Art of Educating with V Diagrams*. New York, Cambridge University Press, 2005.

MOREIRA, M. A. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa*. Porto Alegre-RS, 2009a.

_____. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: Mapas Conceituais, Diagramas V e Organizadores Prévios*. Porto Alegre-RS, 2009b.

_____. *A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília – UNB, 2006.

MORENO, L. R.; SONZOGNO, M. C.; BATISTA, S. H. S. & BATISTA, N. A. *Mapa Conceitual: Ensaio de critérios de análise*. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007.

NOVAK, J. D. & CAÑAS, A. J., *La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales y a Cómo Construirlos*, Reporte Técnico IHMC CmapTools 2006-01, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P. FRINCK, N. T. L. & DOROCINSKI, S. I. *Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel*. *Revista PEC*, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002

TAVARES, R. *Construindo mapas conceituais*. *Revista Ciências & Cognição*, Vol 12: p.72-85, 2007.

VALERIO, A.; LEAKE, D. B. & CAÑAS, A. J. *Automatic Classification Of Concept Maps Based On A Topological Taxonomy And Its Application To Studying Features Of Human-Built Maps*. Proc. Of The Third Int. Conference On Concept Mapping, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 2008.