

MAPAS CONCEITUAIS ESQUELETOS: INSTRUMENTO PARA AVALIAR O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Skeletons concept maps: tool to evaluate the teaching-learning process

Rafhael Brum Werlang [rafhaelwerlang@unipampa.edu.br]

Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

Caçapava do Sul – RS – Brasil

Resumo

Analisa-se nesse trabalho a potencialidade dos mapas conceituais esqueletos como instrumento para avaliar o processo de ensino-aprendizagem do tema ondulatória. A proposta foi implementada em uma turma da segunda série do ensino médio de uma escola pública do estado do Rio Grande do Sul. O *corpus* de análise constituiu-se, a partir dos mapas conceituais construídos pelos discentes, pelas transcrições das entrevistas e de um questionário. Procurou-se evidenciar as vantagens do uso dos mapas conceituais esqueletos sobre os mapas conceituais tradicionais na avaliação, a partir do tema ondulatória. Os resultados deste estudo indicam que a análise quantitativa das relações conceituais não é capaz de avaliar de forma completa o processo de ensino-aprendizagem. Portanto, é necessária uma análise qualitativa do conhecimento prévio e dos processos de interação entre os discentes e o docente. Ainda, os mapas conceituais esqueletos mostraram-se úteis para intensificar a interação social entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, bem como, permitiram a inclusão nas atividades de alunos que estavam excluídos da prática didática usual, sem a utilização dos mapas conceituais.

Palavras-chave: Mapa Conceitual; Avaliação; Processo de Ensino-aprendizagem.

Abstract

It is analyzed in this work the potential of skeletons concept maps as a tool to evaluate the teaching-learning process of the wave theme. The proposal was implemented in a class of second grade of secondary education at a public school in the state of Rio Grande do Sul. The analysis corpus was constituted, from the concept maps constructed by students, of transcripts of interviews and of a questionnaire. We tried to highlight the advantages of using skeletons concept maps about the traditional concept maps to evaluate the wave subject. The results of this study indicate that quantitative analysis of conceptual relations is not able to assess fully the teaching-learning process. Therefore, qualitative analysis is required prior knowledge and processes of interaction between learners and teachers. Still, the skeletons conceptual maps proved to be useful to enhance social interaction among those involved in the teaching-learning process and allowed the inclusion in the activities of students who were excluded from the usual teaching practice without the use of concept maps.

Keywords: Concept Map; Evaluation; Teaching-learning process.

Introdução

A avaliação pode ser um momento de compartilhamento de significados entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, possibilitando ciência dos discentes e docentes sobre os acertos, os erros e as dificuldades, de forma que o professor possa replanejar suas ações pedagógicas e que os alunos possam repensar a maneira como estão participando do processo.

Todavia, essa função de avaliar é geralmente desvirtuada para um processo amedrontador, que não representa a estrutura cognitiva dos educandos, nem favorece a troca de significados entre eles, perdendo a sua função principal.

Refletindo sobre uma proposta de avaliação com a função de agente da dialética durante a prática docente, propomos a utilização de Mapas Conceituais Esqueletos (MCE) ou Mapas Conceituais Iniciais.

Objetiva-se nesse trabalho verificar a eficácia dos MCE como instrumento de avaliação. Busca-se ainda examinar se os MCE intensificam a interação social entre os discentes. Acredita-se que os MCE sejam capazes de mobilizar os discentes e o docente para trocas mais ativas de significados de conceitos físicos, deste modo, seriam extremamente favoráveis ao processo pedagógico.

Além disso, esperam-se que os MCE tenham vantagens sobre mapas conceituais tradicionais (questões foco são apresentadas, mas sem nenhuma relação prévia entre os conceitos), uma vez de eles são construídos previamente por um especialista no assunto, permitindo que os alunos construam mapas muito mais sólidos e consistentes.

Os mapas conceituais

Os mapas conceituais foram cunhados por Novak nos Estados Unidos, em 1972, em um programa de pesquisa da Universidade de Cornell, no qual ele procurou analisar como crianças organizavam conceitos de ciências (NOVAK, CAÑAS, 2008). O programa fundamentava-se na teoria cognitivista de David Ausubel, cujos pilares são: i) o aprendizado ocorre por assimilação de novos conceitos; ii) e proposições são criadas com sobreposição a conceitos e proposições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 1999).

Durante a pesquisa realizada por Novak e colaboradores, alunos do ensino fundamental foram entrevistados, sendo encontradas dificuldades para identificar as trocas específicas no entendimento de conceitos de ciências, a partir da apreciação das entrevistas transcritas. Logo, o grupo precisou encontrar uma maneira para representar o entendimento de como essas crianças faziam as relações conceituais de ciências.

Assim sendo, Novak teve a ideia de representar o conhecimento dos alunos na forma de mapas conceituais, uma nova ferramenta não somente utilizada para pesquisa, mas também para muitas outras finalidades.

Os mapas conceituais representam graficamente como um nome específico para um conceito (regularidade em um objeto ou evento normalmente representado por uma ou duas palavras), comumente em um retângulo, liga-se a outras palavras para criar frases com significados ou proposições (NOVAK, CAÑAS, 2006).

Os conceitos são regularidades percebidas em eventos ou objetos, ou quando relembramos de um evento ou objeto designados por um nome. Os conceitos são arranjados hierarquicamente do mais geral, conceito mais inclusivo na parte superior do mapa conceitual, para o mais específicos, que são ligados ao conceito geral. Proposições são afirmações sobre algum evento ou objeto que apontam uma relação entre dois ou mais conceitos (*Ibid.*). Dessa forma, podemos fazer ligações cruzadas entre os conceitos em duas diferentes áreas do mapa conceitual e a identificação de novas ligações entre os conceitos podem gerar novos conceitos.

Para ilustrar o conceito de mapa conceitual e o seu potencial, apresenta-se na Figura 1 um exemplo de um mapa conceitual (WERLANG, 2007).

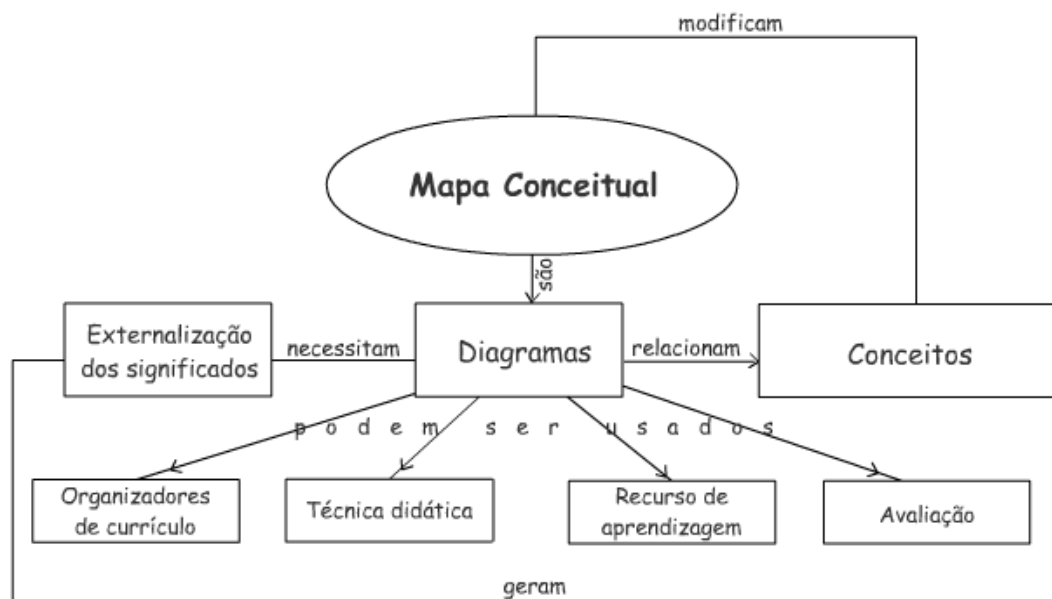


Figura 1: o conceito de mapa conceitual

Nesse mapa conceitual são relacionados oito conceitos para explicar o conceito de mapa conceitual. Na parte superior temos o conceito principal (mapa conceitual), que é relacionado aos conceitos menos inclusivos através de palavras ou frases de ligação, para a formação de ideias completas (proposições).

Igualmente, percebe-se a potencialidade dos mapas conceituais no relato de Novak e Cañas, 2008, que se dizem extremamente surpresos ao conseguir transformar as 20 páginas de uma entrevista transcrita em apenas uma página através de um mapa conceitual.

Em 1987, Novak iniciou uma associação com o *Institute for Human and Machine Cognition (IHMC)*, então parte da Universidade do Oeste de Califórnia, EUA, onde desenvolveram um programa de computador, por meio do qual se pode utilizar os mapas conceituais com as suas potencialidades. Inicialmente esse programa foi utilizado para organizar e navegar por informações via ligações de uma rede interna, na qual estudantes de muitas escolas de países da América Latina foram solicitados a colaborar na construção de mapas conceituais, levando ao desenvolvimento do CmapTools.

O Cmap Tools é um programa utilizado para facilitar a construção de mapas conceituais e que há anos vem sofrendo atualizações (CAÑAS A. J. *et. al.*, 2003). Atualmente, o programa permite não somente a fácil construção de mapas conceituais, mas também a modificação remota desses mapas e a sua posterior publicação na rede mundial de computadores, sendo utilizado por muitas pessoas, de todas as idades, no mundo todo e tem uma grande variedade de aplicações (NOVAK, CAÑAS, 2004). Utilizando-se o *software*, pode-se ainda fazerem-se conexões de figuras, ilustrações, vídeos e páginas da rede mundial aos mapas conceituais.

O ponto inicial para a construção de um mapa conceitual é uma “Questão Foco”, como por exemplo, “O que são as ondas?” ou “Onde estão as ondas no nosso cotidiano?”. Como citam Novak e Cañas, 2008, estudos mostram que não somente a questão foco é importante, como também o

conceito central do mapa influencia na qualidade e no resultado da construção do mapa. Portanto, é importante que uma questão seja dada aos alunos antes da construção do mapa conceitual e não somente um tópico isolado.

A construção de um mapa conceitual inicia-se por uma lista de conceitos que o professor solicita que seus alunos incluam no diagrama. Por exemplo, pode-se elaborar uma questão foco e entregar uma lista de conceitos a serem incluídos no mapa, tais como: mecânica, eletromagnética, longitudinal, transversal, vácuo, matéria e som. Especialistas na concepção de mapas conceituais apontam a construção de proposições como uma das maiores dificuldades, ou seja, a determinação das frases que ligarão os conceitos formando relações claras entre eles. Portanto, quando o professor fornece alguns dos conceitos ele não estará amenizando a dificuldade dos alunos na construção dos mapas conceituais. Por outro lado, pode estar limitando a criatividade dos estudantes na seleção dos conceitos a serem incluídos.

Um Mapa Conceitual Esqueleto ou Inicial é um mapa conceitual construído previamente por uma pessoa que domine o assunto (especialista na área) sobre o qual se construirá o mapa, permitindo que os alunos estabeleçam sua aprendizagem sobre sólida fundação (NOVAK, CAÑAS, 2008). Na maioria das vezes um MCE constitui-se de seis a dez conceitos, relacionados de forma adequada por palavras de ligação e uma boa hierarquia. Em seguida, o aluno é solicitado a continuar a construção do mapa conceitual, o qual comumente possui cerca de três vezes o número de conceitos do MCE original.

A utilização de um MCE possui vários objetivos (NOVAK E CAÑAS (2008) e NOVAK (2010)):

i) podem servir para o que Ausubel (1963) chamou de organizador prévio, ajudando os alunos a fazerem novas conexões entre os conceitos;

ii) ajudam os alunos a iniciar a construção de um mapa conceitual, evitando ficarem intimidados ao se depararem com uma folha em branco;

iii) reduzem as chances de relações conceituais errôneas ou falsas ideias, maximizando a chance da construção de estruturas do conhecimento com menor quantidade de erros.

Os mapas conceituais, assim como o uso de tópicos na sua construção, tais como listas de conceitos e questões foco vêm sendo discutidos e pesquisados há vários anos (KRUMMENAUER, W. L., 2012; BREZOLIN, J. M. L., 2011; SOUZA, N. A., 2010; MARTINS, R. L. C., LINHARES, M. P., REIS, E. M., 2009; TOIGO e MOREIRA, 2008; MOREIRA, M. A., SOARES, S., DE PAULO, I. C., 2008; ARAUJO, N. R. S. *et al.*, 2007; LOPES, B. J. S., 2007; SILVA, G.; SOUSA, C. M. S. G., 2007; MACHADO, M. A., OSTERMANN F. 2005; COSTAMAGNA, A. M., 2001). Apesar disso, as pesquisas sobre a utilização de mapas conceituais iniciais (mapas conceituais esqueletos) na prática docente são muito incipientes e necessitam de maiores investigações.

Mapas Conceituais Esqueletos para a avaliação do tema ondulatória

A ondulatória é o componente da Física que estuda a onda, definindo-a, classificando-a e estudando as suas propriedades, ou seja, existe um alto grau de hierarquização conceitual na concepção desse campo do conhecimento da Física.

Deste modo, consideramos fundamental que se conceba um procedimento didático que potencialize o processo de ensino-aprendizagem da ondulatória, respeitando a classificação

conceitual natural do campo, permitindo uma intervenção de avaliação que intente a compreensão de cada uma das partes e de sua relação com o todo. Além disso, a prática pedagógica deve permitir relacionarem-se diferentes ramos hierárquicos entre si, encontrando-se conexões entre os conceitos de diferentes unidades, por exemplo, da onda mecânica (o som) com ondas eletromagnéticas, expressando interdependência entre esses conceitos.

Observou-se durante a prática docente do autor que existe uma maior dificuldade, entre a maioria dos alunos do ensino médio, de relacionar os conceitos de ondulatória, bem como de recombina-los, do que em outros tópicos da Física. Acredita-se que essa dificuldade deva-se ao fato desse tópico apresentar uma grande quantidade de conceitos novos, com reduzidos subsunsores no arcabouço cognitivo dos discentes. Por exemplo, quando se discute o conceito de onda, ao contrário da análise do movimento das partículas realizada na primeira série do ensino médio e na última do ensino fundamental, propõe-se o transporte de energia e momento sem que aconteça o transporte de matéria, além da diferença da impossibilidade de a localizarmos espacialmente. Desse modo, optou-se pelo tema da ondulatória, por acreditar no seu potencial para a investigação.

Destarte, optou-se pela utilização do MCE, baseando-se em experiências prévias, nas quais se havia utilizado mapas conceituais tradicionais. Nessas implementações de mapas conceituais, a maioria dos alunos apresentou dificuldade para dar início à construção do mapa e/ou construiu-os com muitas relações conceituais equivocadas. Também, os relatos da implementação de MCE por Novak, 2010, foram determinantes nessa experiência, já que possibilitou vislumbrar a construção de mapas conceituais com a minimização dos problemas apresentados com os mapas conceituais tradicionais nas implementações anteriores.

Na figura 2 apresentamos o MCE entregue ao grupo de estudantes.

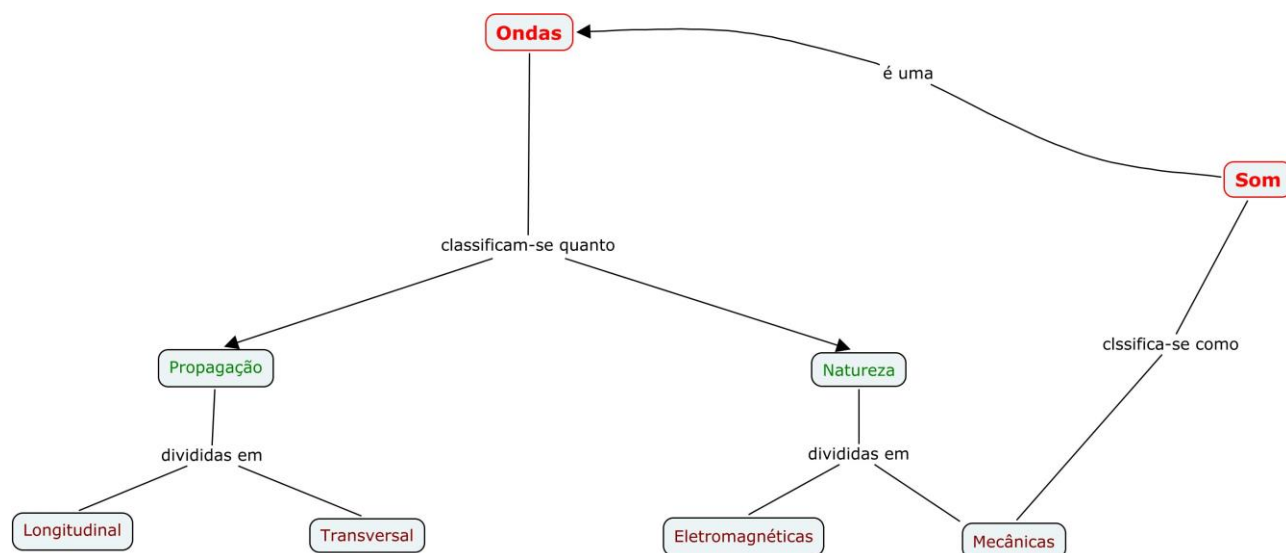


Figura 2: mapa conceitual esquelético sobre o tema ondulatória.

O MCE apresentado aos alunos (Figura 2) inclui oito conceitos, sendo que o conceito mais geral na hierarquia é o conceito de “onda”. Em um segundo nível na hierarquia, é apontado o conceito de “som”, já que se pretende que os alunos agreguem conceitos de dois módulos, um que discute classificação e aplicações de ondas e outro mais específico sobre o som e suas propriedades físicas e fisiológicas. Juntamente com o MCE, se apresentou a questão focal “O que são ondas e como podemos utilizar esse conceito para explicar a propagação do som?”.

Crítérios de referência para a avaliação dos mapas

Assim como Ontoria (1993), acredita-se que os critérios básicos de avaliação dos mapas conceituais obedecem a três ideias principais: a organização hierárquica da estrutura cognitiva, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, que definem características da aprendizagem significativa.

Igualmente a Costamagna (2001), na experiência didática proposta pelo autor, construção de mapas esqueletos sobre o tema da ondulatória, se enfatiza a ideia de "organização hierárquica da estrutura cognitiva". Além disso, se considera que "há uma melhora significativa na aprendizagem quando o aluno reconhece novas relações e vínculos conceituais entre conjuntos relacionados de conceitos e proposições". Também se ressalta a ideia de "reconciliação integrativa", ou seja, como se analisa a melhoria da aprendizagem significativa em momentos distintos do processo de ensino-aprendizagem.

Para a avaliação dos mapas conceituais construídos, propõem-se alguns critérios que são semelhantes aos adotados na experiência de Costamagna (2001). Analisam-se sete elementos, a saber:

- i) número de conceitos: quantidade de conceitos que possui o mapa conceitual;
- ii) número de conectivos: quantidade de palavras que se ligam aos conceitos para criar frases com significados ou proposições;
- iii) número de inter-relações: quantidade de relações entre os conceitos pertencentes a diferentes partes do mapa conceitual (*crosslinks*). A avaliação se dá a partir da externalização oral ou escrita do aluno, que mostra as relações que podem ser estabelecidas entre este conceito base e outros que podem ser acrescentados;
- iv) número de inter-relações explícitas: quantidade de relações explícitas nas propostas selecionadas, usando frases adequadas ao invés de conectivos, indicando mais visivelmente as relações válidas ou equivocadas;
- v) número de erros: quantidade de relações errôneas em um determinado contexto;
- vi) hierarquização: refere-se à organização de conceitos mais gerais e abrangentes para os menos gerais, subordinados a eles;
- vii) aprofundamento: expressado pelos alunos através da inclusão de detalhes ou exemplos, o que também pode ocorrer na externalização oral do mapa.

Apesar de esses sete elementos serem importantes sinalizadores das relações conceituais dos discentes no tema abordado, acredita-se que a avaliação mais relevante se dá quando os alunos externalizam de forma oral e/ou escrita o mapa conceitual. Nessa oportunidade se pode analisar de forma mais aberta os critérios básicos de avaliação, a saber, a organização hierárquica da estrutura cognitiva, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Metodologia e dados da pesquisa

Implementou-se a proposta da utilização de MCE como ferramenta pedagógica em uma turma de segunda série do Ensino Médio, com um total de 20 alunos, da Escola Estadual de Ensino

Médio São Vicente, localizada no município de São Vicente do Sul, Rio Grande do Sul. Os alunos dessa turma já haviam construído mapas conceituais no estudo da mecânica, sendo essa a primeira experiência com a utilização de mapas conceituais esqueletos.

O conteúdo de ondulatória foi dividido em dois módulos: o primeiro versando sobre as propriedades das ondas e o segundo sobre as ondas sonoras, no qual se discutiu as propriedades físicas e fisiológicas do som. Os módulos foram trabalhados da forma tradicional, através de aula teórico-expositiva, sendo apresentado aos alunos, no final dos dois módulos, um MCE (Figura 2). Em grupos de dois e três componentes e de posse desse MCE, os educandos foram solicitados a construir um mapa conceitual que abrangesse os conceitos discutidos nos dois módulos didáticos.

Por fim, os mapas conceituais foram construídos no CmapTools e enviados ao professor via correio eletrônico. Dois desses mapas são apresentados nas figuras 3 e 4.

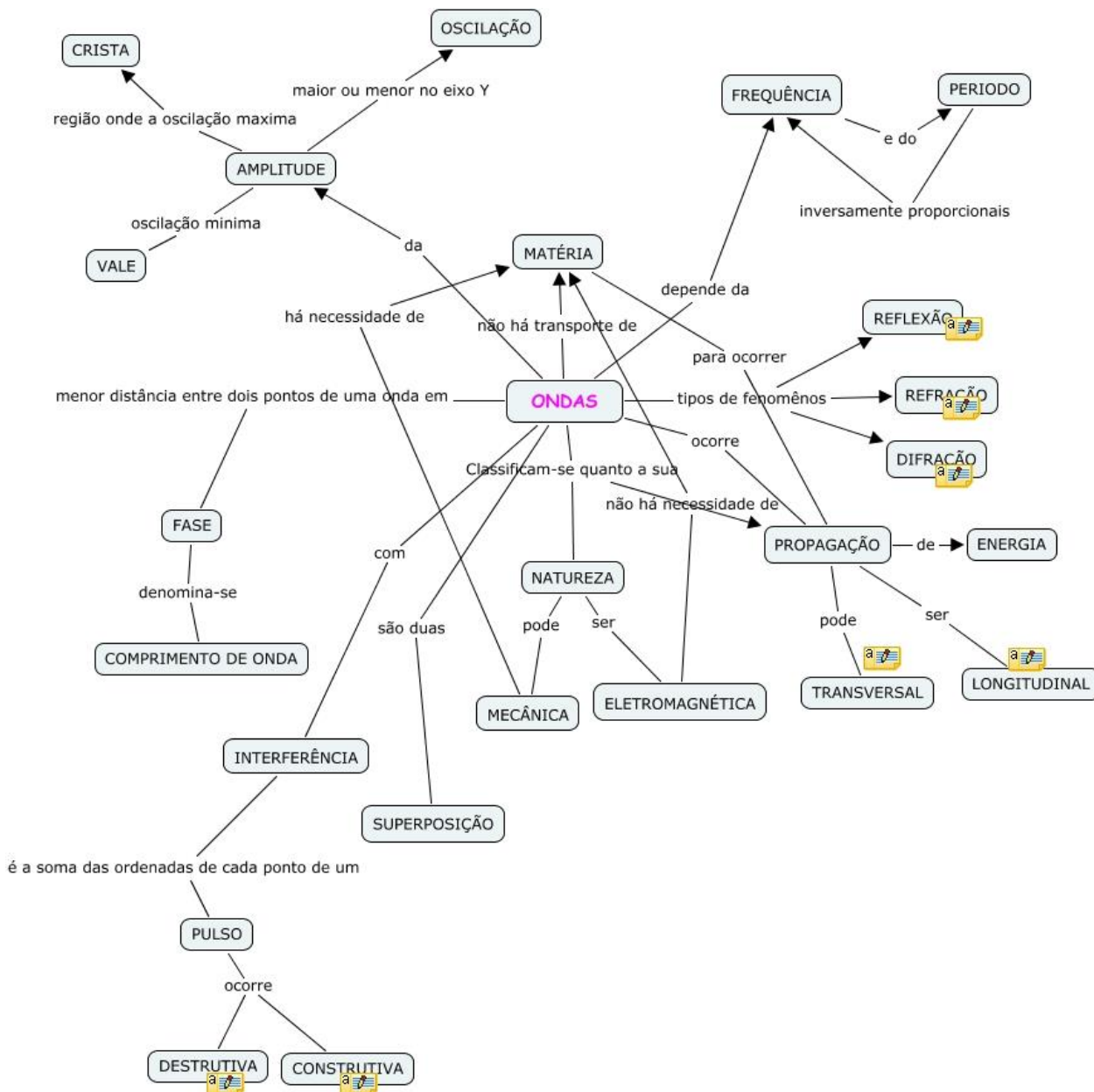


Figura 3: versão 1 do mapa conceitual dos alunos 1, 2 e 3.

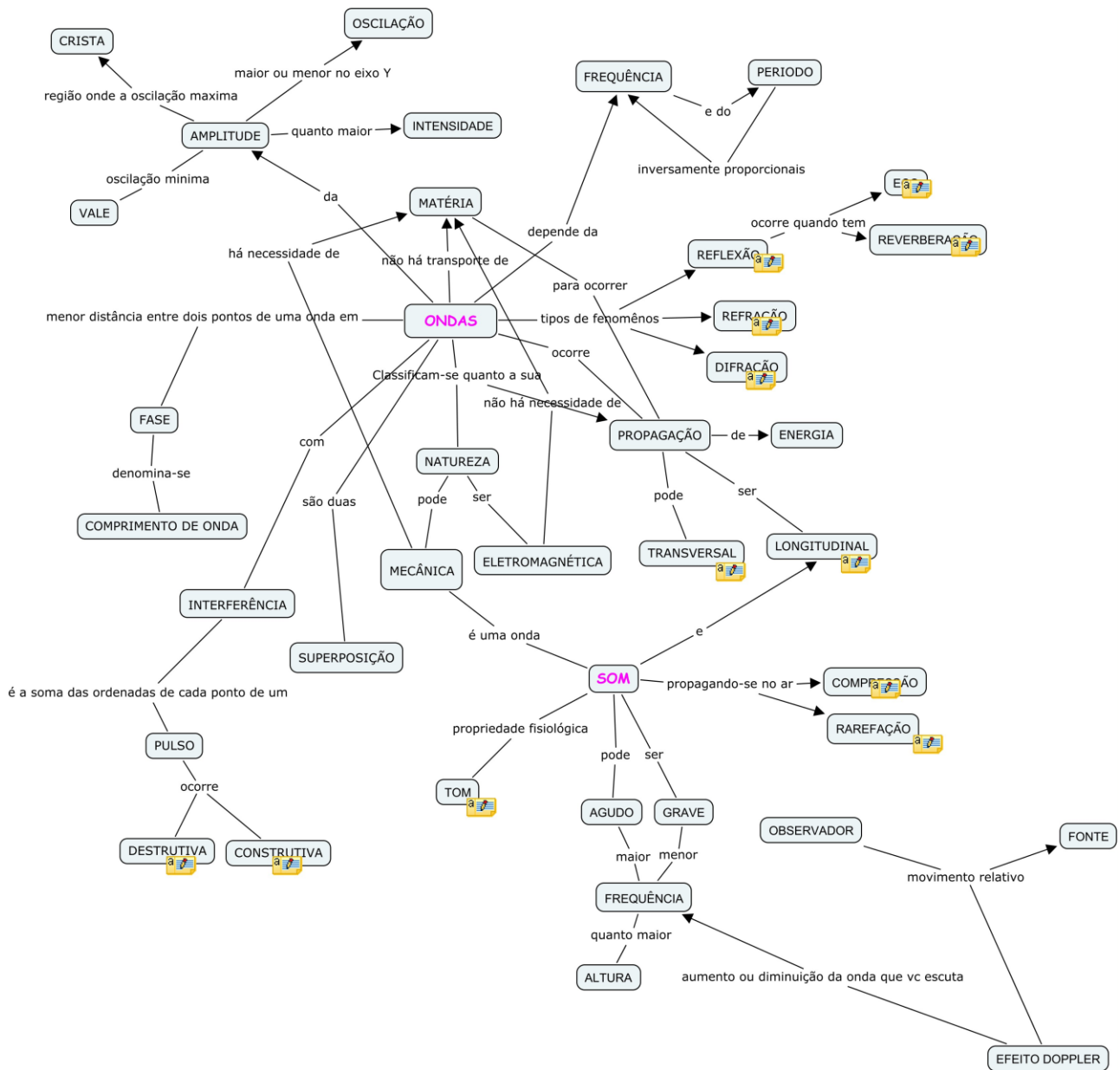


Figura 4: versão 2 do mapa conceitual dos alunos 1, 2 e 3.

Selecionaram-se dois mapas conceituais produzidos pelos alunos, que apresentavam algumas regularidades, para serem representativos da análise. Observa-se que a estrutura do mapa conceitual esqueleto manteve-se praticamente inalterada nas duas versões apresentadas nas Figuras 3 e 4. Essa regularidade também foi observada nas versões de mapas conceituais produzidas pelos outros grupos de alunos.

Nas experiências anteriores, com a utilização de mapas conceituais, se observou que a maioria dos alunos colocava mais de um conceito nos retângulos, no entanto, essa dificuldade foi observada de forma reduzida na experiência utilizando-se MCE. Credita-se esse fato aos alunos já terem experiência com a construção de mapas conceituais e à própria concepção de um MCE, no qual alguns dos conceitos básicos já são apresentados e conectados, formando proposições bem fundamentadas e gerais do tema abordado.

Visualiza-se uma relativa hierarquia nos mapas conceituais das Figuras 3 e 4, nos quais os conceitos são colocados em uma mesma direção, como os conceitos de reflexão, refração e difração (apresentados na vertical) e os conceitos destrutiva e construtiva (apresentados na horizontal). Essa categorização dos conceitos tornou-se mais aparente na externalização oral dos mesmos pelos discentes. Além disso, observa-se que os conceitos mais inclusivos, como som e ondas, foram dispostos no centro do mapa conceitual (destacados com cor diferente). A maioria dos mapas, apresentados pelos outros grupos, ofereceu outro tipo de hierarquia conceitual, com os conceitos principais dispostos na parte superior do mapa com vários níveis de hierarquia dispostos abaixo, o que possibilitou uma visualização gráfica mais explícita dessas categorizações de conceitos.

Observa-se igualmente que, mesmo com a apresentação de um mapa conceitual inicial (esqueleto), os alunos continuam se deparando com a dificuldade de encontrar as palavras ou frases de ligação para formar as proposições. Por outro lado, a dificuldade inicial na construção de mapas, apresentada nas construções de mapas conceituais sem um mapa inicial, foi relativizada.

Comparando-se os mapas das Figuras 3 e 4, afere-se que o número de ligações cruzadas entre os conceitos (*crosslinks*) manteve-se inalterado, todavia, observou-se que muitas dessas relações foram ampliadas, quando se comparou a externalização oral dos mapas da primeira para a segunda versão. Ainda, os outros mapas apresentaram um ganho muito significativo de relações cruzadas dos conceitos, mesmo na forma gráfica, o que possibilita a conclusão de um aumento do aprofundamento e domínio das inter-relações conceituais pelos alunos.

Após correção e análise dos mapas pelo docente, eles foram retornados aos discentes para sofrerem modificações, sempre com o auxílio do professor, de forma que as relações entre os conceitos ficassem o mais próximo possível das relações aceitas pelo coletivo. Salienta-se que após a conclusão de cada versão, os mapas conceituais de cada grupo foram apresentados para o docente e para o grupo geral (turma).

Para análise dos mapas conceituais foram adotados os critérios já mencionados anteriormente e o diagnóstico foi agrupado na Tabela 1.

Tabela 1. Pontuação obtida para uma turma de 20 alunos, divididos em sete grupos. Nos itens Hierarquização e Aprofundamento foi atribuído um valor ordinal variando de 0 a 10. Da esquerda para a direita, versão 1, versão 2 e versão 3 do mapa conceitual

Grupo	A	B	C	D	E	F	G
Alunos	1, 2 e 3	4, 5 e 6	7 e 8	9, 10 e 11	12, 13 e 14	15, 16 e 17	18, 19 e 20
Nº de Conceitos	25/39/*	18/41/41	18/27/*	19*/24	24/33/37	*/*/33	*/25/*
Nº de Conectivos	24/36/*	15/46/47	16/27/*	27*/30	24/25/30	*/*/28	*/26/*
Nº de Inter-relações	4/4/*	1/10/11	1/11/*	8*/9	2/2/5	*/*/2	*/5/*
Nº de Ligações Explícitas	5/6/*	2/8/8	4/8/*	5*/5	8/8/9	*/*/8	*/8/*
Número de erros	3/3/*	2/2/3	0/2/*	2*/2	1/1/1	*/*/2	*/0/*
Hierarquização	6/6/*	2/4/4	7/8/*	3*/3	7/5/5	*/*/2	*/2/*
Aprofundamento	7/8/*	1/8/9	3/8/*	7*/8	6/7/8	*/*/6	*/6/*

*não construíram a versão

Uma análise dos dados da Tabela 1 permite a inferência de que o número de conceitos na primeira versão é de aproximadamente três vezes o número de conceitos do mapa conceitual inicial (esqueleto), que apresentava oito conceitos, e de cinco vezes para a segunda versão. Também é possível inferir-se que ocorreu um aumento significativo no número de conectivos. O número de inter-relações foi ampliado de forma significativa entre as versões 1 e 2 dos mapas conceituais dos grupos B e C, mantendo-se aproximadamente constante para os grupos A e D. O número de erros praticamente manteve-se o mesmo, não obstante, ocorreu um aprofundamento dos mapas conceituais, principalmente pela inclusão de exemplos e particularidades, que tornaram-se mais aparentes no discurso dos alunos.

Para a análise qualitativa, utilizaram-se os critérios já mencionados de organização hierárquica da estrutura cognitiva, da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, durante a exposição oral. Uma análise desses discursos, bem como das apreciações dos discentes sobre as atividades implementadas, foram armazenadas no formato digital e permitiram a definição de unidades de significados, as quais foram organizadas na forma de oito afirmações.

A apresentação dos mapas conceituais, pelos alunos, permitiu não somente o mapeamento das relações conceituais, como também das concepções errôneas dos educandos. Ainda, esse processo centrado na dialética permitiu uma interferência contínua no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando um ganho expressivo na negociação de significados.

Observou-se, ainda, que dois dos alunos que estavam eliminados da prática didática usual, sem a utilização dos mapas conceituais, com desempenhos acadêmicos aquém do esperado e desinteressados das atividades escolares, voltaram a interagir com o docente e com os seus colegas, retornando a apresentarem bons desempenhos, inclusive em avaliações tradicionais.

Ao final do processo e individualmente, os alunos foram solicitados a expor suas apreciações sobre a implementação da atividade.

Podemos destacar partes de algumas das transcrições:

“[...] facilita bastante a aprendizagem estimularam a participação em aula, com muita colaboração em grupo. Acho também que seria muito bom utilizar os mapas em outras disciplinas, pois facilita a verificação dos erros.” (Aluno 1)

“[...] o mapa conceitual nos permite ver o que nós estamos relacionando, se a gente não souber os conceitos não poderá relacioná-los corretamente e também é uma forma mais prática de avaliação[...].” (Aluno 6)

“[...] eu preciso procurar todos os conceitos e ainda por cima explicar como foi montado. Com tudo isso, ficamos cara a cara com nossos próprios erros.” (Aluno 7)

“[...] a construção dos mapas facilitou a verificar os erros por nós cometidos.” (Aluno 16)

“Os resultados da construção de mapas conceituais é muito bom, porque dessa forma de avaliação não teria como o aluno não se dedicar a estudar para que faça um bom trabalho cada vez melhor porque o aluno está envolvido 100% com o conteúdo e tirando suas dúvidas [...]” (Aluno 17)

As afirmações construídas com fundamentação nas transcrições e nas gravações das apresentações dos mapas conceituais deram origem a um questionário, no qual utilizou-se a escala de resposta psicométrica, a fim de inferirmos o grau de concordância das declarações orais. Utilizou-se a escala de Likert (BERTRAM, 2009), no qual os discentes foram solicitados a indicar o seu nível de acordo com as afirmações que mais apareceram nas entrevistas, dada por meio de uma escala ordinal. As variações foram constituídas de uma escala de cinco pontos, variando de

"Discordo Totalmente" em uma extremidade para "Concordo Totalmente", na outra extremidade e "Nem concordo nem discordo" no meio. A cada nível da escala foi atribuído um valor numérico, começando em um e incrementado por um para cada nível.

Foram propostas oito afirmações: A1) a construção de mapas conceituais facilitou o processo de ensino-aprendizagem; A2) as aulas foram estimulantes e permitiram a participação dos alunos; A3) a participação em grupo e a colaboração do professor foram fundamentais para o sucesso na aprendizagem dos conceitos; A4) os mapas conceituais deveriam ser utilizados em outras disciplinas componentes da grade curricular; A5) a construção de mapas conceituais facilitou a verificação de erros conceituais cometidos pelos alunos; A6) a construção de mapas conceituais facilitou a mudança de eventuais erros conceituais; A7) a utilização dos mapas conceituais como avaliação promove uma verificação mais justa do aprendizado e A8) a apresentação dos conceitos e de mapa conceitual modelo (esqueleto) ajuda na construção do mapa conceitual.

Ressalta-se que a afirmação 2 (A2) apareceu nos depoimentos da maioria dos alunos (observe a transcrição do relato do Aluno 1). A afirmação 5 (A5) também aparece com bastante frequência (observe o trecho do relato dos alunos 1, 6, 7 e 16).

Para uma melhor análise dos resultados, foi realizada uma abordagem quantitativa para estabelecer o Ranking Médio (RM) da pontuação atribuída às respostas, relacionando à frequência das respostas dos respondentes. Para o cálculo do RM faz-se a média ponderada (MP), para cada um dos itens do questionário, dividindo-as pelo número total de sujeitos (NS) respondentes do questionário (OLIVEIRA, 2005).

Ou seja, o Ranking Médio é calculado pela equação:

$$(RM) = \sum(f_i \cdot V_i) / (NS)$$

f_i = frequência observada de cada resposta para cada afirmação

V_i = valor de cada resposta

NS = número de sujeitos

Quanto mais próximo o RM estiver de cinco, maior será o nível de concordância dos estudantes quanto à afirmação e quanto mais próximo de um, menor será essa concordância.

Na Tabela 2 são apresentadas as respostas para cada nível na escala Likert, em cada uma das proposições de análise.

Tabela 2. Dados na escala ordinal para o questionário em percentual e o ranking-médio utilizado para mensurar o grau de concordância dos sujeitos.

Questão	Discordo Totalmente	Discordo	Nem concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente	Ranking médio (RM)
A1	0	0	12,5	50	37,5	4,71
A2	0	0	0	37,5	62,5	4,56
A3	0	0	12,5	50	37,5	4,44
A4	0	0	0	12,5	87,5	4,50
A5	0	0	12,5	62,5	25	4,88
A6	0	0	0	0	100	4,71
A7	0	0	0	12,5	87,5	4,78
A8	0	0	0	12,5	87,5	4,71

Consideraram-se os resultados do RM até 1,5 como "Discordo totalmente"; 1,5 até 2,5 como "Discordo"; de 2,5 até 3,5 como "Nem concordo nem discordo"; entre 3,5 até 4,5 como "Concordo"; e a partir de 4,5 como "Concordo Totalmente".

Ressalta-se que as explanações orais feitas pelos alunos, para a última versão do mapa conceitual, foram gravadas em formato digital para facilitar uma futura interpretação dos dados.

Resultados e considerações finais

A partir da Tabela 1 é possível verificar que a maioria dos grupos de discentes alcançou um aumento crescente do número de conceitos, igualmente do número de conectivos, à medida que elaboraram a segunda e a terceira versão do mapa conceitual. Ressalta-se que o número de conceitos dos mapas conceituais na primeira versão foi de aproximadamente três vezes o número de conceitos do MCE, corroborando a observação de Novak (2010), de que normalmente o mapa conceitual construído a partir do MCE obedece à proporção de três para um conceito. Também é possível concluir que o número de conceitos da segunda versão do mapa foi de aproximadamente cinco vezes o número de conceitos do mapa conceitual esqueleto. Ainda, é possível avaliar que na terceira versão o número de conceitos e conectivos manteve-se aproximadamente o mesmo em relação ao mapa anterior (segunda versão).

Além disso, é possível aferir que o número de inter-relação e ligações explícitas não obteve um ganho significativo à medida que novas versões dos mapas foram produzidas. Acrescenta-se que o número de erros permaneceu praticamente o mesmo para as novas versões. Credita-se essa manutenção do número de erros ao aumento do número de conceitos e inter-relações, bem como ao aumento do nível de complexidade e aprofundamento dos mapas conceituais.

Também é possível conferirmos que as categorias, construídas a partir das entrevistas orais dos alunos e suas transcrições, são ratificadas no questionário proposto, cujos valores para os RM das afirmações foram superiores a 4,5, com exceção da afirmação 3 (A3), cujo RM foi de 4,44. Deste modo, os discentes concordam plenamente com as afirmações A1, A2, A4, A5, A6, A7 e A8 e concordam com a afirmação A3.

Embora a análise quantitativa não tenha sido conclusiva, a análise qualitativa (análise das entrevistas, exposição oral dos mapas e a observação participante) nos permitiu concluir que os MCE são eficazes como instrumento de avaliação, proporcionando um mapeamento muito mais eficiente do conhecimento dos discentes, do que se tivéssemos elaborado uma avaliação quantitativa. Ainda, verifica-se que a dificuldade inicial, encontrada pelos alunos na construção dos mapas conceituais tradicionais, foi sanada com a utilização de Mapas Conceituais Esqueletos. Além disso, se observa uma redução substancial de erros nas relações conceituais.

Enfim, os Mapas Conceituais Esqueletos favorecem a interação social entre os discentes, revelando-se como uma ferramenta de avaliação processual. Ainda, apresentam-se como uma avaliação que diminui o medo do processo, ao mesmo tempo permite o resgate dos discentes que estavam excluídos do processo de ensino-aprendizagem tradicional. Também, permitem aos professores uma retroalimentação para a sua prática pedagógica que passa a constituir-se como um processo contínuo de ensino, aprendizagem e diagnóstico.

Como síntese da investigação, indica-se que para uma melhor interpretação das potencialidades dos mapas conceituais construídos deve-se recorrer a uma análise qualitativa, considerando o conhecimento prévio e o processo de interação entre os discentes e o docente. De tal modo, se a análise dos mapas conceituais for meramente quantitativa, podemos minimizar a qualidade dos resultados frente ao que eles expressam e podemos recair em um método tradicional de avaliação.

Finaliza-se expondo que os mapas conceituais já vêm sendo pesquisados há décadas, do mesmo modo que o uso de tópicos na sua construção, tais como listas de conceitos e questões foco. Todavia, o uso de mapas conceituais esqueletos construídos por um especialista é um tema recente de pesquisa. Por conseguinte, esperamos ter fornecido algumas evidências das suas potencialidades e das dificuldades de sua implementação como ferramenta de avaliação e espera-se que essa pesquisa origine outras, nas quais os Mapas Conceituais Esqueletos sejam problematizados como ferramenta didática e de avaliação na sala de aula.

Referências

- ARAUJO, N. R. S.; BUENO, E. S.; ALMEIDA, F. S.; BORSATO, D. Mapas conceituais como estratégia de avaliação. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, Londrina, v. 28, n. 1, p. 47-54, jan./jun. 2007. Acesso em: 12 mar., 2012, <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/1883/1587>.
- AUSUBEL, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, Grune and Stratton.
- BERTRAM, D. (2009). *Likert scales*. Topic report, the faculty of mathematics – University of Belgrade – Serbia, 2009. Acesso em: 20 mai., 2012, <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~kristina/topic-dane-likert.pdf>.
- BREZOLIN, J. M. L. *Mapas conceituais e avaliação de aprendizagem: a construção do conhecimento no ensino de redes de computadores*. 2011, 88f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2011.
- CAÑAS A. J. et. al. *A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance Support*. Institute for Human and Machine Cognition. Pensacola, 2003. Acesso em: 13 mar., 2009, <http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/ConceptMapLitReview/IHMC%20Literature%20Review%20on%20Concept%20Mapping.pdf>.
- COSTAMAGNA, A. M., Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos Universitarios. *Enseñanza de las ciencias*, 2001, 19 (2), 309-318. Acesso em: 14 abri., 2009, <http://ensciencias.uab.es/revistes/19-2/309-318.pdf>.
- KRUMMENAUER, W. L. Mapas conceituais como instrumentos de avaliação em uma disciplina de Física no curso de Engenharia de Produção. *Revista espaço acadêmico*, n. 131, 2012. Acesso em: 23 jun., 2012, <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/13681/8993>.
- LOPES, B. J. S. *O mapa conceitual como ferramenta avaliativa*. 2007, 174f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Educação, Comunicação e Artes, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.
- MACHADO, M. A., OSTERMANN F. *Utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação na disciplina de física da modalidade normal: relato de uma experiência em sala de aula*. In: Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro. Formação do professor de Física. Rio de Janeiro. Sociedade Brasileira de Física, 2005. p. B01-04. Acesso em: 14 abri., 2009, <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/trabalhos.html>.

MARTINS, R. L. C., LINHARES, M. P., REIS, E. M., Mapas conceituais como instrumento de avaliação e aprendizagem de conceitos físicos sobre mecânica do voo. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*. v. 9, n. 1, 2009. Acesso em: 12 mar., 2012, <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/36/32>.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A., SOARES, S., DE PAULO, I. C. Mapas conceituais como instrumento de avaliação de mecânica quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*. v1, n 3, pp.1-12, 2008. Acesso em: 22 mar., 2010, <http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/periodicos/index.php/rbect/index>.

NOVAK J. D., Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations. *Journal of e-learning and knowledge society*, 2010, v. 6, n. 3, 21 - 30. Acesso em: 10 fev., 2009, http://services.economia.unitn.it/ojs/index.php/Je-LKS_EN/article/viewFile/441/433.

NOVAK J. D., CAÑAS A. J., *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Ver 01-2008*, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Acesso em: 16 jul., 2008, <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>.

_____, *The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool*. 2006, Florida Institute for Human and Machine Cognition, Pensacola, FL. Acesso em: 16 jul., 2008, <http://cmap.ihmc.us/publications/researchpapers/originsofconceptmappingtool.pdf>.

_____, *Building on New Constructivist Ideas and Cmap Tools to Create a New Model for Education*. 2004, Florida Institute for Human and Machine Cognition, Pensacola, FL. Acesso em: 16 jul., 2008, <http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/NewModelEducation/NewModelforEducation.pdf>.

OLIVEIRA, L. H.. *Exemplo de cálculo de Ranking Médio para Likert*. Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração. Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional. PPGA CNEC/FACECA: Varginha, 2005. Acesso em: 11 mar., 2012, <http://www.administradores.com.br/producao-academica/ranking-medio-para-escala-de-likert/28/download/>.

ONTORIA, A. (1993). *Mapas conceptuales. Una técnica para aprender*. Madrid: Narcea.

SILVA, G.; SOUSA, C. M. S. G. O uso de mapas conceituais como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem significativa de conceitos da calorimetria, em nível médio. *Experiências em Ensino de Ciências*. v2(3), pp. 63-79, 2007. Acesso em: 28 mai., 2012, http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID48/v2_n3_a2007.pdf.

SOUZA, N. A, BORUCHOVITCH E. Mapa conceitual: seu potencial como instrumento avaliativo. *Pro-Posições*, Campinas, v. 21, n. 3 (63), p. 173-192, set./dez. 2010. Acesso em: 12 abri., 2012, <http://www.scielo.br/pdf/pp/v21n3/v21n3a11.pdf>.

TOIGO, A. M., MOREIRA, M. A. Relatos de experiência sobre o uso de mapas conceituais como Instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de Educação física. *Experiências em Ensino de Ciências*. v3(2), pp. 7-20, 2008. Acesso em: 28 mai., 2012, http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID57/v3_n2_a2008.pdf.

WERLANG, R. B. *O uso de novas tecnologias no ensino de física dos fluidos, aplicado em escolas técnicas*. 2007, 180f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.