

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**ROSILAINE GOMES DE SANTANA COSTA**

**UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO SOBRE A  
UTILIZAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO  
FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA  
APRENDIZAGEM: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES NO  
ENSINO DE FÍSICA**

São Cristóvão - SE  
Abril, 2013.

**ROSILAINE GOMES DE SANTANA COSTA**

**UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO SOBRE A  
UTILIZAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO  
FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA  
APRENDIZAGEM: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES NO  
ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Celso José Viana Barbosa

São Cristóvão - SE  
Abril, 2013.

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

C837e Costa, Rosilaine Gomes de Santana  
Um estudo bibliográfico sobre a utilização de mapas conceituais como ferramenta de avaliação da aprendizagem: algumas considerações no ensino de física / Rosilaine Gomes de Santana Costa; orientador Celso José Viana Barbosa. – São Cristóvão, 2013.  
128 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática)–Universidade Federal de Sergipe, 2013.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Pesquisa bibliográfica.  
I. Barbosa, Celso José Viana, orient. II. Título

CDU 53:37

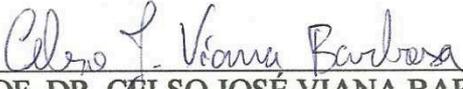


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS  
E MATEMÁTICA - NPGEICIMA

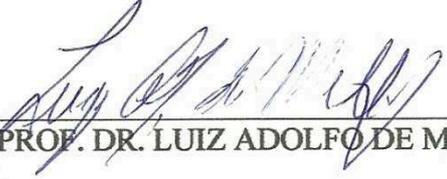


**“UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE MAPAS  
CONCEITUAIS COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA  
APRENDIZAGEM: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES NO ENSINO DE  
FÍSICA.”**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM  
26 DE ABRIL DE 2013

  
PROF. DR. CELSO JOSÉ VIANA BARBOSA

  
PROF. DR. PAULO ROGÉRIO MIRANDA CORREIA

  
PROF. DR. LUIZ ADOLFO DE MELLO

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sempre me dar forças, sabedoria e paciência para conseguir realizar meus objetivos.

Ao meu orientador, pela paciência, pelos incentivos, dedicação e empenho com que conduziu a orientação desta pesquisa.

Aos meus familiares, em especial, a minha mãe Fátima que sempre me incentivou e proporcionou condições para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos colegas do NPGECIMA, pela convivência e troca de experiências durante o período do mestrado.

Em especial, ao meu esposo Fábio, pela paciência e compreensão que me dispensou.

A Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE), pela bolsa concedida.

Em fim, a todos os amigos com os quais pude compartilhar, durante o período do mestrado, diversos momentos de alegria e de dificuldades.

“Ninguém nega o valor da educação e que um bom professor é imprescindível. Mas, ainda que desejem bons professores para seus filhos, poucos pais desejam que seus filhos sejam professores. Isso nos mostra o reconhecimento que o trabalho de educar é duro, difícil e necessário, mas que permitimos que esses profissionais continuem sendo desvalorizados. Apesar de mal remunerados, com baixo prestígio social e responsabilizados pelo fracasso da educação, grande parte resiste e continua apaixonada pelo seu trabalho.

A data é um convite para que todos, pais, alunos, sociedade, repensemos nossos papéis e nossas atitudes, pois com elas demonstramos o compromisso com a educação que queremos. Aos professores, fica o convite para que não descuidem de sua missão de educar, nem desanimem diante dos desafios, nem deixem de educar as pessoas para serem “águias” e não apenas “galinhas”. Pois, se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela, tampouco, a sociedade muda”.

*Paulo Freire*

COSTA, R. G. S. **Um estudo bibliográfico sobre a utilização de Mapas Conceituais como ferramenta de avaliação da aprendizagem: algumas considerações no ensino de física.** 2013. 128f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2013.

## RESUMO

Este trabalho é uma pesquisa bibliográfica, do tipo revisão sistemática sem metanálise, realizada em diversos periódicos nacionais e internacionais e nas atas das Conferências Internacionais sobre Mapas Conceituais (MC) com o objetivo de analisar como vêm sendo desenvolvidas as pesquisas que utilizam MC como ferramenta de avaliação da aprendizagem dos estudantes e que estabelecem critérios para avaliá-los. O objetivo de utilizar MC é verificar a aprendizagem dos alunos em relação aos conteúdos trabalhados em sala de aula, obtendo informações sobre os conceitos aprendidos de forma significativa, aqueles que não foram aprendidos e os aprendidos de forma incorreta, verificando se esses alunos conseguiram estabelecer as relações dos novos conceitos com os conhecimentos já existentes na sua estrutura cognitiva. Foi possível observar, por meio da análise da metodologia dos artigos, que há um número significativo de trabalhos, de um universo de 105, que utilizam MC como ferramenta de avaliação em diferentes áreas, dentre elas a Física, e com diversas metodologias. Foi perceptível ainda a preocupação dos autores em estabelecer critérios para verificar/avaliar se os MC elaborados pelos alunos atingiram os objetivos desejados. Espera-se que essa pesquisa possa orientar professores/pesquisadores que pretendam trabalhar com tal ferramenta de avaliação da aprendizagem, que, embora tenha grande importância para o ensino, ainda é pouco utilizada no meio educacional.

**Palavras-Chave:** MC, Avaliação, Aprendizagem, Pesquisa Bibliográfica, Ensino de Física.

COSTA, R. G. S. **A bibliographical study on the use of Concept Maps as an assessment tool of learning: some considerations on the teaching of physics.** 2013. 128f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2013.

## **ABSTRACT**

This work is a bibliographical research, which is a systematic review without meta-analysis, performed in various national and international journals and proceedings in the International Conferences on Concept Maps (CM) aiming to analyze how the researches which make use of CM are being developed as an assessment tool to of student learning and it also establishes criteria to evaluate them. The goal in using CM is to check students' learning process regarding to the contents learned in the classroom, getting information about the concepts learned significantly, as well as those who have not been learned or learned incorrectly, making sure that these same students were able to establish connections between the new concepts and the already existing knowledge in their cognitive structure. It was observed through the analysis of the methodology of the researched articles, that there is a significant number of works, from a universe of 105, making use of CM as an assessment tool in different areas, including Physics, and with different methodologies. It was also noticeable a certain concern from the authors in establishing criteria to check/assess whether CM prepared by students achieved the desired goals. It is hoped that this research can guide teachers/researchers who intend to work with such an tool of learning assessment, which, although greatly important to education, is not widely used in the educational environment.

**Keywords:** CM, Assessment, Learning, Bibliographic Research, Teaching of Physics.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Os significados das experiências são um conjunto do pensamento, sentimentos e ações.....	05
<b>Figura 2.</b> MC com os cinco elementos que um caso educacional compreende: formando, professor, conhecimento, avaliação e contexto.....	06
<b>Figura 3.</b> Um MC mostrando as características dos MC. Eles costumam ser lidos progressivamente de cima para baixo.....	09

## Lista de Quadros

<b>Quadro 1.</b> Mostra os objetivos de algumas pesquisas relativas à utilização dos MC como ferramenta de avaliação.....	17
<b>Quadro 2.</b> Mostra como os MC foram avaliados.....	29

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 1:</b> Quantidade de pesquisas em cada nível versus níveis de ensino em que as pesquisas foram desenvolvidas.....	23
<b>Gráfico 2:</b> Quantidade de pesquisas versus disciplinas do ensino fundamental e médio.....	24
<b>Gráfico 3:</b> Porcentagem de artigos relacionados à importância de treinar os alunos para a confecção de MC.....	25
<b>Gráfico 4:</b> Porcentagem de alunos que possuíam, ou não, experiência na montagem de MC nos artigos encontrados.....	26
<b>Gráfico 5:</b> Quantidade de MC montados pelos alunos.....	27
<b>Gráfico 6:</b> Quantidade de artigos em que os MC foram montados individualmente, em grupos e/ou duplas.....	28
<b>Gráfico 7:</b> Quantidade de MC versus tipo de construção dos MC (Por meio de seleção de Conceitos (S-MAP), Fill in (F-MAP) ou Construa o MC (C-MAP)).....	41
<b>Gráfico 8:</b> Quantidade de artigos versus tipo de montagem do MC.....	42
<b>Gráfico 9:</b> Quantidade de artigos versus critérios utilizados para análise dos MC.....	43
<b>Gráfico 10:</b> Pesquisas que foram desenvolvidas na área de Ensino de Física no âmbito nacional e internacional.....	45
<b>Gráfico 11:</b> Quantidade de pesquisas que foram desenvolvidas na área da física nos diversos níveis de ensino.....	46

## Lista de Apêndices

<b>Apêndice A</b> (Tutorial sobre o Cmap Tools).....	63
<b>Apêndice B</b> (Quadro que mostra os resultados da análise da metodologia dos 105 trabalhos que foram pesquisados em periódicos nacionais, internacionais e nas atas das Conferencias Internacionais sobre MC).....	79
<b>Apêndice C</b> (“Vê” do conhecimento).....	102

## Lista de Anexos

<b>Anexo A</b> (Dez passos que devem ser seguidos para facilitar a montagem dos MC).....	104
<b>Anexo B</b> (Estratégias para a introdução de MC desde o grau sete do ensino básico até o nível universitário).....	105
<b>Anexo C</b> (Critérios de análise de MC mais utilizados e que estão descritos na literatura - Novak e Gowin, 1996).....	108
<b>Anexo D</b> (Critérios de análise de MC mais utilizados e que estão descritos na literatura - Cañas et al, 2006).....	110
<b>Anexo E</b> (Critérios de análise de MC mais utilizados e que estão descritos na literatura - Miller e Cañas, 2008).....	111
<b>Anexo F</b> (Critérios de análise de MC mais utilizados e que estão descritos na literatura - Yoval, 2006).....	113

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>01</b>
<b>2. A Teoria da Educação de Novak.....</b>	<b>04</b>
2.1 Mapas Conceituais (MC) como ferramenta de organização do conhecimento.....	07
<b>3. A avaliação.....</b>	<b>13</b>
3.1. O Mapa Conceitual como ferramenta de avaliação.....	16
<b>4. Metodologia.....</b>	<b>19</b>
<b>5. Resultados e discussões.....</b>	<b>23</b>
<b>6. Considerações finais.....</b>	<b>47</b>
<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>52</b>
<b>Apêndices.....</b>	<b>63</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>104</b>

# CAPÍTULO 1

## Introdução

“A avaliação é essencial à educação. Inerente e indissociável enquanto concebida como problematizadora, questionamentos, reflexão sobre a ação. Educar, fazer ato de sujeito, é problematizar o mundo em que vivemos pra superar as contradições, comprometendo-se com esse mundo para recriá-lo constantemente.” (GADOTTI, 1984, p.52).

A dicotomia entre o ato de ensinar e o de avaliar é vivenciada pelos educadores como dois momentos distintos e não relacionados. Porém, é imprescindível que se observe a relação entre esses dois atos, tendo em vista que a avaliação é um tema preocupante e de grande interesse para a educação.

É necessário que se repensem as práticas de ensino a fim de que estejam constantemente preocupadas com a promoção da transformação social e não com sua manutenção inconsciente. Para que isso aconteça, é preciso possuir clareza sobre os atos aplicados a fim de que eles reflitam decisões explícitas relacionadas ao trabalho pedagógico.

Por isso, o processo de avaliação não pode ser algo pontual e mecânico, e sim contínuo, com a função não de classificação, mas de qualificação.

Buscam-se assim, novas alternativas de avaliação tanto no ensino de Física como no ensino das demais disciplinas. É imprescindível que os professores adotem/utilizem métodos avaliativos que complementem ou superem as tradicionais formas de avaliação utilizadas nas escolas, ou seja, métodos avaliativos que possibilitem a exposição de como o conhecimento foi organizado e construído na estrutura cognitiva dos estudantes.

A avaliação não deve estar relacionada unicamente à atribuição de nota, simplesmente para classificar os alunos, criando um ambiente de exclusão. Esse sistema deve ser utilizado concomitantemente a outros meios avaliativos, que priorizem o aspecto qualitativo e proporcionem a visualização de elementos não observados por meio da utilização única de provas tradicionais.

Um dos métodos de avaliação qualitativa é denominado MC. Esse método vem sendo utilizado em diversas pesquisas de nível nacional (Santana e Viana-Barbosa, 2011; Santana e Viana-Barbosa, 2012a) e internacional (Santana e Viana-Barbosa, 2012b) como instrumento didático de avaliação da aprendizagem.

Inicialmente, essa pesquisa visaria analisar os MC elaborados por estudantes a fim de estabelecer alguns critérios, bem como mostrar os já existentes na literatura e definir quais seriam os melhores critérios para se analisar um MC, comprovando a aprendizagem ou não dos alunos.

Porém, no decorrer de sua elaboração, foi percebido que não bastaria mostrar os melhores critérios de análise de um MC sem ao menos ressaltar a melhor forma de aplicá-lo em sala para obter evidências de aprendizagem com relação a algumas questões, como a quantidade de MC que cada aluno deve montar, o número de integrantes que deve construí-los, a necessidade, ou não, de se realizar uma fundamentação teórica referente ao seu uso em sala de aula e disponibilizar um período para treinamento quanto à ferramenta, a especificação das disciplinas e dos níveis de ensino em que os MC podem ser utilizados, entre outras observações que podem ser feitas por meio da análise de trabalhos encontrados em uma pesquisa bibliográfica.

Sabe-se da necessidade de se atribuir uma nota ao aluno, fazendo a análise dos MC construídos por ele, pois o próprio sistema de ensino exige que o aluno seja avaliado com uma pontuação de 0 a 10, mas essa nota pode ser atribuída fazendo-se uma análise quantitativa e qualitativa dos MC. A primeira análise pode ser feita por meio do estabelecimento de critérios que pontuem os MC dos alunos, enquanto a segunda, observando se os conceitos estão corretos por meio do diagnóstico das proposições, ligações cruzadas e de outros elementos.

Porém, não basta somente estabelecer sistemas de pontuação de MC para verificar se os alunos obtiveram uma aprendizagem significativa, é necessário observar todo o processo, desde as instruções de como se deve elaborar um MC até a sua avaliação, pois diversos fatores podem levar à elaboração de um MC eficaz ou ineficaz.

Por meio da análise dos trabalhos encontrados na literatura que abordam o uso de MC como ferramenta de avaliação da aprendizagem, percebe-se que há necessidade de se realizar uma síntese do desenvolvimento das pesquisas que utilizam MC como ferramenta de avaliação e assim definir parâmetros e categorias que serão essenciais para o desenvolvimento de novas pesquisas nessa área.

A questão foco que essa pesquisa pretende responder é: como são desenvolvidas as pesquisas que utilizam MC como ferramenta de avaliação da

aprendizagem dos alunos que facilita e evidencia a aprendizagem significativa? Dentro desta questão, surge outra questão específica: os autores de tais pesquisas estabelecem critérios para análise/avaliação dos MC?

Para responder a essas perguntas, essa pesquisa bibliográfica, tipo revisão sistemática, realizada em periódicos nacionais, internacionais e nas atas das Conferências Internacionais (2004, 2006, 2008, 2010 e 2012) sobre MC, analisa se esses trabalhos abordam o uso de MC como ferramenta de avaliação da aprendizagem e se os autores estabelecem critérios para avaliação dos MC construídos pelos alunos.

Esta pesquisa tem sido desenvolvida com base nos trabalhos de Toigo, Moreira e Costa (2012); Ruiz-Primo e Shavelson (1996), pois ambos realizaram uma revisão da literatura. O primeiro trabalho trata-se da análise de pesquisas que utilizam MC como estratégia didática e de avaliação, já o segundo procura analisar algumas pesquisas que tratam da utilização do MC como ferramenta de avaliação, além de estabelecer sistemas de pontuação.

Esse trabalho pretende servir de subsídio a professores e pesquisadores que desejam trabalhar com MC como ferramenta de avaliação e pretendem utilizar critérios para validar os conceitos expostos nos mesmos.

Esta dissertação está dividida em seis capítulos. No primeiro capítulo faz-se uma discussão sobre a necessidade de inserção do MC como ferramenta de avaliação em sala de aula, além de apresentar todo o trabalho de pesquisa.

No capítulo 2, aborda-se a Teoria da Educação de Novak, mostrando seus elementos fundamentais, além de fazer uma síntese sobre MC. No capítulo 3 conceitua-se a avaliação escolar e discute-se o que é considerado avaliação em grande parte das escolas, propondo ainda o MC como ferramenta de avaliação que pode ser utilizada juntamente com a avaliação considerada tradicional.

No capítulo 4, aborda-se a metodologia utilizada por meio de discussões sobre o que é uma pesquisa bibliográfica tipo revisão sistemática sem metanálise.

No capítulo 5 são apresentados os principais resultados dessa pesquisa, por meio da sistematização e categorização dos artigos, mostrando também os resultados em gráficos e quadros, junto a algumas considerações sobre o uso de MC no ensino de Física. O capítulo 6 traz algumas considerações finais sobre a análise dos trabalhos encontrados.

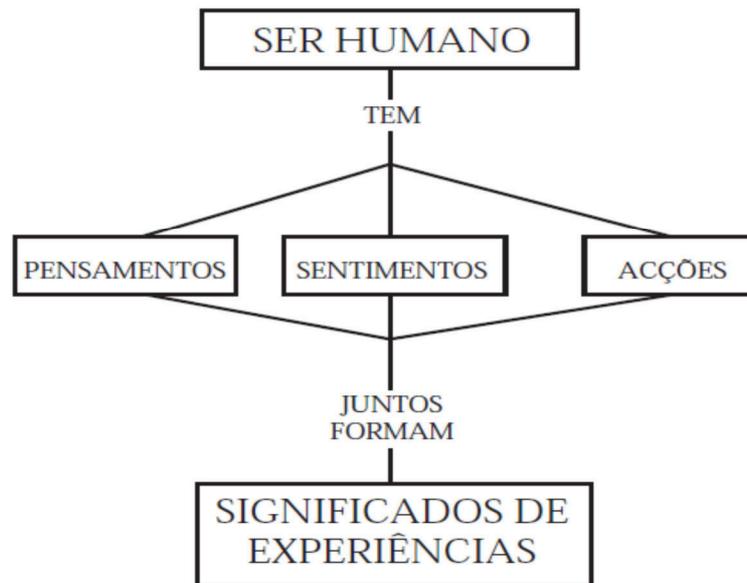
## **CAPÍTULO 2**

### **A Teoria da Educação de Novak**

A Teoria da Educação de Joseph D. Novak é muito ampla e tem a aprendizagem significativa como parte integrante. Foi criada por David P. Ausubel, porém, alguns estudiosos afirmam que deveria ser considerada teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Novak, pois a partir do momento em que Ausubel abandonou a psicologia educacional, todo o trabalho de divulgação e refinamento dessa teoria foi feito por Novak. Mais adiante essa teoria será retomada.

Para Novak (2000), uma educação bem sucedida deve concentrar-se além do pensamento do aluno. Os sentimentos e as ações também são importantes no processo educativo. É por isso que se devem considerar três tipos de aprendizagem relacionados a esses três aspectos: a aprendizagem cognitiva, relacionada à aquisição do conhecimento; aprendizagem afetiva, que se refere à alteração dos sentimentos e emoções; e a aprendizagem psicomotora, relacionada ao aumento das ações físicas ou motoras ou do desempenho.

São esses três tipos de aprendizagem que contribuem para que os seres humanos lidem com a vida diária. Foi a partir desses aspectos (pensamentos, sentimentos e ações) que Novak construiu a sua Teoria da Educação. A figura 1 mostra um MC em que os pensamentos, os sentimentos e as ações formam juntos os significados de experiências.

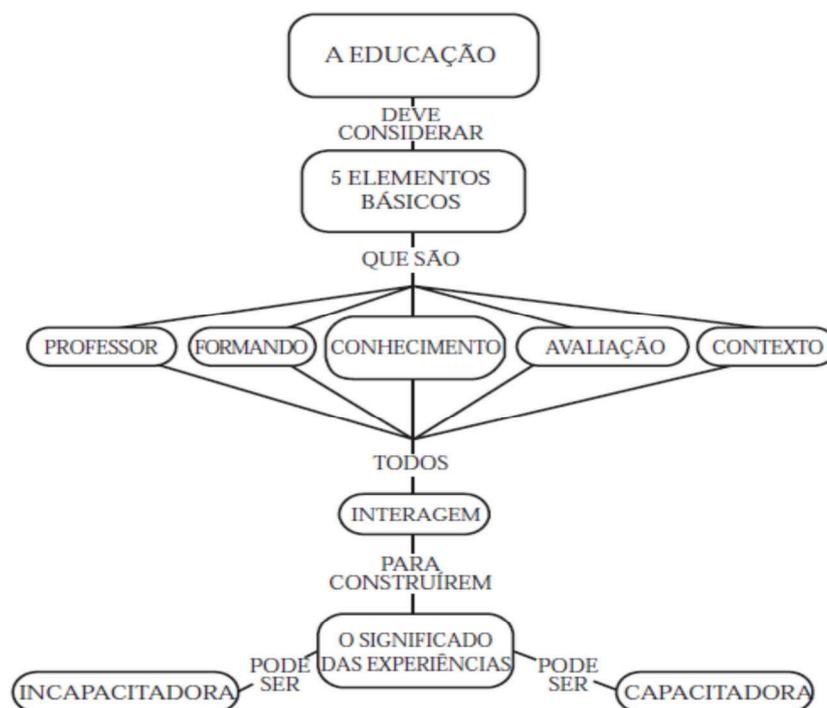


**Figura 1:** Os significados das experiências são um conjunto do pensamento, sentimentos e ações. (NOVAK, 2000, p. 10).

A ideia fundamental da Teoria da Educação de Novak é a de que qualquer acontecimento educativo é uma ação partilhada que procura trocar significados e sentimentos entre o aluno e o professor. Essa ideia pode ser explicada após a citação dos seus cinco elementos.

Joseph Schwab propôs que a educação envolvesse o que ele denominava “quatro lugares comuns” (SCHWAB, 1973 apud NOVAK, 2000, p. 10), que são: formando (aluno), professores, assunto (currículo) e meios (contexto). Partindo da experiência que tinha em suas pesquisas, Novak observou que grande parte do que acontece no ensino depende das formas de avaliação utilizadas e assim propôs a avaliação como complemento aos “quatro lugares comuns”. Novak preferiu utilizar a denominação *elementos* a *lugares comuns*. Logo, os cinco elementos de Novak que compreendem um caso educacional são: formando, professor, conhecimento, contexto e avaliação.

A figura 2 mostra um MC em que os cinco elementos de Novak estão presentes num caso educativo e combinam-se para constituir ou reconstruir o significado das experiências.



**Figura 2:** MC com os cinco elementos que um caso educacional compreende: formando, professor, conhecimento, avaliação e contexto. (NOVAK, 2000, p. 11).

A troca de significados entre professor e aluno, que é obtida por meio da interação entre os cinco elementos de Novak, tem como principal objetivo almejar uma aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa é um conceito-chave na Teoria da Educação de Novak. Como já foi abordado, sua teoria é muito ampla e a aprendizagem significativa é apenas uma parte dela. Para Novak,

A aprendizagem significativa está subjacente à integração construtiva do pensamento, dos sentimentos e das ações que levam à capacitação humana quanto ao compromisso e à responsabilidade. (NOVAK, 2000, p. 15).

Já para David P. Ausubel a aprendizagem significativa é a ideia central da sua teoria, um processo por meio do qual uma nova informação é relacionada a aspectos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo.

Para que ela ocorra de fato, três condições deverão ser atendidas: o indivíduo deve possuir os conhecimentos prévios (ou seja, os requisitos necessários para ancorar as novas informações); predisposição para aprender; e o material utilizado precisa ser potencialmente significativo.

Porém, quando os conceitos relevantes necessários para ancorar as novas informações não existem na estrutura cognitiva do indivíduo, novas informações têm que ser aprendidas mecanicamente. Para Novak,

A aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informação, em uma área do conhecimento, completamente não relacionado ao que ele já sabe. [...] Elementos de conhecimento aprendidos mecanicamente ficam distribuídos de maneira arbitrária na estrutura cognitiva; eles não são ligados a conceitos especificamente relevantes na estrutura cognitiva (NOVAK, 1981, p. 59).

Os MC e os diagramas em “Vê” são duas importantes ferramentas para o ensino, na visão de Novak e Gowin (1996), e servem para evidenciar a aprendizagem significativa. Segundo eles, os MC ajudam os educadores e alunos a perceber os significados dos materiais de aprendizagem, enquanto os diagramas em “Vê” ajudam-nos a penetrar na estrutura e no significado do conhecimento que procuram compreender. Além disso, os autores citam a influência positiva que esses dois instrumentos podem ter no ensino, na aprendizagem e no currículo.

A seguir, descreveremos as principais características dos MC, uma vez que é o tema e o objeto de pesquisa desse trabalho.

## **2.1 Mapas Conceituais como ferramenta de organização do conhecimento**

Os MC foram criados por Joseph D. Novak em 1972 dentro de um programa de pesquisa desenvolvido na Universidade de Cornell, que, por meio de entrevistas com crianças, buscava acompanhar e entender as mudanças na maneira como elas compreendiam a ciência (NOVAK e MUSONDA, 1991 apud NOVAK e CAÑAS, 2008, p. 10).

Esse programa baseava-se na psicologia da aprendizagem de David Ausubel, cuja ideia central é a de que a aprendizagem se dá por meio do processo de assimilação de novos conceitos a conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, uma nova informação adquire significados para ele quando se ancora a aspectos relevantes da sua estrutura cognitiva.

Novak propôs que esses MC são uma eficiente forma de organizar o conhecimento.

[...] À medida que os alunos adquiriam capacidades e experiência com a construção de MC, declaravam que estavam a aprender a aprender. Começavam a tornar-se melhores na aprendizagem significativa e descobriram que podiam reduzir ou eliminar a necessidade de aprendizagem por memorização. (NOVAK, 2000, p. 27).

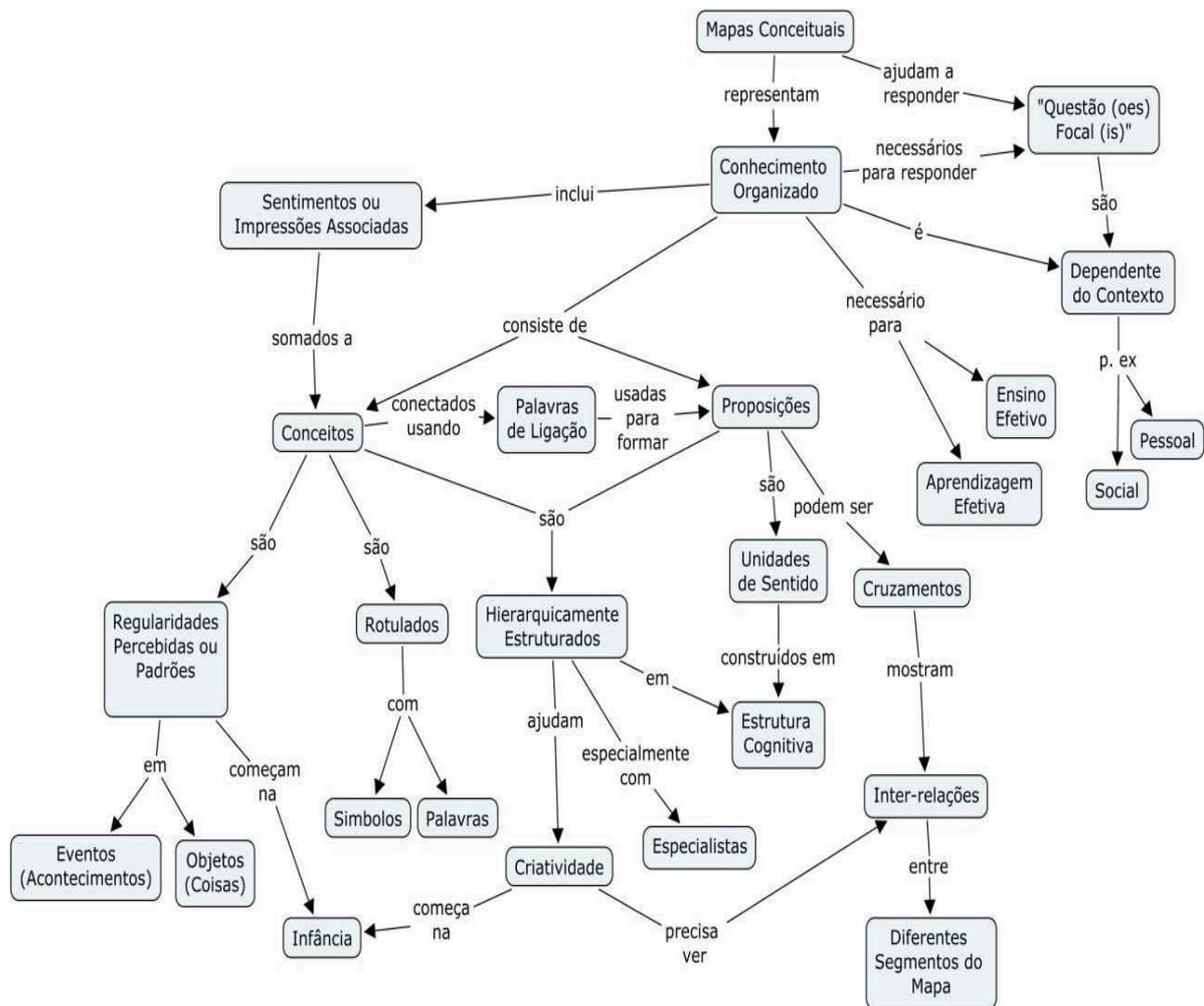
A partir daí, surge então a ideia da utilização de MC a fim de encontrar uma ferramenta que melhor representasse a compreensão conceitual, tanto nas pesquisas, como em diversos campos do conhecimento.

Mas o que vem a ser um MC? Se essa pergunta for feita a alunos, professores e pesquisadores, talvez muitos não saibam responder com exatidão o que é, qual a sua finalidade e principalmente qual a sua importância e contribuição para o ensino. Todos esses questionamentos não são fáceis de serem respondidos em virtude da pouca ou nenhuma aplicação dessa ferramenta nos meios educacionais, onde são insuficientes as formas de avaliação da aprendizagem, bem como as maneiras de verificar se os alunos conseguiram associar um novo conceito a outro já existente na sua estrutura cognitiva.

Pode-se então definir MC como diagramas hierárquicos que servem para mostrar as relações significativas entre vários conceitos. Novak e Gowin (1996) afirmam:

Os MC têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição consiste em dois ou mais termos conceituais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica. (NOVAK e GOWIN, 1996, p.31).

Para melhor entendimento desse conceito, segue abaixo, na figura 3, um exemplo no qual um especialista expõe sua visão sobre algumas particularidades do próprio MC.



**Figura3.** Um MC mostrando as características dos MC. Eles costumam ser lidos progressivamente de cima para baixo (NOVAK e CAÑAS, 2010, p.3).

Percebe-se, por meio desse exemplo, algumas características e elementos que compõem um MC:

- Os conceitos devem estar dentro de diagramas e interligados por linhas;
- Uma proposição pode ser formada por dois conceitos, sendo que entre esses dois conceitos deve haver uma palavra de ligação;
- O MC deve ser hierárquico (Novak e Gowin, 1996), isto é, apresentar os conceitos mais gerais e mais inclusivos no topo, acima dos conceitos mais específicos e menos inclusivos;

- A presença de ligações cruzadas indica que o autor fez inter-relações não hierárquicas entre segmentos distantes do MC, as quais estabelecem novas relações entre conceitos.

As características do MC da figura 3, citadas anteriormente, são importantes para verificar se o mesmo foi bem elaborado, levando em consideração a sua estrutura e a quantidade e validade dos conceitos interligados e das proposições formadas.

Porém, ressalta-se que não há um modelo rígido para se elaborar MC. Não se pode classificá-los em corretos ou incorretos, existem apenas alguns mais completos que outros, pois cada um representará a estrutura cognitiva de determinado indivíduo. Entretanto, é necessário observar se estão corretas as palavras de ligação e os conceitos empregados.

Novak e Gowin (1996) associam o conceito de MC a mapas rodoviários, além de enfatizar que, depois de uma tarefa de aprendizagem, os mesmos podem mostrar um resumo do que foi aprendido. Porém, diferentemente dos mapas rodoviários, Moreira e Buchweitz, (1987) afirmam que cada MC deve ser visto como “um MC” e não como “o MC”, pois cada um representa a estrutura de conhecimento de um indivíduo e a forma como os conceitos foram assimilados na estrutura cognitiva.

Os MC servem para tornar claro, tanto aos professores como aos alunos, o pequeno número de ideias chave em que eles se devem focar para uma tarefa de aprendizagem específica. Um MC também pode funcionar como um mapa rodoviário visual, mostrando alguns dos trajetos que se podem seguir para ligar os significados de conceitos de forma a que resultem proposições. (NOVAK e GOWIN, 1996, p. 31).

Além da utilização dos MC para representar a estrutura conceitual de cada indivíduo, Novak (2000) afirma que um dos papéis fundamentais que eles podem desempenhar é ajudar um grupo ou equipe a apreender e chegar a um consenso sobre seus conhecimentos comuns, relativamente a qualquer questão ou conjunto de questões de interesse da equipe.

A utilização dessa ferramenta em sala de aula não exige equipamentos ou materiais sofisticados, apenas predisposição do professor para tentar inovar suas práticas, pois para montagem dos mesmos basta apenas lápis e papel ou se preferir um computador, uma vez que eles podem ser editados por meio do programa *Cmap Tools*, que foi desenvolvido e é distribuído gratuitamente pelo Institute for Human

Machine Cognition (IHMC) da Universidade da Florida, apresentando uma estratégia cognitiva para representação do conhecimento, além de recursos para formatação dos MC, como imagens, vídeos, textos, sons, planos de fundo, diferentes fontes e até mesmo outro MC. Encontra-se nos apêndices desse trabalho um tutorial para auxiliar os alunos, professores e pesquisadores desde a instalação do Cmap Tools à edição dos MC (Apêndice A).

Sugere-se que o professor, ao iniciar a tarefa de ensinar aos alunos a montagem dos MC, parta de um tema familiar e posteriormente solicite que eles elaborem outro MC sobre um tema específico da disciplina, pois a montagem dessa ferramenta torna-se complexa quando não há um período de experiência com ela e principalmente quando não houve entendimento significativo do conteúdo. Nos anexos (Anexo A) dessa dissertação mostram-se os dez passos que devem ser seguidos para facilitar a montagem de MC (Novak, 2000). Há também uma tabela (Anexo B) que mostra estratégias para a introdução de tais MC desde o grau sete do ensino básico até o nível universitário. Essa tabela serve de base para estudantes, professores e pesquisadores que tenham interesse em utilizar e aperfeiçoar essa ferramenta em sua sala de aula (Novak e Gowin, 1996).

Dentro e fora da sala de aula o MC poderá ser utilizado de diferentes formas com diversas finalidades:

- Para diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos - caso o professor queira coletar as concepções prévias dos mesmos antes de trabalhar o conteúdo, pois os MC podem funcionar como um instrumento de entrevista;
- Como planejamento do currículo - os MC auxiliam os professores a planejar toda uma disciplina, um tópico, uma unidade, um experimento de laboratório e entre outros;
- Para resumir conteúdos e fazer anotações - de textos, seminários ou do conteúdo a ser estudado para a prova;
- Como instrumento avaliativo – os MC podem ser úteis na avaliação da aprendizagem dos alunos e evidenciar se eles conseguiram aprender os conceitos abordados em uma disciplina;
- Para proporcionar um consenso entre um grupo ou equipe – ajudando-os a acordar seus conhecimentos comuns (Novak, 2000).

Assim como qualquer outra ferramenta utilizada no meio educacional, é necessário que se verifiquem as vantagens e desvantagens da sua utilização e por

isso serão aqui destacadas, a fim de contornar e evitar algumas situações que não propiciem uma aprendizagem eficaz.

No trabalho de Moreira e Buchweitz (1987), eles destacam algumas vantagens da aplicação dos MC em sala de aula:

- 1) Enfatizar a estrutura de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento;
- 2) Mostrar que os conceitos de uma certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade e apresentar esses conceitos numa certa ordem hierárquica de inclusividade que facilite a aprendizagem e retenção dos mesmos;
- 3) Promover uma visão integrada do assunto e uma espécie de "listagem" daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais. (MOREIRA e BUCHWEITZ, 1987, p. 41 e 43).

Outra vantagem da utilização dos MC é aplicá-los como forma de avaliação da aprendizagem e assim verificar se o aluno realmente aprendeu todos os conceitos trabalhados pelo professor em uma determinada unidade. Identificar também os conceitos não aprendidos ou aprendidos de forma incorreta e assim possibilitar um melhoramento no processo ensino-aprendizagem e mudanças nas práticas educativas, quando necessário.

Além dessas vantagens podemos destacar ainda algumas possíveis desvantagens do uso indevido dos MC:

- 1) Se o mapa não tiver significado para os alunos, eles poderão encará-lo apenas como algo mais a ser memorizado;
- 2) Os mapas podem ser muito complexos ou confusos e dificultar a aprendizagem e retenção, ao invés de facilitá-las;
- 3) A habilidade dos alunos para construir suas próprias hierarquias conceituais pode ficar inibida em função do fato de que já recebem prontas as estruturas propostas pelo professor segundo sua própria percepção e preferência. (MOREIRA e BUCHWEITZ, 1987, p. 43).

Todas essas desvantagens podem ser apenas aparentes se o professor procurar explicar aos seus alunos a real função dos MC e introduzi-los em sala de aula quando os mesmos tiverem conhecimento de como se dá a sua montagem. Além disso, é necessário conscientizar os alunos de que não existe um MC ideal e completo, cada MC poderá estar em constante modificação e tornar-se mais elaborado e com um número maior de conceitos interligados à medida que novos conceitos são incorporados à estrutura cognitiva do aprendiz.

## CAPÍTULO 3

### Avaliação

A avaliação é um processo essencial para a vida humana e por isso funciona como fator indispensável para a educação. Ela deve exercer o papel de orientar os alunos quanto aos seus conhecimentos e mostrar se os mesmos estão progredindo, pois a função da avaliação é fazer a apreciação dos dados relativos ao processo de ensino e aprendizagem a fim de ajudar os educadores a tomar decisões sobre o seu trabalho e proporcionar melhorias ao ensino e à aprendizagem dos alunos. Ou seja, a avaliação reflete o nível de qualidade do trabalho escolar dos docentes e discentes.

No entanto, na prática escolar, o real significado da avaliação tem sido distorcido, pois professores utilizam a avaliação como forma de punir e disciplinar os estudantes. Segundo o Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino de Sergipe, a avaliação não deve ser concebida como instrumento de poder.

A avaliação da aprendizagem deve ser balizadora, diagnóstica e contínua. Deve ainda contemplar todas as dimensões da formação humana, desde o conhecimento científico desenvolvido, sobretudo na Escola, até os valores, atitudes e comportamentos pré-existentes em que todos esses aspectos devem ser contemplados no processo de avaliação. (SERGIPE, 2011, p. 15).

Os professores, na maioria dos casos, valorizam o produto, ou seja, o resultado final, sem ao menos tentar observar e compreender o processo que levou os alunos a darem determinadas respostas, tornando a avaliação um instrumento de pressão e controle, funcionando como “arma” contra os alunos, a fim de que seus objetivos sejam alcançados.

A concepção de avaliação para os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) contradiz essa prática, afirmando que a avaliação não deve funcionar contra o aluno, mas compreender um processo que envolve aluno, professor e sistema escolar.

A avaliação é considerada um elemento favorecedor da melhoria de qualidade da aprendizagem, deixando de funcionar como arma contra o aluno. É assumida como parte integrante e instrumento de auto-regulação do processo de ensino e aprendizagem, para que os objetivos propostos sejam atingidos. A avaliação diz respeito não só ao aluno, mas também ao professor e ao próprio sistema escolar (BRASIL, 1997, p. 42).

A avaliação escolar cumpre, na visão de Libâneo (1994), pelo menos três funções: pedagógico-didática, de diagnóstico e de controle, não podendo ser consideradas isoladamente.

- A função *pedagógico-didática* se refere ao papel da avaliação no cumprimento dos objetivos gerais e específicos da educação escolar [...]
- A função de *diagnóstico* permite identificar progressos e dificuldades dos alunos e a atuação do professor que, por sua vez, determinam modificações [...]
- A função de *controle* se refere aos meios e à frequência das verificações e de qualificação dos resultados escolares, possibilitando o diagnóstico das situações didáticas [...] (LIBÂNEO, 1994, p. 196 e 197)

Porém, percebe-se que a prática de avaliação nas escolas se restringe à função de controle em que as formas de avaliar os alunos ocorrem por meio de provas e realização de exames atribuindo notas e classificando os alunos. Para estudiosos da área, dentre eles Luckesi (2005), a prática realizada pelas escolas usualmente denominada de avaliação da aprendizagem pouco tem a ver com avaliação, constitui-se muito mais de provas e exames. Segundo Catani e Gallego (2009), essa prática constitui verificação da aprendizagem e não avaliação.

[...] as provas e os exames têm por objetivo verificar o nível de desempenho dos educandos em certos conteúdos e classificá-los mediante o uso de notas de zero a dez ou conceitos denominados A, B, C, D e E, quase sempre associados a um intervalo numérico, ou indicações como superior, inferior, sem-rendimento, muito satisfatório, satisfatório, pouco satisfatório. (CATANI e GALLEGO, 2009, p. 28 e 29).

É possível questionar-se se as notas atribuídas dessa forma aos alunos serviriam para comprovar de fato o que eles sabem sobre um determinado assunto ou até mesmo se servem para medir o nível de aprendizagem dos mesmos.

Esta característica das provas/exames, segundo Luckesi (2005), tem sua origem na escola moderna, que se sistematizou nos séculos XVI e XVII com a cristalização da sociedade burguesa.

[...] a prática que conhecemos é herdeira dessa época, do momento histórico da cristalização da sociedade burguesa, que se constitui pela exclusão e marginalização de grande parte dos elementos da sociedade. A sociedade burguesa é uma sociedade marcada pela exclusão e marginalização de grande parte de seus membros. Ela não se constitui num modelo amoroso de sociedade [...] (LUCKESI, 2005, p. 169).

Essa forma de avaliar a aprendizagem dos alunos tem sofrido várias críticas desde meados dos anos setenta e oitenta do século XX, porém só na década de noventa foi possível observar uma mobilização mais ampla por parte dos educadores em decorrência, especialmente, das disposições legais que tentam

romper com alguns paradigmas presentes há anos na cultura escolar (CATANI e GALLEGO, 2009).

Um dos problemas relacionados à utilização única de provas tradicionais, nas quais se espera que os alunos resolvam questões muito similares às resolvidas em sala de aula com enunciados diretos que não lhes proporcionem dificuldades na resolução, é que quase sempre essas questões não abrangem todos os conteúdos. O que geralmente acontece é que, se porventura um aluno estudar os conteúdos referentes às questões que caíram na prova, obterá sucesso por meio de uma boa nota, enquanto aqueles que não estudaram tais conteúdos encontrar-se-ão na situação inversa. Além disso, esse tipo de avaliação incentiva a aprendizagem por memorização, gerando um ciclo vicioso em que algoritmos para resolução dos problemas e fatos são memorizados, sem desenvolver os conhecimentos dos alunos, sua estrutura conceitual e os princípios relacionados aos conteúdos estudados.

Além das desvantagens apresentadas sobre a utilização de provas tradicionais, outro problema relativo a esse tipo de prova refere-se à pouca ou nenhuma discussão feita em momentos posteriores aos resultados obtidos nas provas. Os professores as veem como um fim, não aproveitando os momentos posteriores à correção para gerar discussões, mostrar os erros cometidos e gerar novas aprendizagens, evitando assim que tais erros ocorram novamente.

Apesar dos problemas apresentados com relação à utilização da avaliação quantitativa é importante considerar que o entendimento correto de avaliação, na concepção de Libâneo (1994) consiste em considerar a relação mútua entre aspectos quantitativos e qualitativos. Não se deve considerar apenas o quantitativo, pois esse tipo de avaliação é visto apenas como instrumento de medida. Além disso, é preciso ter cuidado com o aspecto qualitativo para que a avaliação não se perca na subjetividade de professores e alunos.

Por isso têm ocorrido mudanças na forma de avaliar os alunos. Ela vem sendo utilizada formativamente para melhorar a aprendizagem. Para Trumpower e Sarwar (2010), a utilização da avaliação formativa proporciona um *feedback* para melhorar o conhecimento do aluno sobre um determinado tema avaliado.

[...] A avaliação formativa eficaz deve atender a quatro critérios: deve avaliar o conhecimento de ordem superior, identificar os pontos fortes e fracos dos alunos, fornecer *feedback* eficaz, e ser fácil de usar. (TRUMPOWER E SARWAR, 2010, p. 132); (Tradução nossa).

Com a avaliação formativa, que valoriza o processo de aprendizagem e centra-se em compreender o funcionamento da construção do conhecimento, deseja-se uma compreensão maior dos conteúdos e dos procedimentos avaliativos, pois é necessário dar atenção não somente aos alunos que se saem bem nas provas, mas também aos que não apresentaram bom desempenho, os quais podem aprender com seus erros.

Assim, pode-se levar em consideração a ideia de Luckesi (2005), que define a avaliação da aprendizagem dos alunos como um ato amoroso, acolhedor, integrativo e inclusivo. Segundo ele, a avaliação tem por objetivo diagnosticar e incluir o educando pelos mais variados meios no curso da aprendizagem satisfatória, integrando todas as suas experiências de vida, pois a avaliação como ato diagnóstico tem por objetivo a inclusão e não a exclusão ou seleção (LUCKESI, 2005, p. 173).

### **3.1 O Mapa Conceitual como ferramenta de avaliação**

É na perspectiva de inserção de uma avaliação que enfatize o aspecto qualitativo (em que se almeja a aprendizagem significativa), isto é, a aprendizagem preocupada com a organização dos conceitos e proposições da estrutura conceitual dos estudantes, que Novak e Gowin (1996) propuseram a estratégia de MC para avaliação da estrutura cognitiva dos alunos e instrumentalizar a teoria da aprendizagem significativa. O MC como ferramenta de avaliação tem sido utilizado em pesquisas no Brasil desde as duas últimas décadas, nas quais os autores têm evidenciado sua importância, devido à sua aplicação e contribuição em diversas áreas, demonstrando que representam um caminho promissor na busca por melhores resultados de aprendizagem nas escolas e universidades.

Dentre as vantagens da utilização do MC como ferramenta de avaliação da aprendizagem dos alunos, destaca-se:

Nesse último caso, (em que os MC são utilizados para avaliar a aprendizagem), os MC ajudam a romper o paradigma da prova como instrumento quase exclusivo para essa finalidade. Além disso, a avaliação por meio de MC não ocorre com a intenção de testar conhecimentos e atribuir nota aos alunos para classificá-los, mas sim com o objetivo de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno estabelece para um dado conjunto de conceitos. Os MC elaborados pelos alunos auxiliam na verificação das alterações nas suas redes cognitivas, por meio da

comparação das ligações entre os conceitos antes e depois dos momentos de aprendizagem. (CORREIA, JR e INFANTE-MALACHIAS, 2008, p. 485).

O MC não direciona o aluno como se estivesse resolvendo uma questão fechada. Por meio dele há uma infinidade de maneiras de expor os conceitos que foram aprendidos. Essa característica torna as respostas individualizadas e permite aos alunos 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 são ocultadas na avaliação tradicional, mas podem ser observadas por meio da construção do MC. Tais observações são importantes para que se analise se os alunos assimilaram os conceitos de forma correta e que dificuldades foram encontradas. Desse modo podem-se estabelecer diferentes maneiras de abordagem do conteúdo em sala de aula.

Por meio de buscas em periódicos, citados na metodologia dessa pesquisa, sobre a temática MC utilizado como ferramenta de avaliação, percebe-se que há dezenas de trabalhos que utilizaram tal meio visando diferentes objetivos. No quadro abaixo, procurei mostrar, de forma cronológica e sintética, os objetivos de alguns trabalhos relativos à utilização dos MC como ferramenta de avaliação da aprendizagem.

**Quadro 1:** Mostra os objetivos de algumas pesquisas relativas à utilização dos MC como ferramenta de avaliação.

	<b>OBJETIVOS CENTRAIS</b>
CASTIÑEIRAS et al (1996)	Apresentar os resultados de um estudo transversal em que se explora, mediante MC, o grau de utilização de um modelo microscópico da matéria no domínio conceitual calor e temperatura por parte dos estudantes, alunos e alunas de diferentes níveis educativos da Escola Normal de Olavarría (R. Argentina) Pg. 11
GANGOSO (1997)	Estudar a facilidade da incorporação de MC como estratégia para melhorar a estrutura cognitiva dos alunos e desse modo aumentar sua eficiência na resolução de problemas. Pg. 17
STRUCHINER, VIEIRA e RICCIARDI (1999)	[...] apreender a estrutura cognitiva de alunos do último ano (sétimo período) do curso de graduação em odontologia da UFRJ em relação à temática do esmalte. Pg.55
COSTAMAGNA (2001)	Utilizar MC para avaliar, em dois instantes diferentes e de forma comparativa, as relações dos alunos sobre a compreensão do organismo humano desde um enfoque integral. Pg. 312
SILVA e SOUSA (2007)	[...] verificar a eficiência da utilização de MC como estratégia de ensino dos conceitos da Calorimetria no processo de promoção e avaliação da aprendizagem significativa de alunos de 2ª série do Ensino Médio. Pg. 63

MORENO et al. (2007)	[...] apresentar e discutir critérios de análise de MC elaborados por pós-graduandos do Mestrado “Ensino em Ciências da Saúde” [...] Pg. 453
TOIGO e MOREIRA (2008)	[...] relatar três experiências de inserção dos MC como estratégia de avaliação [...] Pg. 7 [...] ilustrar a potencialidade dos MC como facilitadores da aprendizagem significativa e da conceitualização quando utilizados isoladamente ou em conjunto com testes objetivos ou de resolução de problemas-tipo. Pg. 7
ALMEIDA e MOREIRA (2008)	[...] apresentar os resultados de uma investigação que abordou as dificuldades de estudantes de graduação em física na aprendizagem de conceitos da óptica física, envolvendo concepções alternativas e a utilização de MC como instrumento didático para facilitar a aprendizagem significativa desses conceitos. Pg. 1
NUNES e PINO (2008)	[...] apresentar a análise de uma estratégia didática, que utiliza MC, na disciplina de Química, numa proposta integradora dos componentes curriculares de Química e Biologia, com a finalidade de identificar e avaliar as relações que se constituem entre conceitos químicos, se há associação destes com aqueles da Biologia e uma melhor aprendizagem dos conceitos de Química pelos estudantes. Pg. 53
COGO et al. (2009)	[...] objetiva avaliar a estratégia de utilização de MC elaborados com o software CmapTools, no curso na modalidade a distância denominado Introdução a Anamnese e ao Exame Físico de Enfermagem [...] Pg. 482
KRUMMENAUER e COSTA (2009)	[...] relatamos uma experiência bem sucedida de ensino de Física com uma turma do Ensino Médio da modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA) na qual utilizamos a construção de MC como instrumentos de avaliação. Pg. 33
MARTINS, VERDEAUX e SOUSA (2009)	Utilizar diagramas conceituais no ensino da física, incorporados as aulas expositivas e demonstrativas, visando promover a aprendizagem significativa de conteúdos de ondulatória, acústica e óptica em nível de ensino médio. Pg. 1
PACHECO e DAMASIO (2009)	[...] utilizar o MC como organizador do conhecimento de um projeto de ciências. Pg. 180
RAZERA et al. (2009)	[...] avaliar os resultados de um projeto de aprendizagem que utilizou MC, no ensino de Ciências da 7ª série, sobre a temática de zoologia [...] Pg. 235
AIZICZON e CUDMANI (2010)	[...] implantar uma abordagem didática para a educação em Biofísica e Ciências da Saúde, que supere o Modelo de Recepção-transmissão. Pg. 90
SOUZA e BORUCHOVITCH (2010)	[...] apresentar uma reflexão sobre as potencialidades do MC como estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. Pg. 195

Não se quer afirmar que MC são absolutos no processo de avaliação, mas se sabe da sua utilidade como uma ferramenta nesse processo. Sua validade decorre da necessidade de o professor analisar como o aluno está organizando e reorganizando sua estrutura cognitiva tendo em vista os novos conhecimentos adquiridos.

## **CAPÍTULO 4**

### **Metodologia**

Esta pesquisa foi desenvolvida por meio de buscas de artigos que utilizaram MC como ferramenta para avaliar a aprendizagem dos alunos no âmbito nacional, em diversos periódicos do Brasil, e no âmbito internacional, em periódicos internacionais e atas das Conferências Internacionais sobre MC (International Conference on Concept Mapping).

Nos periódicos nacionais o levantamento foi feito em revistas conceituadas relacionadas ao ensino de ciências, na área de ensino de física e em outros periódicos que surgiram por meio das referências dos artigos já lidos. Nos periódicos internacionais procurou-se pesquisar em alguns jornais e revistas reconhecidos na área de ensino de ciências e também em outros periódicos que surgiram por meio das referências dos artigos já lidos. Nas Conferências Internacionais sobre MC selecionaram-se os artigos que foram apresentados nos eventos dos anos 2004, 2006, 2008, 2010 e 2012, ou seja, em todas as edições que ocorreram.

Por estar realizando uma revisão da literatura por meio da coleta de informações sobre determinado tema em diversas revistas, o tipo de investigação adotada consiste em uma pesquisa bibliográfica. Esse tipo de pesquisa também recebe outras denominações: revisão bibliográfica ou estudo bibliográfico.

A revisão bibliográfica de trabalhos é um tipo de investigação que procura inventariar, sistematizar e avaliar a produção científica numa determinada área do conhecimento (FIORENTINI, 1994). É o passo inicial para o desenvolvimento de qualquer pesquisa, pois permite que o pesquisador tenha mais familiaridade com a problemática a ser investigada.

Esse tipo de pesquisa é muito importante, pois são necessários referenciais teóricos para esclarecer, justificar e demonstrar os fenômenos estudados. Além disso, esses referenciais são as fontes dessa pesquisa, dados fundamentais para seu desenvolvimento. Dentre os vários tipos de estudos bibliográficos, Fiorentini e Lorenzato (2009) destacam três: a metanálise, os estudos do estado da arte e os estudos tipicamente históricos.

A metanálise trata-se de uma revisão sistemática de outras pesquisas que visa realizar uma avaliação crítica e/ou produzir novos resultados ou sínteses a partir do confronto desses estudos; os estudos do estado da arte tendem a ser mais históricos e procuram “inventariar”, sistematizar e avaliar a produção científica numa determinada área do conhecimento; os estudos tipicamente históricos utilizam geralmente fontes primárias (textos impressos, manuscritos e outros documentos originais) (FIORENTINI e LORENZATO, 2009, p. 103).

Um conceito mais amplo encontrado na literatura sobre metanálise foi observado no trabalho de Sampaio e Mancini (2007).

Metanálise é a análise da análise, ou seja, é um estudo de revisão da literatura em que os resultados de vários estudos independentes são combinados e sintetizados por meio de procedimentos estatísticos, de modo a produzir uma única estimativa ou índice que caracterize o efeito de (uma) determinada intervenção. (LAW e PHILP, 2002 apud SAMPAIO e MANCINI, 2007, p. 84).

Além dos três tipos de pesquisa destacados por Fiorentini e Lorenzato (2009) pode-se citar ainda a revisão sistemática, que é uma forma de obter maior confiabilidade e rigor no desenvolvimento de pesquisas bibliográficas. Para Kitchenham (2004) a revisão sistemática é uma abordagem mais formal de sistematizar a revisão bibliográfica. Segundo ele:

Uma revisão sistemática da literatura é um meio de identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível e relevante para uma questão específica de pesquisa, área temática ou fenômeno de interesse. Estudos individuais que contribuem para uma revisão sistemática são chamados estudos primários; uma revisão sistemática é uma forma de um estudo secundário. (KITCHENHAM, 2004, p. 1); (Tradução nossa).

O objetivo de se realizar uma revisão sistemática decorre da necessidade de resumir toda a informação existente sobre determinado assunto a fim de obter conclusões mais gerais sobre algum fenômeno. Essas conclusões servirão para explicar novos aspectos do fenômeno investigado, direcionando novas pesquisas em diversas áreas.

O presente estudo enquadra-se num estudo bibliográfico do tipo revisão sistemática sem metanálise, pois não sistematiza dados por meio de métodos estatísticos e não segue rigorosamente um protocolo, ou seja, uma sequência de passos conforme o citado por Kitchenham (2004), Sampaio e Mancini (2007) e Atallah (1997).

Para iniciar a revisão sistemática dos artigos, buscas foram feitas nas páginas das revistas, citadas mais adiante, por meio das palavras-chave “Mapas Conceituais” ou “Concept Map” ou “Conceptual Maps” em cada volume disponível.

Inicialmente, na etapa de seleção dos artigos era feita a leitura de seu resumo. Caso não ficasse explícito que se tratava da utilização do MC como ferramenta de avaliação da aprendizagem dos alunos, que facilita e evidencia a aprendizagem significativa, era realizada a leitura de partes ou de todo o artigo.

Em outro momento, após a seleção dos artigos, foi feita uma leitura minuciosa da metodologia de cada trabalho, observando alguns elementos e estabelecendo categorias as quais serão descritas mais adiante nos resultados desta pesquisa.

Por se tratar de um estudo bibliográfico, as buscas desses artigos foram feitas em nível nacional nos seguintes periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Caderno de Saúde Pública, Ciências & Cognição, Ciência & Educação, Experiências em Ensino de Ciências, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e Texto e Contexto Enfermagem; já em nível internacional nos periódicos: Journal of Research in Science Teaching, Science Education, International Journal of Science Education, Journal of Research in Mathematics Education, European Journal of Engineering Education, Revista Electrónica de Investigación Educativa, Journal of Applied Social Psychology, Journal of Engineering Education, Medical Teacher, Teaching & Teacher Education e Teaching of Psychology.

Destaca-se ainda que as buscas nos periódicos internacionais foram feitas por meio do portal da Capes, por isso não foi possível realizar pesquisas em algumas revistas consideradas importantes. Além disso, em grande parte das revistas pesquisadas, apenas os artigos publicados a partir do ano de 1996 estavam disponíveis. Os publicados em anos anteriores encontravam-se somente em forma de resumo.

Por meio de buscas nos periódicos (nacionais e internacionais) e nas atas das Conferências Internacionais sobre MC, foi selecionado um universo de 105 artigos, distribuídos da seguinte forma:

- Periódicos nacionais: 27 artigos
- Periódicos internacionais: 20 artigos
- Atas das Conferências Internacionais sobre MC: 58 artigos, sendo 2004 (10 artigos), 2006 (16 artigos), 2008 (11 artigos), 2010 (9 artigos) e 2012 (12 artigos).

Esses artigos foram categorizados, de acordo com as características que eram constantes aos artigos lidos, em relação aos seguintes critérios: nível de ensino, disciplina na qual os MC foram aplicados, quantidade de alunos envolvidos na pesquisa, quantidade de MC montados, organização do curso/pesquisa, tema(s) geradores dos MC, explicação da teoria e treinamento quanto ao uso dessa ferramenta, experiência na sua construção, período em que foram trabalhados, número de integrantes que os montou, MC apresentados/discutidos pelos alunos, avaliação do professor, forma como foram montados (manuscritos, montados com o auxílio do *Cmap Tools*, do *power point* ou de outro *software*) e tipo de construção (seleção de conceitos, fill in - preencher, construir e seleção de conceitos/fill in).

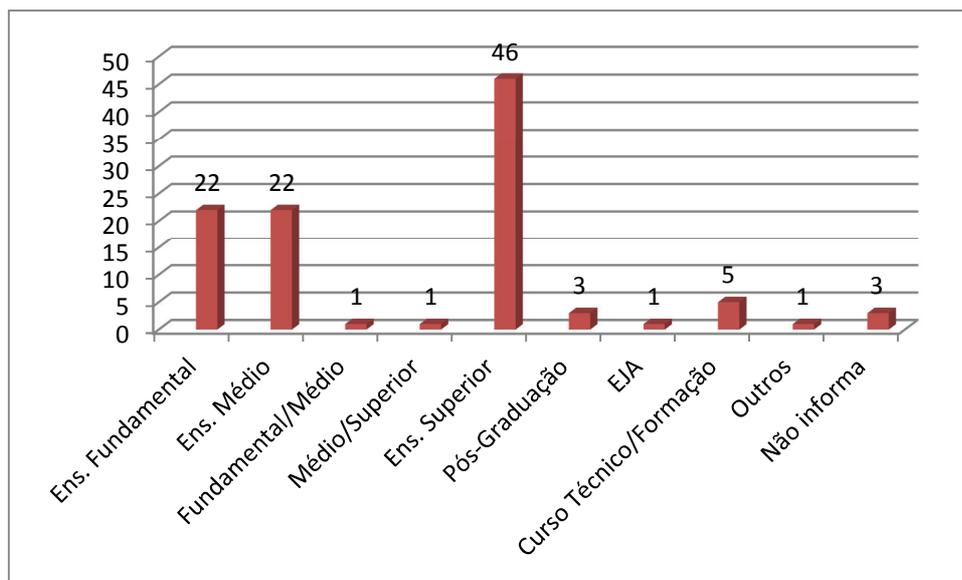
É importante destacar que, na etapa de seleção dos artigos, só foram selecionados aqueles que trabalharam com MC como ferramenta de avaliação da aprendizagem em sala de aula e procuraram analisá-los ou avaliá-los por meio da utilização de algum critério, pois assim pode-se observar o nível de desempenho e aprendizagem dos estudantes nas atividades com MC.

## CAPÍTULO 5

### Resultados e Discussões

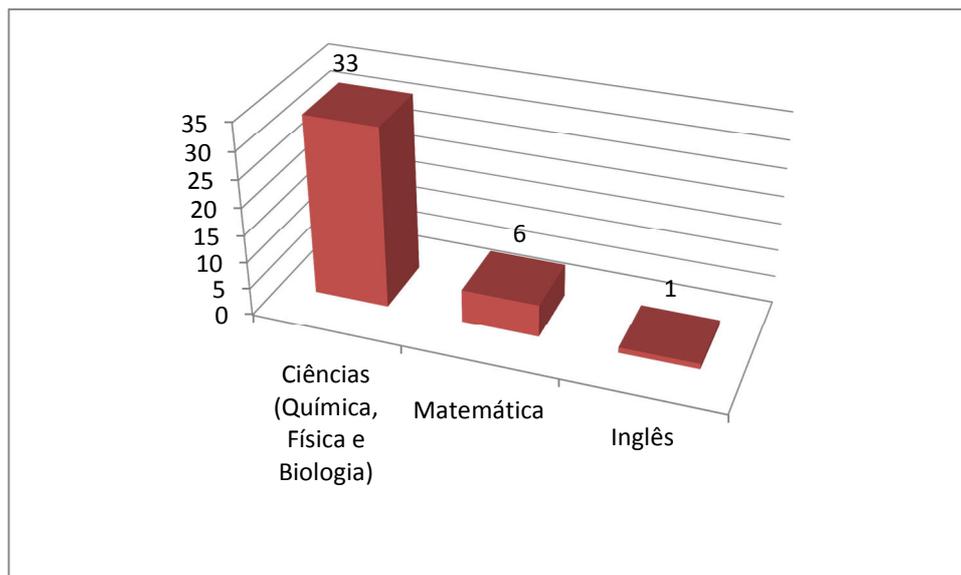
Por meio da análise da metodologia dos 105 artigos encontrados nas revistas e nas conferências já citadas, foi possível observar alguns elementos e estabelecer categorias, as quais serão discutidas a seguir.

Inicialmente observou-se nos artigos a disciplina e o nível de ensino em que as pesquisas foram desenvolvidas. Conforme se pode observar por meio do gráfico 1, mais de 40% das pesquisas foram desenvolvidas no ensino superior e logo em seguida vêm ensino fundamental e médio, curso técnico/formação e pós-graduação.



**Gráfico 1:** Quantidade de pesquisas em cada nível versus níveis de ensino em que as pesquisas foram desenvolvidas.

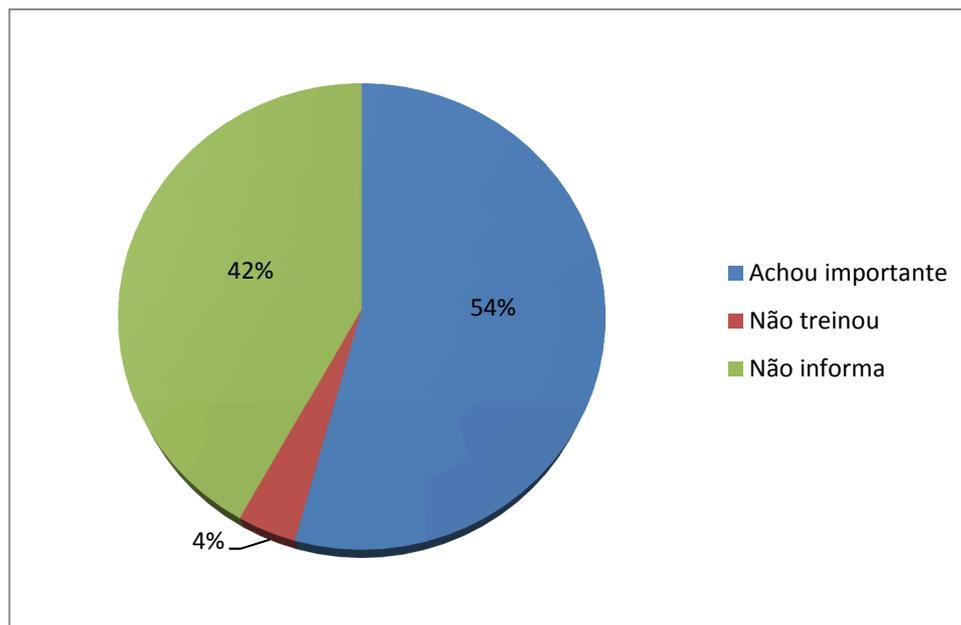
O elevado índice de trabalhos no ensino superior pode ser explicado pela maior divulgação dessa ferramenta nesse nível de ensino, onde há incentivo e disponibilidade de tempo dos docentes para realizar pesquisas, pela falta de informação dos docentes nos demais níveis, tendo em vista a pouca utilização dos MC no meio educacional, ou pela indisponibilidade de tempo dos profissionais da educação básica, que pode ser justificada pela elevada carga horária de trabalho.



**Gráfico 2:** Quantidade de pesquisas versus disciplinas do ensino fundamental e médio.

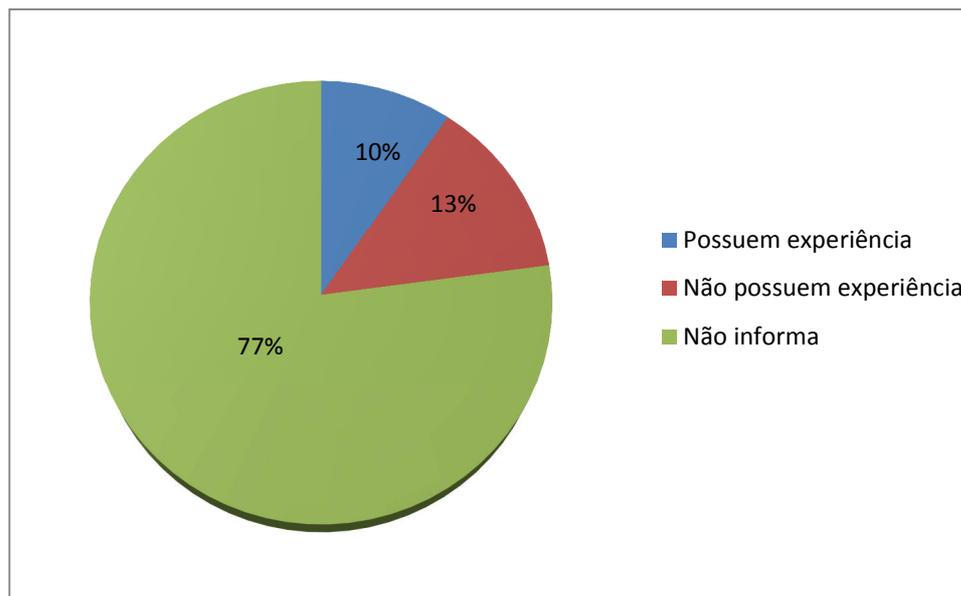
No ensino fundamental, destacaram-se as disciplinas matemática, ciências, inglês e química/física, enquanto no ensino médio as disciplinas química, física, matemática e biologia. Por meio da junção desses dois níveis de ensino pode-se observar, no gráfico 2, um predomínio das disciplinas relacionadas ao ensino de ciências (química, física e biologia), sendo as pesquisas na área da física aprofundadas posteriormente nesse trabalho.

Em se tratando da análise de pesquisas que utilizam uma ferramenta pouco conhecida, aproximadamente 54% dos trabalhos indicam que os autores acharam importante e necessário treinar os alunos na montagem dos MC, como consta no gráfico 3. É importante destacar que em apenas 4% das pesquisas os autores não treinaram os estudantes devido ao fato de eles já conhecerem a ferramenta, enquanto em 42% os autores não informaram ou não deixaram explícito, no decorrer do texto, a apresentação ou não da ferramenta aos alunos bem como seu possível treinamento para utilizá-la.



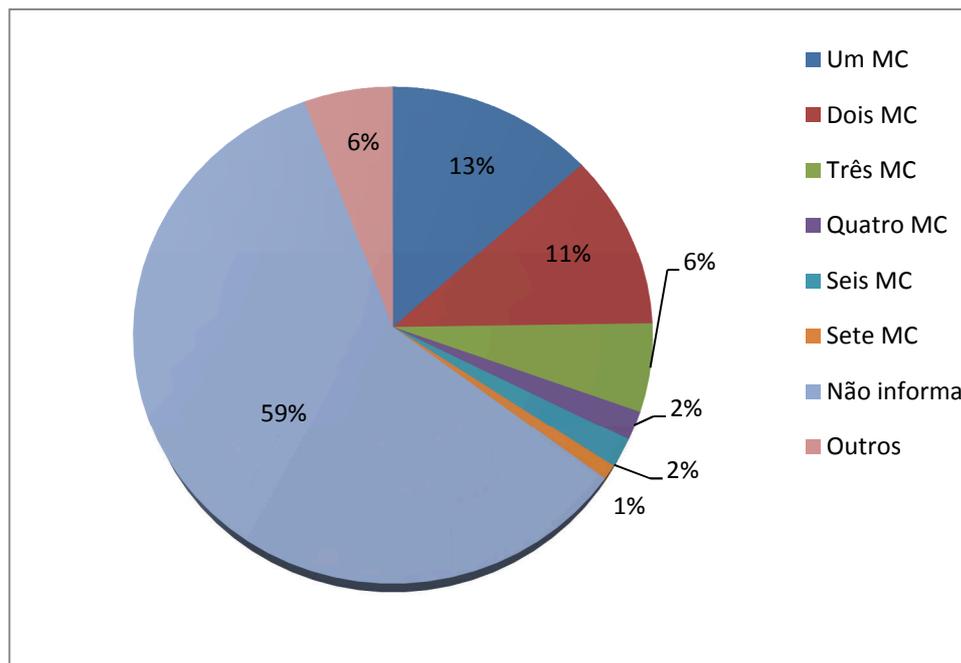
**Gráfico 3:** Porcentagem de artigos relacionados à importância de treinar os alunos para a confecção de MC.

No gráfico 4, observa-se que 10% dos autores afirmaram que os alunos possuíam experiência na montagem dos MC, 13% declararam que os alunos não tinham experiência e 77% não informaram se os alunos possuíam conhecimento de MC. Na fase de familiarização dos alunos com os MC, a maioria dos autores achou necessário que os primeiros MC dos alunos fossem elaborados a partir de um tema escolhido por eles ou quaisquer temas não relacionados aos conteúdos da disciplina. Essa metodologia foi utilizada pelos pesquisadores a fim de minimizar as dificuldades na hora da montagem da ferramenta bem como atrair o interesse dos alunos quanto ao seu uso.



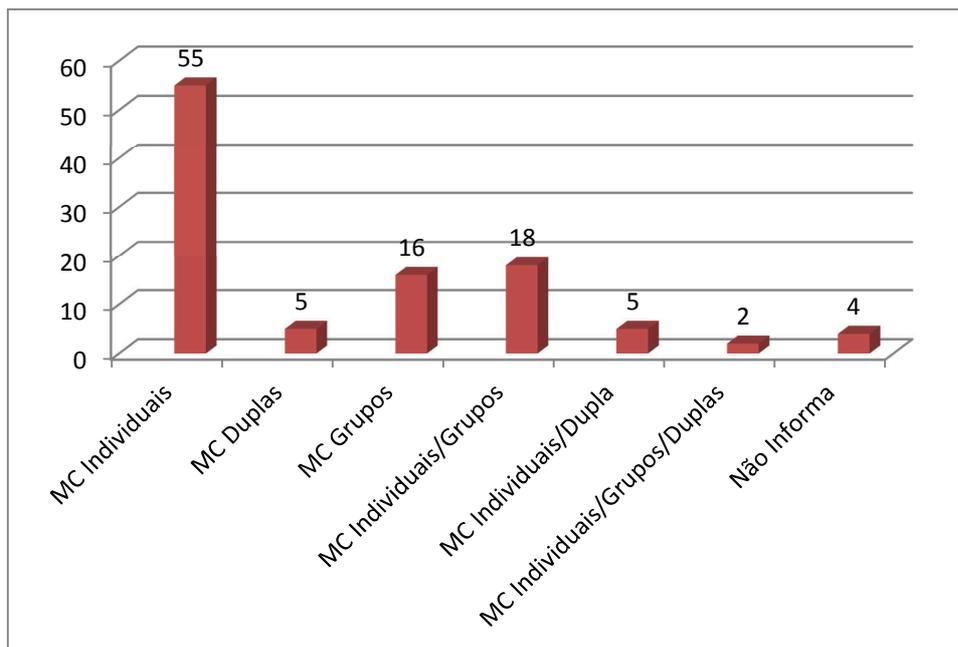
**Gráfico 4:** Porcentagem de alunos que possuíam, ou não, experiência na montagem de MC nos artigos encontrados.

Analisando as pesquisas, no gráfico 5 percebe-se que em 13% dos trabalhos (14 pesquisas) os alunos montaram, em média, apenas um MC; em 11% (12 pesquisas) montou-se dois MC; em 6% (6 pesquisas) constam três; em 2% (2 pesquisas) foram montados quatro e seis; em 1% (1 pesquisa) elaborou-se sete e em 59% não consta a quantidade de MC elaborados; enquanto em 6% (6 pesquisas) os autores não informaram a quantidade de alunos envolvidos, logo, não foi possível observar a quantidade de MC montados por cada um deles. Percebeu-se assim que o número de MC construídos pelos alunos, na maioria das pesquisas, foi reduzido tendo em vista a complexidade e necessidade de um período maior de experiência quanto ao uso dessa ferramenta, pois estudos revelam, dentre eles o de Pacheco e Damasio (2009), que o aperfeiçoamento dos alunos ocorre na proporção em que aumenta o número de MC construídos por eles, ou seja, é necessário um tempo para que os alunos se adaptem ao uso da ferramenta e conseqüentemente refinem seus MC.



**Gráfico 5:** Quantidade de MC montados pelos alunos.

A elaboração de poucos MC no desenvolvimento da maioria das pesquisas pode ser justificada, tendo em vista que eles não foram utilizados como foco principal durante toda a pesquisa e sim em alguma etapa, com a finalidade, dentre outras, de proporcionar melhor ordenação dos conceitos estabelecidos durante o processo (Petry, Lima e Lahm, 2010) e de funcionar como testes de avaliação (Moreira e Lagreca, 1998). É importante destacar que esses percentuais são referentes ao número de MC elaborados durante o desenvolvimento da pesquisa. Os MC elaborados na fase de treinamento não constam nesses percentuais.



**Gráfico 6:** Quantidade de artigos em que os MC foram montados individualmente, em grupos e/ou duplas.

A maioria dos MC foram montados individualmente, de acordo com o gráfico 6. Percebe-se que a utilização dos MC em grupos também ganhou destaque entre as pesquisas, apresentando pontos positivos e negativos. Segundo Aiziczon e Cudmani (2010), a elaboração de MC em grupo é importante no processo de interação social e para promover mudanças significativas na estrutura cognitiva dos alunos; os MC construídos respeitam as características individuais de cada componente (Gangoso,1997) e; na fase de divisão dos grupos para iniciar o trabalho, busca-se incluir no mínimo um conhecedor da estratégia para auxiliar os demais integrantes do grupo (Toigo e Moreira, 2008). Entretanto, existem pontos negativos referentes à utilização dos MC em grupos, relacionados ao não favorecimento da avaliação do nível de aprendizagem de cada aluno, uma vez que, na construção de um MC em grupo pode ocorrer a colaboração de todos os componentes ou apenas de alguns, e por isso não se pode perceber como os conhecimentos estão organizados na estrutura cognitiva de cada aluno e como cada um assimilou as informações referentes a um determinado conteúdo. Almeida e Moreira (2008) sugerem que a tarefa de construção de MC seja realizada em grupos compostos por até três alunos a fim de não comprometer a participação de todos os estudantes.

Por meio da categorização e análise da metodologia dos trabalhos encontrados nos periódicos nacionais e internacionais e nas atas das conferências,

notou-se que os autores procuraram avaliar os MC montados pelos estudantes nas pesquisas. Essa avaliação consistiu na utilização de critérios de análise de MC já existentes na literatura, no estabelecimento de novos critérios, na realização de uma análise conceitual dos MC, de uma análise temporal e de comparações dos MC dos estudantes com o do especialista. Todos esses critérios estão descritas no quadro 2.

Os critérios de análise de MC já existentes na literatura mais utilizados pelos autores estão descritos nos Anexos C (critérios propostos por Novak e Gowin, 1996), D (taxonomia topológica de Cañas et al, 2006), E (avaliação semântica Miller e Cañas, 2008) e F (análise estrutural de MC - AEMC Yoval, 2006) dessa dissertação.

**Quadro 2:** Mostra como os MC foram avaliados.

	<b>Avaliação dos MC</b>
AZCÁRATE e GARCÍA (2012)	Os MC foram avaliados por meio de comparações com o MC do especialista. <u>Novos critérios:</u> Observaram-se as hierarquias, ligações cruzadas, presença de conectores, os exemplos e a correção ou incorreção dos conceitos nos MC.
GARCIA e ARABÍ (2012)	A análise de MC consistiu na adaptação dos critérios propostos por Miller e Cañas, (2008), Iriarte (2010) e outros. Esses critérios estão relacionados com: a organização, relações entre conceitos, palavras de ligação, ligações cruzadas e recursos.
CAVALCANTI e LOURENÇO (2012)	Os MC foram avaliados de acordo com a análise estrutural de MC (AEMC) Yoval et al (2006) Onde: i) Cada MC transforma-se em uma matriz de associação na qual, a cada par de conceitos com um valor existente da relação, se atribui o valor 1; ii) As matrizes agregam-se, resultando em uma matriz final que indica o número total das relações para cada par de conceitos; iii) A adição das relações para cada conceito proporciona o número total das relações (R); iv) A razão entre as diversas relações e o número de relações possíveis indica a frequência de relações de um conceito com relação ao outro (F); v) Por meio da matriz final pode-se, com o uso da prova de Olmstead-Tukey, determinar quais dos conceitos são dominantes (alto R e alto F), constantes (baixo R e alto F), ocasionais (alto R e baixo F) e raros (baixo R e baixo F); vi) A licença da matriz final (um MC representativo para cada um dos grupos de alunos estudados) foi construída. Para isso, foram consideradas as relações presentes em pelo menos 25% de cada grupo.
CAVALCANTI e MAXIMIANO (2012)	Os MC foram avaliados de acordo com a análise estrutural (AEMC) de Yoval et al (2006), conforme se viu anteriormente.
MARTÍNEZ et al (2012)	Os MC foram analisados de acordo com os critérios propostos por Novak e Gowin (1996), que analisam as hierarquias, as relações válidas, ligações cruzadas válidas e significativas e os exemplos.
MENDONÇA e SILVEIRA (2012)	<u>Novos critérios:</u> Os MC foram analisados com base nas seguintes categorias: i) Mapa Bom (MB) - Indica uma maior aceitação do tema; ii) Mapa Regular (MR) – Indica baixa aceitação do tema ; e iii) Mapa Deficiente (MD) - Indica a falta de compreensão do tema em questão.

	Além disso, os autores analisam os MC segundo as recomendações de Novak e Gowin (1996) observando o total de conceitos, as ligações, os níveis hierárquicos, as relações entre conceitos, as ligações cruzadas e a estrutura hierárquica.
SILVEIRA, SOUSA e MENDONÇA (2012)	Os MC foram submetidos a uma análise qualitativa, (Novak e Gowin, 1996).
MERRILL (2012)	<u>Novos critérios</u> : A análise dos MC foi feita por meio das mudanças nos níveis hierárquicos e da validade dos conceitos.
VANHEAR (2012)	<u>Novos critérios</u> : A análise foi feita por meio de observações quanto ao número de conceitos e proposições dos MC dos alunos.
HARRELL et al (2012)	<u>Novos critérios</u> : O método de análise e pontuação dos MC envolve uma contagem total de proposições corretas e classifica as proposições do MC como conceitos científicos e conceitos espontâneos conforme determinado pelo consenso de quatro especialistas.
HILGER, MOREIRA e GRIEBELER (2012)	<u>Análise conceitual</u> : Os autores procuraram analisar os MC verificando se os mesmos compreendem a maioria dos conceitos abordados na PMTU - Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, além de verificar se os alunos expressam conceitos que são aceitos cientificamente na área de física quântica.
SOIKA, REISKA e MIKSER (2012)	Os MC foram avaliados por meio do Cmap Analysis (Cañas, Bunch e Reiska, 2010), que permite medir diferentes categorias: tamanho, qualidade e estrutura.
CICUTO e CORREIA (2012)	<u>Novos critérios</u> : Os MC foram avaliados de acordo com a Aviz (análise de vizinhança). A AViz utiliza o conceito obrigatório (CO) como um ponto privilegiado para analisar as proposições dos MC.
RORATTO, NOGUEIRA e KATO (2011)	<u>Análise conceitual</u> : Os autores fizeram uma análise dos MC observando a apresentação ou não de indicativos de ocorrência de aprendizagem significativa, observando a hierarquia, as ramificações, ligações cruzadas, etc. Avaliaram ainda os MC por meio de questionamentos aos alunos que os elaboraram.
AIZICZON e CUDMANI (2010)	<u>Novos critérios</u> : Análise dos MC de acordo com as seguintes categorias: correcta identificação dos núcleos conceituais fundamentais, relações significativas cientificamente corretas entre conceitos, ordenação hierárquica, MC ou seqüência linear, resolução sobre o uso de curinga e criatividade na elaboração do MC.
ALMEIDA e FONTANINI (2010)	Estabeleceram-se três categorias para comparar o mapa do especialista com o mapa dos alunos (conceitos relevantes, relações expressas adequadamente e relações que indicam poder de transferência). <u>Novos critérios</u> : Além de fazer uma análise dos MC com o intuito de sinalizar a ocorrência ou não da diferenciação progressiva, da reconciliação integrativa, dos níveis de hierarquia, etc.
CORREIA, SILVA e JUNIOR (2010)	Um procedimento comparativo, envolvendo o professor, três especialistas em mapeamento conceitual e os alunos, foi utilizado para avaliar os MC.
SILVEIRA e MILTÃO (2010)	<u>Análise conceitual</u> : Os autores observaram se os conceitos presentes nos MC apresentaram conexões lógicas, além de tentar descrever o que os alunos pensam sobre determinados temas utilizados para construção dos MC.
ÁVILA e BORGHT (2010)	<u>Novos critérios</u> : A análise dos MC foi feita de acordo com: <i>Processo de construção</i> : estilos e etapas de construção; <i>Produto topológico</i> (quantidade de conceitos, níveis de hierarquia, pontos de ramificação e número de ligações diferentes) e <i>semântico</i> (tema do MC, classe de

	proposição e relação não explícita); <i>Sequência de leitura: validação topológica</i> (relação: linhas narrativas e estrutura, elementos adicionados e elementos modificados); <i>Sequência de leitura: validação semântica</i> (classificação das proposições criadas)
MENDONÇA e MOREIRA (2010)	<u>Novos critérios:</u> Os autores procuraram analisar os conceitos que estavam presentes nos MC dos alunos, a estrutura hierárquica dos mesmos, presença de palavras de ligação, ligações cruzadas e a existência ou não de conhecimento científico entre as proposições formadas.
CAVALCANTI (2010)	Os MC foram analisados utilizando a metodologia de Análise Estrutural de MC (AEMC) Yoval (2006), conforme citado anteriormente.
VELÁSQUEZ (2010)	<u>Novos critérios:</u> Os MC foram avaliados de acordo com sua estrutura direita e as proposições verdadeiras.
DÍAZ-GRANADOS (2010)	Os MC foram avaliados de acordo com taxonomia topológica de Cañas et al (2006). Esta taxonomia consta de sete níveis (0 a 6), os quais são avaliados em cinco critérios: a) o uso de conceitos em lugar de recortes de texto; b) o estabelecimento de relações entre conceitos; c) o grau de ramificação; d) profundidade hierárquica; e e) a presença de ligações cruzadas.
MILLER et al (2010)	As ferramentas utilizadas para avaliar os MC foram a taxonomia topológica de Cañas et al (2006), conforme foi visto anteriormente, e avaliação semântica (Miller e Cañas, 2008), que avalia: 1. Conceito relevante e abrangente; 2. Proposições como unidades semânticas; 3. Proposições errôneas; 4. Proposições dinâmicas; 5. Quantidade e qualidade das ligações cruzadas; 6. Presença de ciclos.
SOIKA, REISKA e MIKSER (2010)	<u>Novos critérios:</u> Os MC foram analisados de acordo com o número de proposições e frequência com que apareciam alguns conceitos nos MC. <u>Análise temporal:</u> As análises também foram feitas por meio de comparações entre MC.
ROMANO-JR e CORREIA (2010)	<u>Novos critérios:</u> Houve uma análise das proposições dos MC em: proposições estáticas, dinâmicas causais (implícita e parcialmente explícita) e dinâmicas não causais (implícita parcialmente explícita e totalmente explícita).
RAMÍREZ (2010)	<u>Novos critérios:</u> A avaliação dos MC foi feita por meio das seguintes categorias: a) Demonstração de um processo de melhoramento ao reelaborar o MC várias vezes; b) Aproveitamento da atenção oferecida pela professora para levantar as dúvidas sobre o próprio processo; c) Estabelecimento de premissas claras e coerentes; d) Organização do MC de maneira hierárquica; e) Incorporação de conceitos e ideias relevantes para responder a pergunta; f) Estabelecimento de relações claras e coerentes entre os conceitos; g) Resposta do MC em sua totalidade à pergunta; h) Criação de relações próprias a partir das ideias gerais; i) Evidenciação da capacidade de interpretação, análise e síntese.
ASSARAF e ORION (2010)	<u>Novos critérios:</u> Os MC foram avaliados de acordo com o número de conceitos, suas ligações, sua organização dentro do mapa e a dinâmica entre eles.
KASSAB e HUSSAIN (2010)	<u>Novos critérios:</u> A análise dos MC foi feita por meio de: (1) seleção de conceitos válidos; (2) arranjo hierárquico de conceitos; (3) integração entre os conceitos; (4) relação com o contexto do problema; (5) grau de criatividade dos alunos.
CURSEU, SCHALK e SCHRUIJER	<u>Novos critérios:</u> Foram utilizados quatro indicadores nas análises dos MC: estrutura superficial do mapa; estrutura conceptual profunda do

(2010)	mapa; conectividade e diversidade do MC.
COGO et al (2009)	<u>Novos critérios:</u> Os critérios de análise foram: os conceitos apresentados estão de acordo com o tema em estudo; o mapa demonstra que o estudante compreendeu o tema proposto; o estudante expressa uma reflexão crítica; o mapa contempla a ligação entre diferentes conceitos; os verbos de ligação utilizados expressam a ação entre os conceitos a que se referem; a reflexão expressa vai além do tema em estudo; o <i>design</i> do mapa facilita sua leitura e interpretação.
GALVÃO (2009)	<u>Análise temporal:</u> Houve apenas uma análise comparativa entre MC elaborados antes e depois da realização da disciplina.
KRUMMENAUER e COSTA (2009)	<u>Análise conceitual:</u> Análise dos MC por meio das sugestões dos alunos da turma, para que assim os MC fossem corrigidos e reelaborados. <u>Análise temporal:</u> Houve também uma comparação entre MC.
MARTINS, LINHARES e REIS (2009)	<u>Novos critérios:</u> Os critérios observados nos MC foram: palavras de ligação, diferenciação progressiva, hierarquização e criatividade. Verificou-se ainda se os principais conceitos (na visão dos autores) referentes à mecânica do voo estavam presentes nos MC dos alunos. Além disso, houve a comparação dos MC dos alunos com o MC de referência.
MARTINS, VERDEAUX e SOUSA (2009)	Utilizaram-se os critérios propostos por Novak e Gowin (1996), nos quais se observaram: a) as proposições; b) a hierarquia; c) as ligações cruzadas e d) os exemplos; além utilizar o mapa do especialista.
PACHECO e DAMASIO (2009).	<u>Novos critérios:</u> Os MC foram avaliados em “I” de insuficiente, “S” suficiente e “E” excelente de acordo com as categorias: conceitos básicos, hierarquia, relação entre os conceitos e clareza do mapa para o leitor.
RAZERA, MENDES, DUARTE e BARRETTO (2009)	<u>Análise temporal:</u> Os MC construídos em dois momentos (MC <sub>i</sub> e MC <sub>f</sub> ) foram comparados de acordo com o número de conceitos repetidos.
INGEÇ (2009)	O sistema de pontuação dos MC foi adaptado do método descrito por Novak e Gowin (1996): <i>número de conceitos</i> (2 pontos para cada conceito relevante), <i>hierarquia</i> (10 pontos para a colocação de conceitos de acordo com o grau de relevância), <i>precisão</i> (2 pontos para cada proposição verdadeira), <i>clareza</i> (2 pontos para cada proposição aberta) e <i>direção de proposições</i> (2 pontos para as proposições que são compreendidas na direção traçada).
SEGALÁS, FERRER-BALAS e MULDER (2008)	<u>Novos critérios:</u> Foi feita uma análise dos MC de acordo com número de conceitos por categoria e número de ligações entre categorias. Categoria 1. Aspectos ambientais; Categoria 2. Escassez de recursos; Categoria 3. Impacto social; Categoria 4. Aspectos culturais e Valores; Categoria 5. Gerações futuras; Categoria 6. Desequilíbrios; Categoria 7. Tecnologia; Categoria 8. Aspectos econômicos; Categoria 9. Aspectos de educação; Categoria 10. Atores e partes interessadas.
ALMEIDA e MOREIRA (2008)	<u>Novos critérios:</u> Foi possível categorizar os MC em: A- MC com várias relações de significados e conectores identificados; B- MC com várias relações de significados sem identificação nos conectores; C- MC superficiais.
NUNES e PINO (2008)	Analisa os MC de acordo com a proposta de Nicoll et al (2001) e examina as conexões entre conceitos, em dois aspectos: O primeiro aspecto classifica as conexões quanto à utilidade, dividindo-as em três categorias: incorretas, incompletas e úteis. O segundo aspecto classifica as conexões previamente caracterizadas como úteis em três categorias: a) exemplo; b) fato fundamental; c) indica uma conexão que é explicada

	por outra conexão.
TOIGO e MOREIRA (2008)	Os critérios de pontuação baseiam-se nos critérios de classificação propostos por Novak e Gowin (1996), além da análise da estrutura geral do MC e de sua apresentação oral feita pelos alunos.
DUNKER, MAGNTORN e HELLDÉN (2008)	<u>Novos critérios:</u> Os autores afirmam que realizaram um diagnóstico dos MC por meio da análise das proposições e dos conceitos que foram classificados em nove categorias: conceitos científicos, percepção sensível, destruição e periculosidade, descrição dos fenômenos, experiência própria, dimensões estéticas, instituição de bombeiros, associação de palavras e dimensão histórica.
GERSTNER e BOGNER (2008)	<u>Novos critérios:</u> A análise dos MC foi feita por meio da análise da quantidade de conexões que foram feitas de forma autônoma dentro de cada conceito do MC.
SCHAAL, (2008)	Para a análise dos MC, foi utilizado o MaNet (Marescom, 2006), software para avaliação de MC. As análises com esse software consideram os atributos estruturais e as correspondências com o MC do especialista.
MENDIA e GARCÍA (2008)	<u>Novos critérios:</u> A análise dos MC foi feita por meio de indicadores de aprendizagem significativa: “Há diferenciação clara entre os conceitos e frases de ligação?”; “A maioria dos conceitos é utilizado?”; “Há tendência de queda nas proposições errôneas?”; “Há coerência na organização hierárquica dos conceitos em termos de sua inclusão?”; “O conceito mais abrangente é identificado?”; “Exemplos de superordenação de um conceito inclusivo, diferenciação progressiva entre conceitos inclusivos, relações lineares entre os conceitos são menos aplicadas ou totalmente ausentes?” e “Há inúmeras ligações cruzadas revelando alto nível de reconciliações integrativas?”. Além disso, os MC dos alunos foram comparados ao elaborado por um especialista.
SOARES e CUNHA (2008)	Para a análise dos MC construídos pelos alunos, uma escala de três taxas foi usada: fraco, aceitável e bom. Foi baseada em características sugeridas por diversos pesquisadores: Novak e Gowin (1996) e Mintzes, Wandersee e Novak (2000). As características foram: Organização hierárquica de conceitos; estrutura linear versus ramificada; número de conceitos adequadamente conectados; palavras de ligação e ligações cruzadas.
HENNO e REISKA (2008)	<u>Novos critérios:</u> Os autores avaliaram os MC por meio da quantidade de conceitos relacionados ao tema estudado, observando a ocorrência de palavras de ligação entre dois conceitos, a validade ou invalidez das proposições e a presença da lista de conceitos e proposições significativas do livro de biologia.
ÅHLBERG e AHORANTA (2008)	<u>Novos critérios:</u> A análise dos MC foi feita observando a existência de uma hierarquia adequada e a quantidade de conceitos e proposições relevantes. O MC do especialista foi montado como referência.
LEMONS, MOREIRA e MENDONÇA (2008)	<u>Novos critérios:</u> A análise verificou a natureza das relações hierárquicas, a lista dos conceitos e sua organização nas seguintes categorias: Classificação; origem (data); família (ascendentes e descendentes); funções vitais; estrutura corporal; temperatura; habitat e exemplos.
DAHNCKE e REISKA (2008)	O processo de avaliação dos MC foi realizado por meio dos seguintes programas: <i>Programa de entrada</i> , que produz a lista de conceitos e proposições (matriz adjacente) para as redes; <i>Programa intercalado</i> , que elabora os arquivos para Gradap (fase preliminar do CMVARI) e CMVARI (programa de análise gráfica); <i>Programa GRADAP</i> , que

	calcula as variáveis definidas e as teorias gráficas; <i>Programa CMVARI</i> , que calcula as variáveis que nós definimos e produz uma lista completa de variáveis e Programa SPSS Excel, utilizado para as novas estatísticas e para ilustrar os resultados.
BROGGY e MCCLELLAND (2008)	<u>Novos critérios</u> : Neste estudo o sistema de pontuação é focado no grau de precisão das relações descritas em cada proposição. Os MC foram analisados usando o MC do especialista.
YOVAL et al (2008)	Os MC foram analisados por meio da análise estrutural de MC (AEMC - Yoval et al (2006) e por meio da taxonomia topológica de Cañas et al (2006) que consta de sete níveis (0 a 6), os quais são avaliados em cinco critérios: a) o uso de conceitos em vez de recortes de texto; b) o estabelecimento de relações entre conceitos; c) o grau de ramificação; d) profundidade hierárquica; e e) a presença de ligações cruzadas. O MC do especialista foi montado para que fosse feita a comparação com o MC dos alunos.
VENÂNCIO e KATO (2008)	A análise dos MC foi realizada por meio de critérios propostos por Peña (2005): a hierarquização dos conceitos, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, além de sugerir uma análise quanto às proposições existentes nos MC.
FILHO (2007)	<u>Análise conceitual</u> : Houve apenas uma discussão dos conceitos que estavam presentes nos MC dos alunos, verificando se estavam corretos ou incorretos. <u>Análise temporal</u> : Comparam-se MC criados pelos alunos em diferentes momentos.
MASSONI e MOREIRA (2007)	<u>Análise conceitual</u> : Os autores discutem os conceitos dos MC referentes aos conteúdos trabalhados.
MENDONÇA, SILVA e PALMERO (2007)	<u>Análise conceitual</u> : Os autores analisam alguns elementos dos MC, como os conceitos, as palavras de ligação, a estrutura, hierarquização, etc.
RUIZ-MORENO et al (2007)	<u>Novos critérios</u> : Foram utilizados os seguintes critérios: conceitos (quantidade e qualidade de conceitos apresentados e níveis de hierarquia conceitual); inter-relações entre conceitos (linhas de entrecruzamento, número de palavras de enlace e proposições com significado lógico); estrutura do mapa sequencial ou em rede e presença de relações cruzadas.
SILVA e SOUSA (2007)	<u>Novos critérios</u> : Os critérios foram relacionados à estrutura do MC, hierarquia conceitual do mapa, às relações apresentadas entre os conceitos, à formação de proposições entre os conceitos, reconciliação integrativa e diferenciação progressiva. Utilizou-se, ainda, um mapa de referência sobre o tema escolhido.
REZENDE, GARCIA e COLA (2006)	Os critérios de pontuação baseiam-se nos critérios de classificação propostos por Novak e Gowin (1996). <u>Análise temporal</u> : Comparam-se os MC criados pelo mesmo aluno em diferentes momentos.
EDURNE ARANTZA (2006)	<u>Novos critérios</u> : Algumas categorias foram observadas para analisar os MC e verificar se houve aprendizagem significativa: Diferenciação clara entre conceitos e palavras de ligação; direcionalidade nas relações entre conceitos; utilização da maioria dos conceitos; diminuição de proposições erradas; organização hierárquica coerente do ponto de vista da natureza inclusiva dos conceitos; aparições de exemplos de superordenação em algum conceito de natureza inclusiva; complexidade na diferenciação progressiva dos conceitos mais inclusivos; pouca ou

	<p>nenhuma ocorrência de relações lineares entre conceitos; numerosas aparições de enlaces cruzados reveladores de reconciliações integrativas de qualidade.</p> <p><u>Análise temporal</u>: Compararam-se MC elaborados antes e depois da instrução.</p>
ÁÑEZ, FERRER e VELAZCO (2006)	<p><u>Análise temporal</u>: Houve uma comparação de MC iniciais e finais verificando se houve ou não avanço por meio da observação de proposições válidas, hierarquização do MC, relações cruzadas e exemplos concretos.</p>
IRAIZOZ-SANZOL e GONZÁLEZ-GARCÍA (2006)	<p><u>Novos critérios</u>: Os autores observam se os conceitos presentes nos textos estão ligados erroneamente, se a estrutura do MC é linear e se há ligações cruzadas.</p>
PÉREZ RODRÍGUEZ et al (2006)	<p><u>Análise conceitual</u>: Foram sugeridas por alunos e professores as mudanças com relação aos conceitos e palavras de ligação empregadas incorretamente nos MC dos colegas.</p>
RAMÍREZ, BARRIGA e ZÁRATE (2006)	<p>A avaliação dos MC foi feita com base nos critérios de pontuação estabelecidos por Novak e Gowin (1996): Não fez o MC ou fez outra representação gráfica (Pontuação 0 pontos); MC com níveis incipientes (Pontuação de 1-7); MC de desenvolvimento intermédio (Pontuação de 8 a 15 pontos); MC avançados (Pontuação de 16-20 pontos).</p> <p>Além disso, compararam-se os MC dos alunos com o MC do especialista.</p>
CAÑAS et al (2006)	<p>Os MC foram avaliados de acordo com a taxonomia topológica de Cañas et al (2006) que consta de sete níveis (0 a 6), os quais são avaliados em cinco critérios: a) o uso de conceitos em vez de recortes de texto; b) o estabelecimento de relações entre conceitos; c) o grau de ramificação; d) a profundidade hierárquica; e e) a presença de ligações cruzadas.</p>
BONASTRE e PINA (2006)	<p>Foi aplicado um método de avaliação de MC (Novak, 1990) com base na estrutura e nos componentes da MC. Esse sistema atribui as seguintes pontuações: 1 ponto para cada proposição válida, 5 para cada nível de hierarquia, 1 para cada ramificação, 10 por cada ligação cruzada e 1 por cada especificação de exemplo.</p>
POVEDA, SANZOL e ONECA (2006)	<p><u>Novos critérios</u>: Os MC foram avaliados de acordo com a utilização de conceitos propostos, o número e qualidade das ligações, a ordenação hierárquica de conceitos, e o número e a qualidade das ligações cruzadas.</p>
SOARES e VALADARES (2006)	<p>Fez-se uma análise baseada na indicação de outros autores (Novak e Gowin, 1996) e a classificaram-se em fraco, aceitável e bom os seguintes fatores: hierarquização dos conceitos; estrutura linear versus ramificada; relativo número de conceitos adequadamente conectados; palavras de ligação e as ligações cruzadas.</p>
DALEY et al (2006)	<p>Os MC foram pontuados de acordo com os critérios propostos por Novak e Gowin (1996), conforme citado anteriormente por outros autores. Além disso, pontos foram concedidos para a subsunção de conceitos de ordem inferior sobre conceitos de ordem superior, a diferenciação progressiva de conceitos e a reconciliação integrativa. Com base na fórmula de pontuação, os estudantes receberam pontos para a criação de vínculos proposicionais e para a análise e síntese de conceitos em seus MC.</p>
ONECA, SANZOL e POVEDA (2006)	<p>A avaliação dos MC foi realizada com base em dois critérios (González, Morón &amp; Novak, 2001): a) Uso de conceitos propostos. b) Disposição e hierarquia dos conceitos utilizados.</p>

	<u>Análise temporal</u> : Os autores fizeram comparações com relação à quantidade de conceitos presentes nos MC iniciais e finais.
AZEVEDO e LANDO (2006)	<u>Análise temporal</u> : Análise de conceitos e frases de ligação por meio da comparação entre três MC montados pelos alunos em momentos distintos.
STODDART (2006)	<u>Novos critérios</u> : Os MC foram analisados de acordo com os seguintes critérios: 1 número total de proposições; 2 precisão científica e 3 profundidade da explicação.
IULI e HIMANGSHU (2006)	<u>Novos critérios</u> : Foi avaliada a qualidade dos MC individuais dos alunos com base em critérios qualitativos, a fim de avaliar as alterações no conteúdo, precisão, profundidade de compreensão e organização de conhecimento do início ao fim de cada curso. Houve também uma comparação dos MC montados pelos alunos com o MC do especialista a fim de avaliar a mudança na compreensão conceitual do aluno em relação à organização do conhecimento do especialista.
SAMAWI (2006)	Os MC foram avaliados de acordo com os critérios propostos por Novak e Gowin (1996).
RODRIGUEZ (2006)	A análise quantitativa dos mapas de conceito consiste em realizar testes dependentes de cada conjunto na sequência de uma abordagem semelhante à utilizada por Zeilik et al. (1997) e muitos outros.
ASSARAF e ORION (2005)	<u>Novos critérios</u> : Os MC foram avaliados levando-se em consideração a dimensão dentro dos MC: 1. Número de conceitos; 2. Número de ligações; 3. Relação com a hidrosfera; 4. Relação com a atmosfera; 5. Relação com a geosfera; 6. Relação com a biosfera; 7. As atividades humanas; 8. Número de processos; 9. Variedade de processos; 10. Conceito relacionado com mais de dois conceitos; 11. Número de frases chave; 12. Valor dinâmico; 13. Valor cíclico.
YIN et al (2005)	<u>Novos critérios</u> : A pontuação dos MC foi feita por meio da pontuação das proposições individuais que foram registradas com uma escala de 0-3: 0 para proposições incorretas ou cientificamente irrelevantes; 1 para proposições parcialmente incorretas; 2 para proposições corretas mas cientificamente finas e 3 para proposições corretas e cientificamente indicadas. O autor também fez uma análise da estrutura dos MC em simples e complexas.
ARÁNGUIZ, BERRAONDO E TORRE (2004)	<u>Análise conceitual</u> : Observou-se se os conceitos estavam de acordo com os conteúdos da unidade temática.
MARÍA e IRMA (2004)	<u>Análise conceitual</u> : Os autores discutem os elementos e as características dos MC e comparam os elaborados pelos alunos com o do especialista.
NAVARRO-CLEMENTE, DOMÍNGUEZ-PÉREZ e ORTIZ-ESQUIVEL (2004)	<u>Novos critérios</u> : Utilizou-se como critério a aproximação com a definição de "soluções", o número de termos que foram considerados relacionados com o conceito central e o uso de interconexões adequadas. Registraram-se as construções alternativas mais frequentes e um MC foi construído por um especialista. <u>Análise temporal</u> : Compararam-se MC no início e no final do curso.
HUGO CHROBAK (2004)	Os alunos fizeram a análise dos MC por meio da comparação com os elaborados pelo especialista.
ARBEA e CAMPO (2004)	<u>Novos critérios</u> : Os critérios utilizados foram a utilização de todos os conceitos; a diminuição de proposições errôneas; a organização hierárquica dos conceitos, identificando os conceitos mais inclusivos; a apresentação de uma complexa diferenciação progressiva nos conceitos mais inclusivos; a aparição de poucas relações lineares entre conceitos;

	<p>aparções numerosas de relações cruzadas reveladoras de reconciliações integrativas.</p> <p>Além disso, houve uma comparação dos MC dos alunos com o do especialista.</p>
IRAIZO (2004)	<p><u>Novos critérios:</u> Os critérios utilizados para a análise dos MC foram: utilização de conceitos; diferenciação de conceitos/termos de ligação; níveis hierárquicos definidos; número e qualidade das proposições; presença de sequências lineares; ordenação do geral ao específico; ligações cruzadas, etc.</p> <p><u>Análise temporal:</u> Além disso, os autores fazem a análise dos conceitos dos MC por meio da comparação entre MC iniciais e finais.</p>
DALEY (2004)	Os MC foram avaliados de acordo com os critérios propostos por Novak e Gowin (1996).
GOUVEIA e VALADARES (2004)	<u>Análise conceitual:</u> Foi observado se os conceitos sobre reações ácido-base estavam corretamente empregados.
YOVAL et al (2004)	A análise dos MC foi realizada ao observar-se se a informação fornecida por cada MC gerou uma matriz de associação; se as associações de palavras entre as matrizes de cada setor educativo foram quantificadas; se se calcularam as frequências de associação tomando como base a matriz gerada por cada setor; se se aplicaram as provas de $\chi^2$ ( $\chi$ quadrado) entre as frequências de associação dos diferentes setores; se se utilizou a prova de associação Olmstead –Tukey para determinar conceitos dominantes, conceitos ocasionais, conceitos constantes e conceitos raros e se se levou em conta a hierarquia dos conceitos na estrutura dos MC.
ALI e ISMAIL (2004)	O sistema de pontuação utilizado foi adaptado de Wallace & Mintzes (1990). De acordo com ele, a pontuação é feita com base nos critérios estabelecidos para cada um dos componentes. 30% é atribuído aos níveis de hierarquia dos MC, 5% para a inclusão completa dos tópicos, 5% para a proposição correta, 30% para a correta e apropriada habilidade em cada tema de ciências e 30% para os termos científicos corretos e adequados e valores nobres associados com o tema.
BESTERFIELD-SACRE et al (2004)	Os MC foram avaliados de acordo com os critérios propostos por Novak e Gowin (1996). Os autores utilizaram uma métrica holística (concebida por dois professores especialistas) para marcar a qualidade de cada MC. Essa métrica envolve a contagem de três atributos no MC: conceitos, hierarquias e ligações cruzadas.
CONCEIÇÃO e VALADARES (2002)	<u>Análise conceitual:</u> Verificou-se se os conceitos e as palavras de ligação dos MC estavam corretas, se havia palavras de ligação em todas as proposições, se os alunos tiveram dificuldades em hierarquizar os conceitos, etc.
JACOBS-LAWSON e HERSHEY (2002)	<u>Novos critérios:</u> Os MC foram comparados e analisados, levando em consideração: (a) o número de conceitos representados, (b) o número de níveis hierárquicos representados, (c) o número de conceitos contidos em cada um dos níveis hierárquicos (1 e 2) e (d) o número de ligações cruzadas.
ODOM e KELLY (2001)	Os MC foram avaliados seguindo procedimentos semelhantes aos sugeridos por Novak e Gowin (1996).
RUIZ-PRIMO, (2000)	<u>Novos critérios:</u> Para explicar a variação na qualidade da proposição foram classificadas as proposições de cada MC em uma das cinco categorias: <i>excelente</i> (mostra uma profunda compreensão da relação entre dois conceitos), <i>boa</i> (mostra um bom entendimento da relação entre dois conceitos), <i>ruim</i> (mostra compreensão parcial da relação

	entre dois conceitos), <i>não relevantes</i> (não mostra compreensão da relação entre dois conceitos) e <i>imprecisas e inválidas</i> (proposição incorreta).
ANDERSON, LUCAS e GINNS (2000)	<u>Novos critérios</u> : Observaram-se, nos MC dos alunos, casos em que houvesse algumas ou muitas ligações entre os conceitos, se esses se referiam a concepções científicas ou alternativas. A avaliação baseou-se também em questionamentos feitos pelo professor.
STODDART et al, 2000	<u>Novos critérios</u> : O estudo faz uma análise das proposições de acordo com a <i>Precisão</i> (cientificamente precisas, de conhecimento comum, imprecisa e afetiva); <i>Profundidade da explicação</i> (descritiva e explicação de ordem superior); <i>Complexidade</i> (simples e composta).
STRUCHINER, VIEIRA e RICCIARDI (1999)	Os critérios de pontuação baseiam-se nos critérios de classificação propostos por Novak e Gowin (1996) e definem mais cinco categorias: dificuldades na construção do mapa; organização do pensamento; erros de conceituação; abrangência da temática; representações sobre a prática profissional e influência do currículo.
MCCLURE, SONAK e SUEN (1999)	<u>Novos critérios</u> : Os MC foram avaliados por meio de seis métodos de avaliação: a) holística; b) holística com o MC do especialista; c) relações; d) relações com o MC do especialista; e) estrutura; f) estrutura com o MC do especialista. Além disso, houve a utilização do método de pontuação estrutural adaptado a partir de um método descrito por Novak e Gowin (1996). O MC do especialista foi montado para servir de guia na aplicação dos critérios de pontuação mencionados anteriormente.
MOREIRA e LAGRECA (1998)	<u>Análise conceitual</u> : Os MC foram avaliados qualitativamente, observando-se se elegiam conceitos ou se eram colocados arbitrariamente, se havia hierarquização conceitual e como eram feitas as ligações (conectivos) entre os conceitos (palavras, frases, fórmulas).
RICE, RYAN e SAMSON (1998)	<u>Novos critérios</u> : Os MC dos alunos foram classificados em categorias A, B e C, recebendo uma pontuação de acordo com a qualidade da informação/conceitos presentes nas proposições.
MARKOW e LONNING (1998)	Os MC foram pontuados de acordo com os procedimentos de Novak e Gowin (1996).
JONES, RUA e CARTER (1998)	Os MC foram avaliados por meio de uma versão modificada do método de Novak e Gowin (1996): exemplos (1 ponto), relações (1 ponto), hierarquias (5 pontos) e ligações cruzadas (10 pontos).
WILLIAMS (1998)	<u>Novos critérios</u> : Os autores afirmaram ter realizado uma análise qualitativa por meio da análise dos conceitos e proposições dos MC e de comparações entre os MC de dois grupos participantes da pesquisa (alunos e professores especialistas).
GANGOSO (1997)	<u>Análise conceitual</u> : Os MC foram analisados de acordo com as dimensões e relações entre os conceitos e com a qualificação desses em bons e ruins.
PEARSALL, SKIPPER e MINTZES (1997)	Os MC foram avaliados por meio da técnica de Novak e Gowin (1996), porém de forma simplificada por Markham, Mintzes e Jones (1994). Um ponto foi dado para cada conceito, para cada relação, e para a primeira instância de ramificação; três pontos foram dados para cada instância adicional de ramificação; cinco pontos para cada nível hierárquico e 10 pontos para cada ligação cruzada.

CASTIÑEIRAS et al (1996)	Novos critérios: Os MC foram analisados de acordo com as relações entre conceitos. As proposições foram classificadas em microscópicas e macroscópicas, ambas nas categorias aceitável ou alternativa em relação ao modelo de partículas e houve comparações com o mapa do especialista.
BEYERBACH (1988)	Novos critérios: Os seguintes critérios foram observados nos MC: 1) Ítems pontuados (indicando o grau de diferenciação); 2) Níveis pontuados (indicando grau de organização hierárquica); 3) Similaridade para pontuação do grupo (indicando o consenso do grupo); 4) Similaridade com a pontuação do instrutor (indicando o número de entradas idênticas às entradas no mapa do instrutor); 5) Fluxos de itens similares aos do instrutor (indicando o número de fluxos de itens similares aos do MC do instrutor).

Os critérios de análise de MC propostos por Novak e Gowin (1996) foram bastante utilizados, um total de 20 trabalhos, entre as diversas pesquisas de nível nacional e internacional, conforme pode ser observado no quadro 2. Por meio desse critério é possível analisar: a) proposições; b) a hierarquia; c) as ligações cruzadas e d) os exemplos. Dentre essas pesquisas citamos a de Martínez et al (2012), Silveira, Sousa e Mendonça (2012), Toigo e Moreira (2008), Ingeç (2009), Rezende, Garcia e Cola (2006) e Daley (2004). Observando esses critérios é possível atribuir uma determinada pontuação aos MC dos alunos: Proposições (1 ponto por cada proposição válida e significativa que apareça), hierarquia (5 pontos por cada nível hierárquico válido), ligações cruzadas (10 pontos por cada relação cruzada que seja simultaneamente válida e significativa e 2 pontos por cada relação cruzada que seja válida mas que não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições ou conceitos relacionados) e exemplos (cada acontecimento ou objeto concretos que seja exemplo válido do que designam os termos conceituais pode valer 1 ponto). Além da utilização dos critérios propostos por Novak e Gowin (1996), houve a análise dos MC de acordo com a proposta de outros pesquisadores presentes na literatura: Novak (1990), Wallace e Mintzes (1990), Markham, Mintzes e Jones (1994), Zeilik et al (1997), Mintzes, Wandersee e Novak (2000), Nicoll et al (2001), González, Morón e Novak (2001), Peña (2005), Yoval et al (2006) e Iriarte (2010).

Em parte dessas pesquisas, um total de 19 trabalhos, o MC de referência/especialista foi elaborado pelo professor contendo os conceitos considerados importantes pelos pesquisadores e a partir dele foram feitas as comparações com os MC dos alunos. Além das análises qualitativas que podem ser realizadas entre os MC do especialista e o dos alunos, Novak e Gowin (1996) sugerem que se pode construir e pontuar um MC que sirva de referência para o

material que se vai representar nos MC. Depois, dividem-se os pontos dos alunos pela pontuação obtida para esse MC de referência, obtendo-se, desse modo, uma porcentagem que serve de comparação. Segundo eles, alguns alunos podem ter melhor classificação que o MC de referência, recebendo assim uma pontuação superior a 100%.

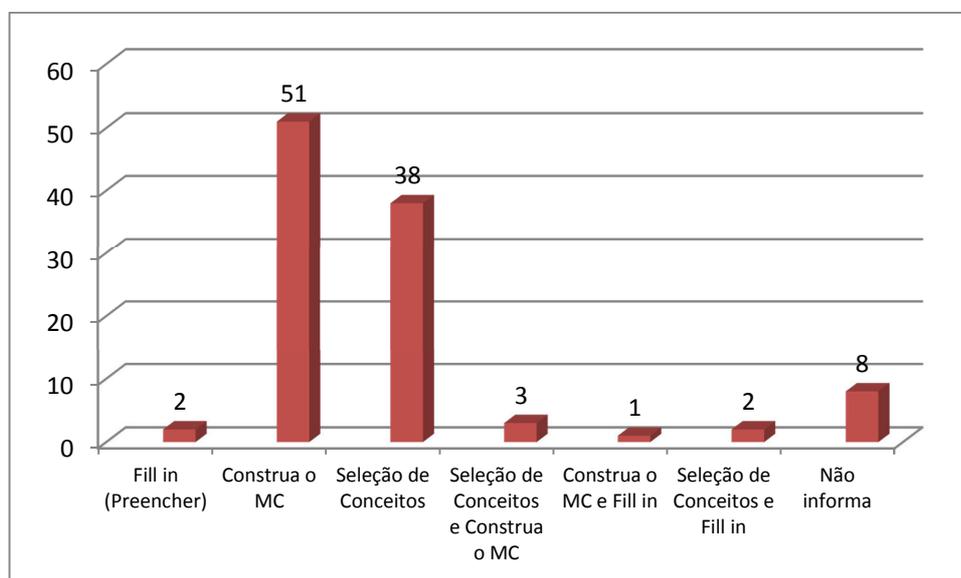
A análise conceitual dos MC, realizada pelos autores de alguns trabalhos do quadro 2, foi feita sem o estabelecimento de categorias ou critérios. Os autores observaram, nessa análise, entre outros elementos, se os conceitos presentes nos MC estavam corretos, se estavam relacionados com os conteúdos trabalhados em aula ou com uma determinada teoria e se formavam proposições lógicas. Além disso, as análises foram feitas, em parte dos trabalhos, por meio de apresentações dos MC pelos alunos, gerando momentos de interatividade e discussão. Após as apresentações dos MC, eram sugeridas algumas correções por parte dos colegas e do professor, que deveriam ser feitas nos próprios MC.

A análise dos MC por meio de novos critérios, conforme especificado no quadro 2, procurou evidências de aprendizagem significativa. Assim, buscou-se uma análise direta com relação à correção ou incorreção dos conceitos nas proposições, da quantidade e qualidade dos conceitos, dos níveis de hierarquia, da presença de ligações cruzadas, da diferenciação progressiva, da reconciliação integrativa, da estrutura dos MC, da presença de palavras de ligação em todas as proposições, entre outras categorias.

Foi possível observar também em 12 artigos que os autores realizaram uma análise temporal. Essa análise consiste em realizar comparações entre MC construídos em momentos distintos com o objetivo de verificar a evolução do conhecimento dos estudantes com relação a determinados conteúdos e técnicas de ensino trabalhados em sala de aula. Dentre esses artigos, destacam-se Iraizo (2004), Azevedo e Lando (2006), Oneca, Sanzol e Poveda (2006), Añez, Ferrer e Velazco (2006), Filho (2007), Razera, Mendes, Duarte e Barretto (2009), Galvão (2009).

Foi percebida, por meio da leitura dos artigos, a utilização de uma ou mais técnicas na fase de construção dos MC dentre as presentes na literatura (Ruiz-Primo, 2000). Essas técnicas são conhecidas como “Construa o MC = C-MAP”, “Fill in (Preencha o MC) = F-MAP”, “Seleção de conceitos = S-MAP” e “Seleção de

conceitos/Fill in = S F-MAP”. Após a análise dos artigos, notou-se que apenas três, dentre as quatro técnicas, foram utilizadas pelos autores conforme pode ser observado no gráfico 7.



**Gráfico 7:** Quantidade de MC versus tipo de construção dos MC (Por meio de seleção de Conceitos (S-MAP), Fill in (F-MAP) ou Construa o MC (C-MAP)).

Pode-se observar que grande parte das pesquisas utilizou a técnica “C-MAP” para sua elaboração. Nessa técnica, os MC eram elaborados: a partir de uma questão foco referente ou não aos conteúdos ensinados, a partir dos conteúdos já vistos na disciplina ou das concepções prévias dos alunos sobre determinado assunto. Não havia um direcionamento quanto aos conceitos que deveriam constar nos MC, os alunos abordavam em seus MC os conceitos que julgavam importantes.

A segunda técnica mais utilizada na montagem dos MC foi a “S-MAP”, em que os alunos deveriam montar seus MC abrangendo conceitos pré-estabelecidos e selecionados pelo professor.

A técnica “F-MAP” não foi utilizada em pesquisas de nível nacional, apenas no âmbito internacional. Ela consiste em preencher um MC que já contém alguns conceitos e palavras de ligação.

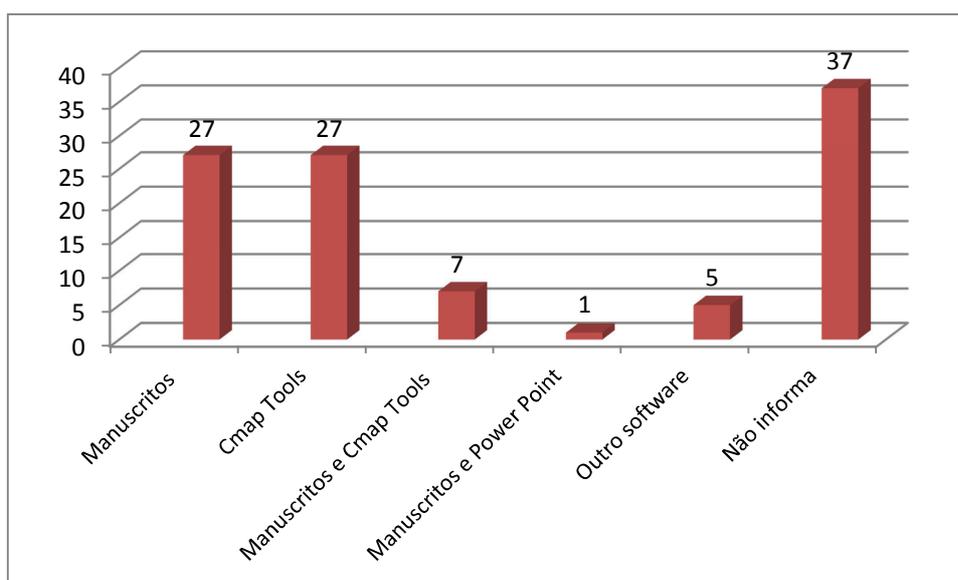
Já a técnica “S F-MAP”, que não foi utilizada em nenhuma das pesquisas, consiste em selecionar uma lista de conceitos que servirá posteriormente para preencher um MC.

É importante esclarecer que alguns autores utilizaram mais de uma técnica para construção dos MC, conforme se pode observar no gráfico 7. Por

exemplo, em uma pesquisa, um MC foi montado com a técnica S-MAP e outro com a técnica C-MAP, já que em algumas delas foram construídos mais de um MC.

Destaca-se que cada técnica pode ser utilizada de acordo com o objetivo de cada avaliação e com o grau de familiaridade do aluno com a ferramenta MC. Por exemplo, a técnica F-MAP e S F-MAP, apesar de limitar o aluno quanto à organização dos conceitos, pode ser útil na fase inicial, onde os alunos ainda estão se familiarizando com os MC. Quando já tiverem um bom conhecimento da ferramenta pode-se solicitar que os mesmos elaborem MC por meio da técnica C-MAP ou S-MAP, a fim de obter melhores resultados após a avaliação dos MC.

A elaboração desses MC era manuscrita, nos softwares *power point*, *Cmap Tools* ou em outros (*Inspiration*, *CCMap* e *LiveMappers*), ver gráfico 8. Os trabalhos que elaboraram MC manuscritos e no *Cmap Tools* geralmente utilizaram apenas lápis e papel no princípio, pois era a fase de familiarização com a ferramenta, para uma posterior utilização do *software*.



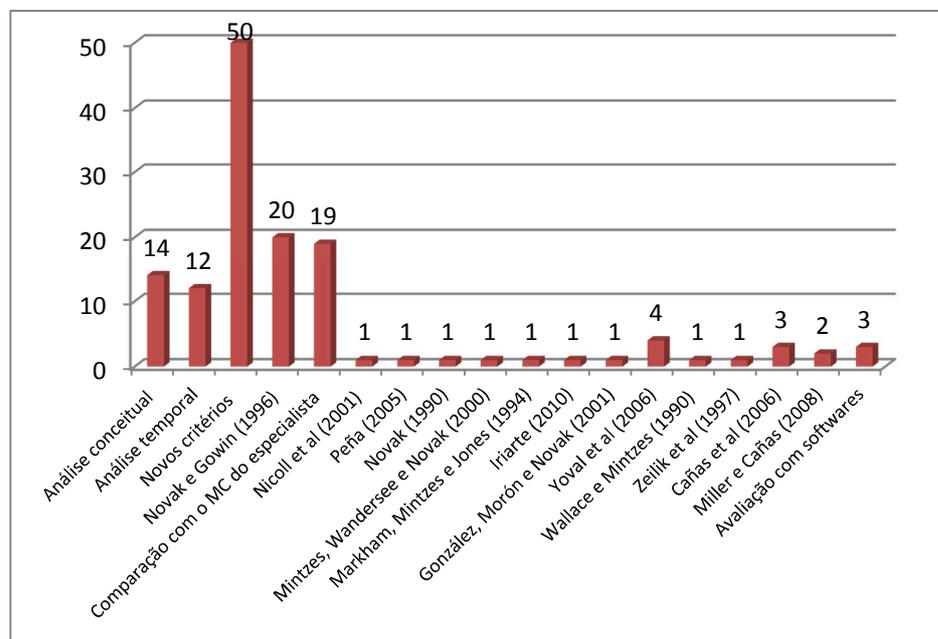
**Gráfico 8:** Quantidade de artigos versus tipo de montagem do MC.

Sintetizando o quadro 2, que mostra os critérios utilizados pelos autores para avaliar os MC dos alunos, destacam-se os seguintes critérios:

- Análise conceitual;
- Análise temporal;
- Novos critérios propostos pelos autores;
- Critérios propostos por Novak e Gowin (1996);
- Comparação dos MC dos alunos com o MC do especialista;

- Critérios propostos por Nicoll et al (2001);
- Critérios propostos por Peña (2005);
- Critérios propostos por Novak (1990);
- Critérios propostos por Mintzes, Wandersee e Novak (2000);
- Critérios propostos por Markham, Mintzes e Jones (1994);
- Critérios propostos por Iriarte (2010);
- Critérios propostos por González, Morón e Novak (2001);
- Critérios propostos por Yoval et al (2006);
- Critérios propostos por Wallace e Mintzes (1990);
- Critérios propostos por Zeilik et al (1997);
- Critérios propostos por Cañas et al (2006) - taxonomia topológica;
- Critérios propostos por Miller e Cañas (2008) - avaliação semântica;
- Software Cmap Analysis, Cañas, Bunch e Reiska (2006);
- Software CMVARI, Reiska (1997);
- Software MaNet 1.6, Marescom (2010).

O gráfico 9 mostra, de forma sintética, os critérios utilizados para análise dos MC e o número de artigos em que esses critérios foram utilizados.



**Gráfico 9:** Quantidade de artigos versus critérios utilizados para análise dos MC.

Foram inúmeras as formas utilizadas para avaliar os MC dos alunos, pois cada autor procurou dar ênfase ao tipo de análise que ele achou confiável, tendo em vista a sua in/experiência com o uso da ferramenta MC. Por exemplo: alguns autores

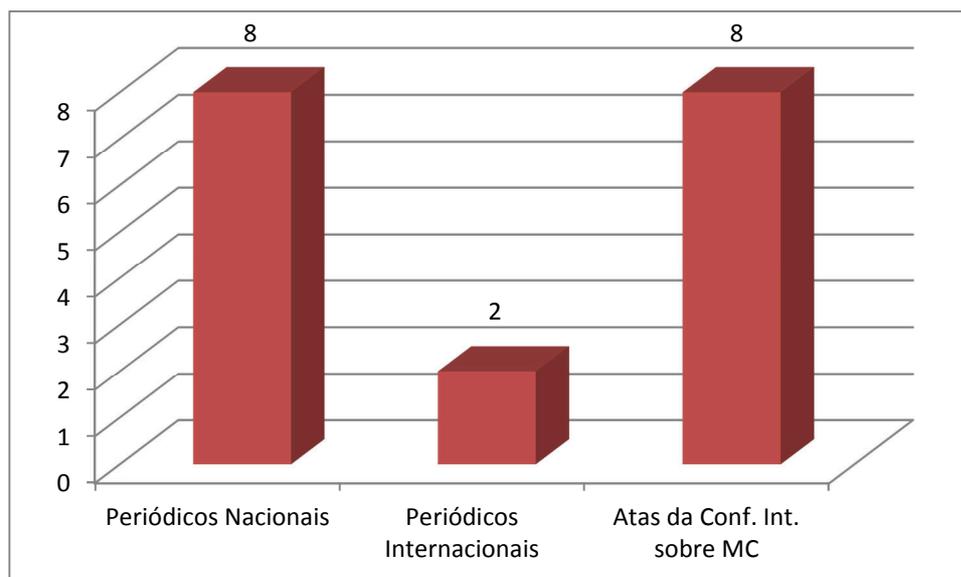
acharam importante observar somente a estrutura do MC, por considerarem que uma análise do conteúdo dos mesmos poderia ser algo subjetivo, que influenciasse na confiabilidade das avaliações (Cañas et al, 2006); outros acharam importante fazer uma análise do conteúdo dos mesmos sem pontuá-los (Miller e Cañas, 2008); outros compreenderam que a pontuação é essencial tendo em vista a necessidade de atribuição de nota aos alunos (Novak e Gowin, 1996); e houve aqueles que defenderam que o MC do aluno deve ser similar ao MC do especialista para ser classificado como um “bom MC” (Azcárate e García, 2012; Correia, Silva e Junior 2010). Com a síntese desses critérios é possível observar que a maioria dos autores procura analisar as mesmas características dos MC: estrutura, proposições corretas, frases de ligação empregadas corretamente, validade dos conceitos, ramificação dos MC e presença de ligações cruzadas.

É interessante destacar que houve alguns autores que utilizaram mais de uma forma de avaliação dos MC. Martins, Linhares e Reis (2009) estabeleceram critérios além de terem feito comparações entre os MC dos alunos e um MC de referência especialista; Filho (2007) realizou uma análise conceitual, além de ter feito uma comparação entre MC criados em momentos diferentes pelos mesmos alunos (análise temporal); Silva e Sousa (2007) estabeleceram critérios, além de utilizarem um MC de referência/especialista sobre o tema escolhido.

O quadro 1 do apêndice B mostra, por meio de categorias, os resultados da análise da metodologia dos 105 artigos pesquisados. É importante enfatizar que nem todas as informações constantes nesse quadro estavam explícitas nos artigos e que algumas (marcadas com asterisco) foram deduzidas por meio de sua leitura.

Conforme se ressaltou em discussões anteriores, foi possível observar que, dentre as diversas disciplinas do ensino médio e fundamental que abordaram MC, a física esteve presente. Além disso, a utilização de MC na área de Ensino de Física ocorreu além do nível fundamental e médio, estendendo-se a nível superior, pós-graduação, curso técnico e educação de Jovens e Adultos (EJA).

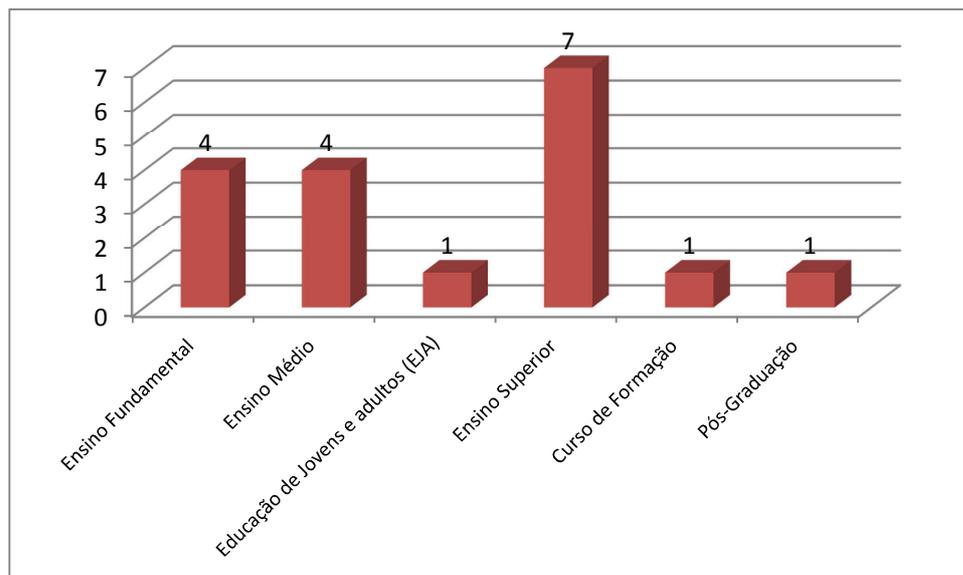
Pode-se observar, por meio do gráfico 10, a quantidade de pesquisas desenvolvidas na área de Ensino de Física no âmbito nacional (periódicos nacionais) e internacional (periódicos internacionais e Atas das Conferências Internacionais sobre MC).



**Gráfico 10:** Pesquisas que foram desenvolvidas na área de Ensino de Física no âmbito nacional e internacional.

Ao observar-se o gráfico 10, pode-se perceber que o Brasil tem desenvolvido um número significativo de pesquisas com MC como forma de avaliação no Ensino de Física, a pesar do MC ser uma ferramenta pouco divulgada no meio educacional brasileiro, entre professores, alunos e pesquisadores. Entretanto, tem crescido o número de pesquisas que utilizam o MC para avaliar a aprendizagem dos alunos e evidenciar a aprendizagem significativa quanto aos conteúdos trabalhados ou até mesmo para verificar as concepções prévias dos estudantes antes de abordar-se o conteúdo. Esse método de avaliação tem sido utilizado na área da física por ser uma disciplina conceitual, em comparação, por exemplo, com a matemática, que é uma disciplina baseada em algoritmos, e pela necessidade de se utilizar novas ferramentas que verifiquem como o conhecimento foi construído e organizado na estrutura cognitiva dos estudantes, além de proporcionar um ensino mais dinâmico e distante do tradicional.

No ensino superior, as pesquisas também foram desenvolvidas com alunos de outras graduações, pois embora a disciplina pertencesse ao curso de Física, era, muitas vezes, ministrada para alunos de outros cursos, como Engenharia (Chrobak, 2004; Almeida e Moreira, 2008) e Biologia (Gangoso, 1997). O gráfico 11 mostra a quantidade de pesquisas desenvolvidas na área de Ensino de Física em cada nível de ensino.



**Gráfico 11:** Quantidade de pesquisas que foram desenvolvidas na área de Ensino de Física nos diversos níveis de ensino.

Conforme já foi mencionado na metodologia desse trabalho sobre o considerável número de pesquisas no ensino superior, a mesma justificativa pode ser dada em específico para a área de Ensino de Física. Esse elevado número de pesquisas no ensino superior pode ser justificado pela maior divulgação dessa ferramenta nesse nível de ensino, por professores pesquisadores e pela falta de informação ou indisponibilidade de tempo dos docentes nos demais níveis.

## CAPÍTULO 6

### Considerações Finais

Por meio dos resultados desta pesquisa, foi possível observar, em nível nacional, internacional e nas atas das Conferências Internacionais sobre MC, um número significativo de artigos (um universo de 105) que utilizam o MC como ferramenta de avaliação da aprendizagem dos alunos.

Fazendo a análise da metodologia desses trabalhos foram estabelecidas categorias comuns a alguns artigos, porém muitos autores não informavam alguns dados e não deixava explícito algumas informações, o que dificultou a sistematização dos mesmos. Como por exemplo: alguns autores não informavam a quantidade de alunos que participaram da pesquisa, quantos MC foram montados pelos alunos, não informaram se os alunos possuíam experiência na montagem de MC, se houve uma explicação/fundamentação teórica sobre a utilização de MC, o período em que foram trabalhados com MC, se os MC foram manuscritos ou montados no *Cmap Tools* ou em outro *software*, e se os mesmos eram apresentados/discutidos pelos alunos.

Muitos autores não informaram como foram construídos os MC. Sendo assim, em grande parte dos trabalhos essas observações foram feitas por meio de interpretações, pois foi observado, por exemplo, que todos os MC mostrados em um artigo eram manuscritos e, a partir de então, concluiu-se que não foi utilizada nenhuma ferramenta tecnológica.

Além disso, alguns autores não explicitaram como foi organizado o curso. Nesse item, embora se tenha tentado mostrar a organização do curso em cada pesquisa, os dados colocados nessa categoria podem não coincidir com a real organização do curso para os autores. Assim, mostrou-se parte da metodologia empregada com relação às etapas em que as atividades foram desenvolvidas, ressaltando se houve utilização de textos, se os MC foram utilizados antes ou depois da aplicação do conteúdo, etc. Para melhor identificar a sistematização dos dados, os autores deveriam confeccionar cronogramas com as atividades desenvolvidas e a quantidade de encontros e conteúdos trabalhados.

Quanto à experiência na montagem de MC, as pesquisas mostraram que MC é uma ferramenta pouco familiar aos alunos. Dentre 24 artigos que descreveram a experiência na montagem de MC, 14 afirmaram que os alunos não possuíam nenhuma experiência com esses, podendo-se citar Castiñeiras et al, 1996; Rice, Ryan e Samson ,1998; Struchiner, Vieira e Ricciardi,1999; Daley, 2004; Yoval et al, 2004; Mendonça, Silva e Palmero, 2007; Cogo et al, 2009 e Krummenauer e Costa, 2009. Esse dado revela a necessidade de maior utilização e divulgação dessa ferramenta nos meios educacionais.

A análise e a avaliação dos MC também foram focadas nessa pesquisa, uma vez que foram selecionados apenas os artigos que utilizaram o MC como ferramenta de avaliação da aprendizagem dos alunos e procuraram estabelecer algum critério para avaliação dele. Percebeu-se que foram muitos os critérios adotados pelos autores, alguns criados por eles, os quais foram denominados “novos critérios”, e outros já existentes na literatura, dentre eles Novak e Gowin (1996), Cañas et al (2006), Miller e Cañas (2008) e Yoval et al (2006). Além desses critérios, grande parte dos pesquisadores fez uma “análise temporal”, isto é, comparações entre MC para verificar a ocorrência ou não de evolução no conhecimento dos alunos, comparando-os com o MC do especialista. Eles realizaram ainda a “análise conceitual” dos MC, que consiste em observar seus conceitos, sua estrutura e suas proposições, verificando se estavam corretamente relacionados e tomando como base o conteúdo estudado.

Com relação à utilização do MC como avaliação, é importante destacar que alguns autores não afirmaram ter utilizado o MC para avaliar o aluno, porém, após a leitura dos trabalhos e da análise dos critérios utilizados, chegou-se à conclusão de que se tratava da utilização do MC para avaliar a aprendizagem dos estudantes.

Vale ressaltar que a quantidade de trabalhos encontrados nos periódicos internacionais poderia ter sido maior, se houvesse acesso, por meio do portal da Capes, aos artigos anteriores ao ano de 1996, bem como a outros periódicos que não estavam disponíveis para consulta.

Esse trabalho procurou mostrar também como são desenvolvidas as pesquisas que utilizam o MC como ferramenta de avaliação da aprendizagem dos alunos na área de Ensino de Física. Os resultados mostraram que há pesquisadores

conscientes da existência de outras formas de avaliar a aprendizagem dos alunos. Seguem abaixo as asserções de conhecimento de algumas dessas pesquisas:

“O MC pode ser considerado uma ferramenta útil para investigar o que o aluno sabe e como ele organiza o seu conhecimento. [...] uma análise qualitativa dos MC dos alunos fornece informações valiosas e detalhadas sobre a aprendizagem significativa produzida pelo inquérito. Esta análise também pode fornecer um feedback valioso para melhorar o ensino”. (CASTIÑEIRAS et al, 1996, p. 26). (Tradução nossa)

“[...] aplicação da estratégia centrada na utilização de mapas de conceitos revelou-se eficaz não só ao nível cognitivo, mas também na promoção de atitudes favoráveis relativamente à aprendizagem dos conceitos de Mecânica do 9º ano de escolaridade (CONCEIÇÃO e VALADARES, 2002, p. 10).

“[...] o MC revelou-se, para os autores, um instrumento importante e inovador, no campo da Educação em Saúde, para desenvolver práticas avaliativas comprometidas em apreender os processos de aprendizagem dos alunos [...]” (RUIZ-MORENO et al, 2007, p. 461).

Pode-se considerar a utilização de MC como ferramenta de avaliação como um conjunto de procedimentos utilizados para medir aspectos importantes da estrutura e organização do conhecimento dos alunos e que deve ser compreendida com relação a três aspectos (Ruiz-Primo e Shavelson, 1996): uma tarefa que convida o aluno a fornecer evidências sobre a sua estrutura de conhecimento, um formato para a resposta do aluno e um sistema de pontuação pelo qual o MC do aluno pode ser avaliado com precisão e consistência. Sem esses três componentes, um MC não pode ser considerado uma ferramenta de medição, pois a escolha dos critérios de análise depende do objetivo de cada avaliação. Além disso, pesquisas mostram (Ruiz-Primo, 2000) que diferentes técnicas de mapeamento tocam diferentes aspectos da estrutura de conhecimento dos estudantes. Por exemplo, a tarefa de preencher um MC, demanda uma tarefa cognitiva muito menor que a de construir um MC a partir do zero.

Em síntese, pode-se considerar que, para o bom desenvolvimento de pesquisas com MC, alguns fatores são essenciais:

- A aplicação do MC pode ser feita em diversos níveis de ensino: ensino fundamental maior, ensino médio, ensino superior, pós-graduação, cursos técnicos e educação de jovens e adultos (níveis como ensino fundamental menor não foram listados apenas por não constarem nos trabalhos analisados);
- O tempo sugerido para realização das pesquisas e aplicação de MC deve ser de, no mínimo, um semestre letivo, pois o pouco tempo de contato e

adaptação com a ferramenta refletir-se-á na baixa qualidade dos MC. Grande parte das pesquisas foi realizada em tempo significativo como um semestre letivo, três meses, 45 horas, 30 horas, 16 horas etc. No entanto, a quantidade de MC elaborados durante essas pesquisas foi bastante reduzida, mostrando a necessidade de haver coerência entre o período de realização da pesquisa e a quantidade de MC elaborados;

- É necessário um período de treinamento com MC, pois sua montagem é complexa e, quando efetuada uma única vez, não permite determinar a aptidão dos alunos quanto ao desenvolvimento de MC bem elaborados. As pesquisas mostraram ainda que o primeiro MC montado na fase de familiarização com a ferramenta deve ser confeccionado sobre um tema familiar ao aluno e que não necessariamente deve estar relacionado com conteúdo estudado. Martins, Linhares e Reis (2009) solicitaram a confecção de um MC sobre o tema violência, que não possui relação com o assunto estudado (Mecânica de Voo), mas que era familiar à maioria dos alunos. Se houver um período de treinamento e familiarização com a ferramenta, os professores e pesquisadores poderão realizar comparações entre os MC montados na fase inicial e final a fim de observar os avanços quanto à construção de MC e à organização do conhecimento;
- A utilização do *Cmap Tools*, software utilizado na maioria das pesquisas de nível nacional, pode funcionar como um recurso tecnológico atraente para os alunos na montagem dos MC, pois por meio dele é possível inserir vários elementos durante essa montagem. Porém, é necessário haver maior contato entre o professor ou pesquisador e essa ferramenta para que ocorra a transmissão de conhecimentos aos alunos. No Apêndice A dessa dissertação, há um tutorial que mostra como manusear a ferramenta *Cmap Tools*;
- Quando houver disponibilidade de tempo, é interessante que o professor solicite que os alunos expliquem o MC que elaboraram, gerando um ambiente de discussão em sala de aula por meio de sugestões para a complementação e correção dele, quando necessário;

- Os MC poderão ser montados individualmente, em grupos ou em duplas. Porém, na fase de elaboração dos MC em grupo, é necessário haver extrema atenção a fim de que todos os componentes participem ativamente de sua elaboração;
- É importante que o professor estabeleça critérios para validar os conceitos e a estrutura dos MC montados pelos alunos, uma vez que o sistema exige a atribuição de notas às atividades realizadas. O professor poderá consultar a literatura, tendo em vista o número significativo de trabalhos que estabelecem critérios para a análise de MC e conseqüentemente adotá-los em suas práticas educativas;

Espera-se que essa pesquisa sirva de base para professores e pesquisadores que possuam interesse em desenvolver pesquisas com MC e, principalmente, que pretendam utilizar o MC como ferramenta de avaliação de aprendizagem. Espera-se ainda que funcione como um meio de divulgação dos MC, que, embora tenham surgido há várias décadas, têm sido pouco aplicados no meio educacional e podem ser utilizados para avaliar a aprendizagem dos alunos em diversas áreas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÅHLBERG, M.; AHORANTA, V. Concept maps and short-answer tests: probing pupils' learning and cognitive structure. Proc. of the Third Int. *Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.

ÅHLBERG, M.; AHORANTA, V. Concept maps and short-answer tests: probing pupils' learning and cognitive structure. Proc. of the Third Int. *Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.

AIZICZON, B.; CUDMANI, L. Diseño y evaluación de una propuesta superadora para la enseñanza aprendizaje de biofísica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 27, n. 1: p. 88-114, abr. 2010.

ALI, M.; ISMAIL, Z. Assessing student teachers' understanding of the biology syllabus through concept mapping. Proc. of the First Int. *Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain 2004.

ANDERSON, C.; LUCAS, K. B.; GINNS, I. S. Development of Knowledge about Electricity and Magnetism during a Visit to a Science Museum and Related Post-Visit Activities. *Science Education*, 84: 658–679, 2000.

AÑEZ, O.; FERRER, K.; VELAZCO, W. Una propuesta didáctica basada en la aplicación de mapas conceptuales y trabajo cooperativo en aulas con elevada matrícula estudiantil. Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.

ARÁNGUIZ, M. Y. F. ; BERRAONDO, R.; TORRE, S. Los mapas conceptuales como herramienta en la renovación de la estructura de contenidos de una unidad temática: una experiencia para el estudio termodinámico de sistemas no reaccionantes. Proc. of the First Int. *Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain 2004.

ARBEA, J.; CAMPO, F. Mapas conceptuales y aprendizaje significativo de las ciencias naturales: análisis de los mapas conceptuales realizados antes y después de la implementación de un módulo instruccional sobre la energía. Proc. of the First Int. *Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain 2004.

ASSARAF, O. B.; ORION, N. Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education. *Journal Of Research In Science Teaching*, Vol. 42, NO. 5, PP. 518–560, 2005.

ASSARAF, O. B.; ORION, N. Four Case Studies, Six Years Later: Developing System Thinking Skills in Junior High School and Sustaining Them over Time. *Journal Of Research In Science Teaching*, Vol. 47, NO. 10, PP. 1253–1280, 2010.

ATALLAH, A. N. Revisões sistemáticas da literatura e meta-análise. *Diagnóstico e Tratamento*, versão revisada e ampliada; 2(2):12-5, 1997.

ÁVILA, M. E. S.; BORGHT, C. V.; Los mapas conceptuales como instrumento de identificación de la evolución de representaciones del conocimiento en ecología. Proc. of Fourth Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2010.

MEIDA, L. M. W.; FONTANINI, M. L. C. Aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática: uma investigação usando mapas conceituais. *Investigações em Ensino de Ciências – V15(2)*, pp. 403-425, 2010.

- ALMEIDA, V. O.; MOREIRA, M. A. Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 4, 4403; 2008.
- AZCÁRATE, L. P. M.; GARCÍA, F. M. G.; Los mapas conceptuales como herramientas de diagnóstico y tratamiento de errores conceptuales. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.
- AZEVEDO, A. M. P.; LANDO, V. R. Concept maps as a strategy to assess learning in biochemistry using virtual dynamic metabolic diagrams (DMDV). Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- BEYERBACH, B. A. Developing a Technical Vocabulary On Teacher Planning: Preservice Teachers' Concept Maps. *Teaching & Teacher Education*, Vol. 4, No. 4, pp. 339-347, 1988.
- BESTERFIELD-SACRE, M.; GERCHAK, J.; LYONS, M. R.; SHUMAN, L. J.; WOLFE, H. Scoring Concept Maps: An Integrated Rubric for Assessing Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, Vol. 93, No. 21, 105-115, 2004.
- BONASTRE, O. M.; PINA, M.J.M. Uso de mapas conceptuales como técnica de apoyo durante el proceso cognitivo de enseñanza-aprendizaje: experiencia de uso colaborativo con alumnos de la universidad miguel hernández (UMH). Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais : introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC/SEF, 1997.
- BROGGY, J.; MCCLELLAND, G. Undergraduate students' attitudes towards physics after a concept mapping experience. Proc. of the Third Int. *Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.
- CAÑAS, A. J.; BUNCH, L.; REISKA, P. CmapAnalysis: an Extensible Concept Map Analysis Tool. Proc. of the Fourth Int. *Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile, 2010.
- CASTIÑEIRAS, J. M. D.; GONZÁLEZ, M. L. I.; FUCCI, M. C.; GARCÍA, S.; ROCHA, A. La naturaleza corpuscular de la materia y su utilización en el campo conceptual calor y temperatura. Un estudio transversal mediante mapas conceptuales. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 13, n. 1: p. 11-31, abr. 1996.
- CATANI, D. B.; GALLEGO, R. C. *Avaliação*. Coleção paradidáticos. Ed. UNESP. São Paulo, 2009.
- CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; MILLER, N. L.; COLLADO, C.; RODRÍGUEZ, M.; CONCEPCIÓN, M.; SANTANA, C.; PEÑA, L. Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales. Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- CAVALCANTI, R. R. G. Aprimorando la técnica de análisis estructural de mapas conceptuales com el objetivo de obtener un mapa representativo de un grupo de estudiantes. Proc. of Fourth Int. *Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile, 2010.
- CAVALCANTI, R. R. G.; LOURENÇO, A. B. El mapa conceptual como herramienta en la promoción de la motivación de alumnos de la enseñanza media en el estudio

del tema propiedades coligativas. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.

CAVALCANTI, R. R. G.; MAXIMIANO, F. A. Observando los cambios en la comprensión de un grupo de estudiantes sobre el tema equilibrio químico utilizando mapas conceptuales. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.

COSTAMAGNA, A. M. Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 309-318, 2001.

COGO, A. L. P.; PEDRO, E. N. R.; SILVA, A. P. S. S.; SPECHT, A. M. Avaliação de MC elaborados por estudantes de enfermagem com o apoio de software. *Texto Contexto Enfermagem, Florianópolis*, Jul-Set; 18(3): 482-8; 2009.

CONCEIÇÃO, L.; VALADARES, J. Mapas conceptuais progressivos como suporte de uma estratégia construtivista de aprendizagem de conceitos mecânicos por alunos do 9º ano de escolaridade – que resultados e que atitudes? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2; 2002.

CASTIÑEIRAS, J. M. D.; GONZÁLEZ, M. L. I.; FUCCI, M. C.; GARCÍA, S.; ROCHA, A. La naturaleza corpuscular de la materia y su utilización en el campo conceptual calor y temperatura. Un estudio transversal mediante mapas conceptuales. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 13, n. 1: p. 11-31, abr. 1996.

CORREIA, P. R. M.; JR, J. W. A. D.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. Mapeamento conceitual como estratégia para romper fronteiras disciplinares: a isomeria nos sistemas biológicos. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 3, p. 483-95, 2008.

CORREIA, P. R. M.; SILVA, A. C.; JUNIOR, J. G. R. Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 32, n. 4, 4402; 2010.

CICUTO, C. A. T.; CORREIA, P. R. M. Análise de vizinhança: uma nova abordagem para avaliar a rede proposicional de MC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 1, 1401; 2012.

CURSEU, P. L.; SCHALK, R.; SCHRUIJER, S. The Use of Cognitive Mapping in Eliciting and Evaluating Group Cognitions. *Journal of Applied Social Psychology*, 40, 5, pp. 1258–1291, 2010.

DAHNCHE, H.; REISKA, C. Testing achievement with concept mapping in school physics. Proc. of the Third Int. Conference on Concept Mapping, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.

DALEY, B. J. Using concept maps with adult students in higher education. Proc. of the First Int. *Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain 2004.

EDURNE, P. M.; ARANTZA, G. Z.T. Trabajando con mapas conceptuales el tema de la proporcionalidad de 2º de educación secundaria obligatoria (ESO). Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.

DALEY, B.; TORRE, D.; STARK-SCHWEITZER, T.; SIDDARTHA, S.; ZIEBERT, M ; PETKOVA, J. Advancing teaching and learning in medical education through the use of concept maps. Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.

- DÍAZ-GRANADOS, F. I. El papel de los mapas conceptuales en la organización del pensamiento de los estudiantes. Proc. of Fourth Int. *Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile, 2010.
- DUNKER, N.; MAGNTORN, O.; HELLDËN, G. Efficiency of concept mapping for the conceptual understanding of burning and underlying processes of combustion for elementary school students. Proc. of the Third Int. *Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.
- FILHO, J. R. F. Mapas conceituais: estratégia pedagógica para construção de conceitos na disciplina química orgânica. *Ciências & Cognição*; Vol 12: 86-95, 2007.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. 3 ed. rev. –Campinas, SP: Autores Associados, 2009.
- FIORENTINI, D. *Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação*. 1994. (301+113)f. Tese (Doutorado em Educação: Metodologia de Ensino) – Faculdade de Educação, Universidade estadual de Campinas, 1994.
- GADOTTI, M. *Educação e poder: introdução à pedagogia do conflito*. São Paulo: Cortez, 1982.
- GALVÃO, V. S. O ensino da fisiologia humana. Um estudo com estudantes da fonoaudiologia envolvendo o tema ‘homeostasia’. *Investigações em Ensino de Ciências – V14(2)*, pp. 255-280, 2009.
- GANGOSO, Z. El fracaso en los cursos de física. El mapa conceptual, una alternativa para el análisis. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.14,n1: p.17-36, abr.1997.
- GARCIA, E. P.; ARABÍ, I. F. Los mapas conceptuales como elemento para mejorar la comprensión de textos. una experiencia en educación primaria. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.
- GERSTNER, S.; BOGNER, F. X. Spontaneous concept mapping and its influence on knowledge consolidation in grade 5. Proc. of the Third Int. *Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.
- González, F.M.; Morón, C.; Novak, J. Errores conceptuales. Diagnóstico, Tratamiento y Reflexiones. Pamplona. *Ediciones Eunete*, 2001.
- GOUVEIA, V.; VALADARES, J. Concept maps and the didactic role of assessment. Proc. of the First Int. *Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain 2004.
- HARRELL, P.; SUBRAMANIAM, K.; SHAKER, Z.; WOJNOWSKI, D. Using Concept maps to assess and categorize elementary preservice teachers MISCONCEPTIONS. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.
- HENNO, I.; REISKA, P. Using concept mapping as assessment tool in school biology. Proc. of the Third Int. *Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.
- HILGER, T. R.; MOREIRA, M. A.; GRIEBELER, A. The use of mind maps and concept maps in quantum mechanics at high school level. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.

HUGO, D.; CHROBAK, R. Mapas conceptuales: una valiosa herramienta para aprender 'cinemática' por autorregulación. Proc. of the First Int. *Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain 2004.

INGEÇ, K. S. Analysing Concept Maps as an Assessment Tool in Teaching Physics and Comparison with the Achievement Tests. *International Journal of Science Education*, Vol. 31, No. 14, 15, pp. 1897–1915, September, 2009.

IRAIZO, N. Los mapas conceptuales como agentes facilitadores del desarrollo de la inteligencia en alumnos de enseñanza primaria. Proc. of the First Int. *Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain 2004.

IRAIZOZ SANZOL, N.; GONZÁLEZ GARCÍA, F. M. El mapa conceptual(mc): un instrumento idóneo para facilitar la comprensión lectora. Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.

IRIARTE, F.. El papel de los mapas conceptuales en la organización del pensamiento de los estudiantes. En J. Sánchez, A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Meaningful*, Proc. of the Fourth Int. *Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile: Universidad de Chile, 2010.

IULI, R. J.; HIMANGSHU, S. Conceptualizing pedagogical change: evaluating the effectiveness of the eps model by using concept mapping to assess student conceptual change. Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.

JACOBS-LAWSON, J. M.; HERSHEY, D. A. Concept Maps As an Assessment Tool in Psychology Courses. *Teaching of Psychology*, Vol. 29, No.1, 2002.

JONES, M. V.; RUA, M. J.; CARTER, G. Science Teachers' Conceptual Growth within Vygotsky's Zone of Proximal Development. *Journal Of Research In Science Teaching*, Vol. 35, NO. 9, PP. 967–985, 1998.

KASSAB, S. E.; HUSSAIN, S. Concept mapping assessment in a problem-based medical curriculum. *Medical teacher*, 32: 926–931, 2010.

KRUMMENAUER, W. L.; COSTA, S. S. C. Mapas conceituais como instrumentos de avaliação na educação de jovens e adultos. *Experiências em Ensino de Ciências – V4(2)*, pp.33-38, 2009.

KITCHENHAM, B., "Procedures for Performing Systematic Reviews", Joint Technical Report: Keele University Technical Report TR/SE - 0401 and NICTA Technical Report 0400011T.1, July 2004.

LAW, M., PHILP, I. Systematically reviewing the evidence. In: Law M. Evidence-based rehabilitation: a guide to practice. *Thorofare* (NJ): SLACK Inc; 2002.

LEMOS, E. S.; MOREIRA, M. A.; MENDONÇA, C. D. Learning with concept map: an analysis of a teaching experience on the topic of reptiles with 15-year-old students at a secondary school. Proc. of the Third Int. *Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Editora Cortez, 1994.

LUCKESI, C. C. *Avaliação da aprendizagem escolar*. São Paulo: Editora Cortez, 17ª edição, 2005.

- MARÍA, R. M.; IRMA, S. El mapa conceptual como elemento fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física a nivel universitario. Proc. of the First Int. *Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain 2004.
- MARKOW, P.G.; LONNING, R. A. Usefulness of Concept Maps in College Chemistry Laboratories: Students' Perceptions and Effects on Achievement. *Journal Of Research In Science Teaching*, Vol. 35, NO. 9, PP. 1015–1029, 1998.
- MARESCOM. MaNet 1.6.4. Software for Concept Mapping Assessment. <http://www.marescom.net>, version dated: march, 17th 2008, 2006.
- MARKHAM, K.; MINTZES, J.; JONES, M. G. The concept map as a research and evaluation tool: Further evidence of validity. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 91–101, 1994.
- MARTÍNEZ, G.; PÉREZ, A. L.; SUERO, M. I.; PARDO, P. J. Modelos de procedimientos creados mediante mapas conceptuales. concreción a una práctica de laboratorio de óptica. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.
- 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*, Vol. 9 No 1, 2009.
- MARTINS, R. L. C.; VERDEAUX, M. F. S.; SOUSA, C. M. S. G. A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 3, 3401; 2009.
- MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da física para futuros professores de física. *Investigações em Ensino de Ciências – V12(1)*, pp.7-54, 2007.
- MCCLURE, J. R.; SONAK, B.; SUEN, H. K. Concept Map Assessment of Classroom Learning: Reliability, Validity, and Logistical Practicality. *Journal Of Research In Science Teaching*, Vol. 36, NO. 4, PP. 475–492, 1999.
- MENDIA, E. P.; GARCÍA, F. M. G. Concept maps as a teaching/learning tool in secondary school mathematics. analysis of an experience. Proc. of the Third Int. *Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.
- MENDONÇA, C. A. S.; MOREIRA, M. A. El uso del mapa conceptual para evaluar el aprendizaje significativo de conceptos sobre los mamíferos con alumnos de sexto año de la enseñanza fundamental. Proc. of Fourth Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2010.
- MENDONÇA, C. A. S.; SILVA, A. M.; PALMERO, M. L. R. Uma experiência com mapas conceituais na educação fundamental em uma escola pública municipal. *Experiências em Ensino de Ciências – V2(2)*, pp. 37-56, 2007.
- MENDONÇA, C. A. S.; SILVEIRA, F. P. R. A. Los mapas conceptuales progresivos: un estudio de los estudiantes de la escuela primaria. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.
- MERRILL, M. L. The nature of third grade students' experiences with concept maps to support learning of science concepts. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.

- MILLER, N. L.; CAÑAS, A. J. (2008). A semantic scoring rubric for concept maps: Design and reliability. Proc. Of the Third Int. *Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 2008.
- MILLER, N. L.; CAÑAS, A. J.; ALVES-ROSA, F.; CEBALLOS, E.; LEÓN, C.; SANTANA, D. Impacto de retroalimentación remota a mapas conceptuales elaborados por estudiantes del proyecto conéctate. Proc. of Fourth Int. *Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile, 2010.
- MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H.; NOVAK, J. D. Ensinando ciência para a compreensão - uma visão construtivista. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.
- MOREIRA, M.A., BUCHWEITZ, B. *Mapas conceituais. Instrumentos didáticos, de avaliação e de análise de currículo*. Primeira Edição. Editora Moraes. SP, 1987.
- MOREIRA, M. A.; LAGRECA, M. C. B. Representações mentais dos alunos em mecânica clássica: três casos. *Investigações em Ensino de Ciências – V3(2)*, pp. 83-106, 1998.
- NAVARRO-CLEMENTE, M. E.; DOMÍNGUEZ-PÉREZ, A. E.; ORTIZ-ESQUIVEL, L. R. Uso de mapas conceptuales para facilitar el aprendizaje del concepto soluciones. Proc. of the First Int. *Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain 2004.
- NICOLL, G., NAKHLEH, J.F., NAKHLEH, M. A three-tier system for assessing concept map links: a methodological study. *International Journal of Science Education*, v. 23, n. 8, p.863-875, 2001.
- NOVAK, J. D. *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira, 1981.
- NOVAK, J.D. Concept mapping: a useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*. 27(10), 937-949, 1990.
- NOVAK, J.D. *Aprender, criar e utilizar o conhecimento*. Mapas conceituais como Ferramenta de Facilitação nas Escolas e Empresas. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000. (Obra original publicada em 1998)
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. *Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008*, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>> Acesso em: 12 set. 2012.
- NOVAK, J. D., CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v.5, n.1, p. 9-29, jan.-jun. 2010.
- NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996. (Obra original publicada em 1984)
- NOVAK, J. D.; MUSONDA, D. A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, v. 28, n. 1, p. 117-153, 1991.
- NUNES, P.; PINO, J. C. D. MC como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo. *Experiências em Ensino de Ciências – V3(1)*, pp. 53-63, 2008.

- ODOM, A. L.; KELLY, P. V. Integrating Concept Mapping and the Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concepts to High School Biology Students. *Science Education*, 85:615 – 635, 2001.E
- ONECA, M. J. T.; SANZOL, N. I.; POVEDA, M. R. F. Is it possible to improve meaningful learning in math in primary school learners? Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- PACHECO, S. M. V.; DAMASIO, F. Mapas conceituais e diagramas V: ferramentas para o ensino, a aprendizagem e a avaliação no ensino técnico. *Ciências & Cognição*; Vol 14 (2): 166-193, 2009.
- PEÑA, A. A. et al. *Mapas conceituais: uma técnica para aprender*. São Paulo: Loyola, 238 p., 2005.
- PÉREZ RODRÍGUEZ, A.L.; SUERO LÓPEZ, M.I.; PARDO FERNÁNDEZ, P.J.; MONTANERO FERNÁNDEZ, M. Utilización de mapas conceptuales para mejorar los conocimientos relativos a la corriente eléctrica continua mediante su “reconstrucción colaborativa”. Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- PETRY, L. S.; LIMA, V. M. R.; LAHM, R. A. Vivenciando práticas de ensino de ciências: ampliando o olhar dos alunos do ensino fundamental sobre ecossistemas. *Experiências em Ensino de Ciências – V5(1)*, pp. 125-143, 2010.
- POVEDA, M. R. F.; SANZOL, N. I.; ONECA, M. J. T. A study of links in concept maps constructed by primary school learners. Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- RAMÍREZ, M.; BARRIGA, F. D.; ZÁRATE, K. El uso de mapas conceptuales para promover el aprendizaje significativo del tema prevención de adicciones con adolescentes mexicanos de nivel secundaria. Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- RAMÍREZ, S. C. Evaluación de aprendizajes con mapas conceptuales: portafolios de mapas conceptuales. Proc. of Fourth Int. *Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile, 2010.
- RAZERA, J. C. C.; MENDES, O. V. M.; DUARTE, A. C. S.; BARRETTO, M. G. O uso de MC em projetos de aprendizagem significativa: uma avaliação quali-quantitativa de mobilização conceitual sobre animais. *Ciências & Cognição*; Vol 14 (2): 235-247, 2009.
- REISKA, P. Physiklernen und Eingriffe in Computersimulationen. In: Behrendt, H. (Hrsg.) Zur Didaktik der Physik und Chemie - *Probleme und Perspektiven*. Alsbach, S. 296 – 298, 1997.
- REZENDE, F.; GARCIA, M. A. C.; COLA; C. S. D. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermédia que integra conceitos básicos de mecânica, biomecânica e anatomia humana. *Investigações em Ensino de Ciências – V11(2)*, pp. 239-259, 2006.
- RICE, D. C.; RYAN, J. M.; SAMSON, S. M. Using Concept Maps to Assess Student Learning in the Science Classroom: Must Different Methods Compete? *Journal Of Research In Science Teaching*, Vol. 35, NO. 10, PP. 1103–1127, 1998.

- RODRIGUEZ, A. J. Using concept maps as a tool for curriculum planning and student assessment in culturally diverse schools. *Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- ROMANO-JR, J. G.; CORREIA, P. R. M. A taxonomic scheme for propositional analysis. *Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile, 2010.
- RORATTO, C.; NOGUEIRA, C. M. I.; KATO, L. A. Ensino de matemática, história da matemática e aprendizagem significativa: uma combinação possível. *Investigações em Ensino de Ciências – V16(1)*, pp. 117-142, 2011.
- RUIZ-MORENO, L.; SONZOGNO, M. C.; BATISTA, S. H. S.; BATISTA, N. A. MC: ensaiando critérios de análise. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007.
- RUIZ-PRIMO, M. On the Use Of Concept Maps As An Assessment Tool in Science: What We Have Learned so Far. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, Vol 2, No. 1, 2000.
- RUIZ-PRIMO, M. A.; SHAVELSON, R. J. Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 33, NO. 6, PP. 569-600, 1996.
- SAMAWI, Z. The effect of concept mapping on critical thinking skills and dispositions of junior and senior baccalaureate nursing students. *Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- SANTANA, R. G.; VIANA-BARBOSA, C. J. Um estudo bibliográfico sobre a utilização de MC como ferramenta de avaliação. *Anais do V Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade"*, UFS, São Cristóvão – SE, 2011. Disponível em: <<http://www.educonufs.com.br/vcoloquio/cdcoloquio/>>. Acesso em: 20 Out 2012.
- \_\_\_\_\_ (a). Análise de MC utilizados como avaliação: uma investigação no Brasil. *Anais da II Jornada de Debates sobre Educação Matemática e Ensino de Ciências e I Encontro Nacional Distúrbios de Aprendizagem na Perspectiva Multidisciplinar "Recursos Didáticos e Tecnologias de Ensino"*, UFS, Itabaiana - SE, 2012. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/anaisjornada/corpo-editorial/comite-editorial/2012>>.
- Acesso em: 25 Out. 2012.
- \_\_\_\_\_ (b). Mapas conceituais utilizados como avaliação: um diagnóstico dos critérios de análise. *Anais do XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Maresias, São Sebastião - SP. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xiv/sys/resumos/T0194-2.pdf>>. Acesso em: 05 Nov. 2012.
- SAMPAIO, R. F., MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.
- SCHAAL, S. Concept mapping in science education assessment: an approach to computer-supported achievement tests in an interdisciplinary hypermedia learning environment. *Proc. of the Third Int. Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.

- SCHWAB, J.J. The practical 3: Translation into curriculum. *School Review*, 81(4), 501-522, 1973.
- SEGALÀS, J.; FERRER-BALAS, D.; MULDER, K. F. Conceptual maps: measuring learning processes of engineering students concerning sustainable development. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 33, No. 3, 297–306, 2008.
- SERGIPE, Secretaria de Estado da Educação. Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino de Sergipe. SEED/SE, 2011.
- SILVEIRA, F. P. R. A.; SOUSA, C. M. S. G.; MENDONÇA, C. A. S. El mapa conceptual como un recurso didáctico en construcción de los conceptos de la astronomía. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.
- SOARES, M. T.; VALADARES, J. Using concept maps as a strategy to teach physics, in particular the topic of acoustics. Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- SOARES, M. T.; CUNHA, P. Using concept maps to enhance knowledge about sound. Proc. of the Third Int. *Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.
- SOIKA, K.; REISKA, P.; MIKSER, R. The importance of animation as a visual method in learning chemistry. Proc. of Fourth Int. *Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile, 2010.
- SOIKA, K.; REISKA, P.; MIKSER, R. Concept mapping as an assessment tool in science education. Proc. of the Fifth Int. *Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.
- SOUZA, N. A. BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. *Educação em Revista* | Belo Horizonte | v.26 | n.03 | p.195-218 | dez. 2010.
- SILVA, G.; SOUSA, C. M. S. G. O uso de MC 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.
- SILVEIRA, T. M.; MILTÃO, M. S. R. Temperatura do universo: uma proposta de conteúdo para estudantes do nível fundamental utilizando mapas conceituais. *Experiências em Ensino de Ciências – V5(1)*, pp. 97-123, 2010.
- STODDART, T.; ABRAMS, R.; GASPER, E.; CANADAY, D. Concept maps as assessment in science inquiry learning - a report of methodology. *International Journal of Science Education*, Vol. 22, NO. 12, 1221- 1246, 2000.
- STODDART, T. Using concept maps to assess the science understanding and language production of english language learners. Proc. of the Second Int. *Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.
- STRUCHINER, M.; VIEIRA A. R.; RICCIARDI, R. M. V. Análise do conhecimento e das concepções sobre saúde oral de alunos de odontologia: avaliação por meio de MC. *Caderno Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 15(Sup. 2):55-68, 1999.
- TOIGO, A. M.; MOREIRA, M. A. Relatos de experiência sobre o uso de MC como instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de educação física. *Experiências em Ensino de Ciências – V3(2)*, pp. 7-20, 2008.

TOIGO, A. M.; MOREIRA, M. A.; COSTA, S. S. C. Revisión de la literatura sobre el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica y de evaluación. *Investigações em Ensino de Ciências – V17(2)*, pp. 305-339, 2012.

TRUMPOWER, D. L.; SARWAR, G. S. Formative structural assessment: using concept maps as assessment for learning. *Concept Maps: Making Learning Meaningful Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile, 2010.

VANHEAR, J. Concept mapping and vee heuristics: a model of teaching and learning in higher education. *Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping*, Valletta, Malta 2012.

VELÁSQUEZ, O. L. A El mapa conceptual, una estrategia viva. *Proc. of Fourth Int. Conference on Concept Mapping*, Viña del Mar, Chile, 2010.

VENÂNCIO, S.; KATO, L. A. A utilização de MC na identificação da aprendizagem significativa crítica em uma atividade de modelagem matemática. *Experiências em Ensino de Ciências – V3(2)*, pp. 57-68, 2008.

ZEILIK, M., C. SCHAU, N. MATTERN, S. HALL, K. W. TEAGUE, & BISARD, W., *Conceptual Astronomy: A Novel Approach for Teaching Postsecondary Science Courses. American Journal of Physics*, 65(10), 987, 1997.

WALLACE, J.D., MINTZES, J.J. The concept map as a research tool: Exploring conceptual change in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1033 – 1052, 1990.

WILLIAMS, C. G. Using Concept Maps to Assess Conceptual Knowledge of Function. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 29, No. 4, 414–421, 1998.

YOVAL, P. G.; MARINA, S. H.; SANDOVAL, E. C.; VALLE, L. G. Valoración cuantitativa para evaluar mapas conceptuales. *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping*, Pamplona, Spain 2004.

YOVAL, P. G.; MARINA, S. H.; SANDOVAL, E. C.; VALLE, L. G.; FLORES, L. E. M. Aplicación de la técnica de análisis estructural de mapas conceptuales (AEMC) en un contexto de educación CTS. *Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2006.

YOVAL, P. G.; MARINA, S. H.; SANDOVAL, E. C.; VALLE, L. G. G.; FLORES, L. E. M. A Proposal to refine sacmap technique (structural analysis of concept maps) amid a sts-webquest context. *Proc. of the Third Int. Conference on Concept Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.

YIN, Y.; VANIDES, J.; RUIZ-PRIMO, M. A.; AYALA, C. C.; SHAVELSON, R. J. Comparison of Two Concept-Mapping Techniques: Implications for Scoring, Interpretation, and Use. *Journal Of Research In Science Teaching*, Vol. 42, NO. 2, PP. 166–184, 2005.

# TUTORIAL PARA ELABORAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS UTILIZANDO O CMAP TOOLS



## SUMÁRIO

• COMO INSTALAR O PROGRAMA CMAP TOOLS.....	03
• COMO CRIAR UMA MAPA CONCEITUAL NO CMAP TOOLS.....	09
• COMO UTILIZAR ALGUMAS FERRAMENTAS DO CMAP TOOLS.....	13
• COMO SALVAR UM MAPA CONCEITUAL NO CMAP TOOLS.....	16
• COMO ADICIONAR RECURSOS NO MAPA CRIADO NO CMAP TOOLS.....	20
• ALGUMAS OBSERVAÇÕES.....	32

## CONT. APÊNDICE A

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa 3

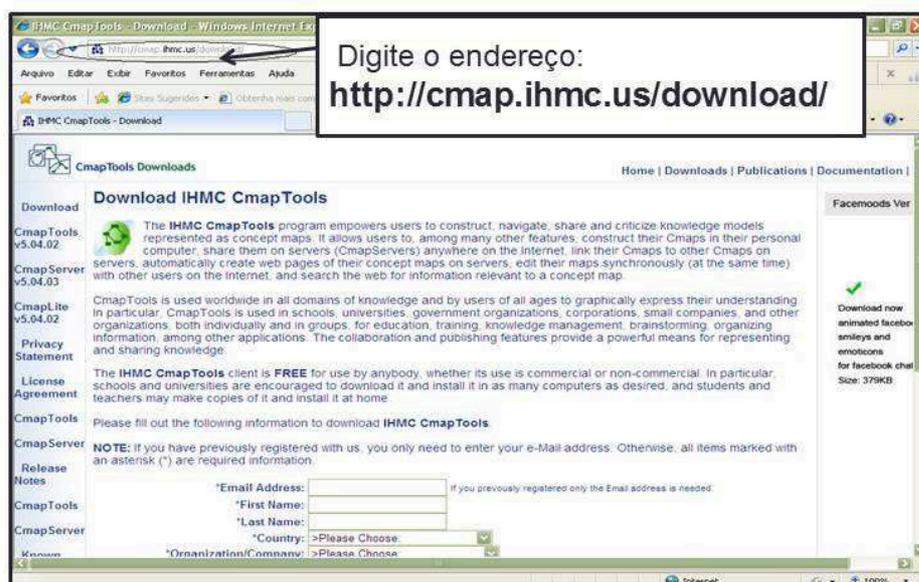


# COMO INSTALAR O PROGRAMA CMAP TOOLS

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

4

Na página abaixo, digite o endereço eletrônico indicado



Digite o endereço:  
<http://cmap.ihmc.us/download/>

The screenshot shows a web browser window displaying the IHMC CmapTools download page. The page title is "Download IHMC CmapTools". The main content area contains a "Download" section with a green globe icon and text describing the program's capabilities. Below this, there are sections for "CmapTools v5.04.02", "CmapServer v5.04.03", "CmapLite v5.04.02", "Privacy Statement", "License Agreement", and "CmapTools". The "CmapTools" section includes a "NOTE" and a form with fields for "Email Address", "First Name", "Last Name", "Country", and "Organization/Company". The browser's address bar shows the URL "http://cmap.ihmc.us/download/".

## CONT. APÊNDICE A

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa 5

### Em seguida, preencha a nova página conforme indicação

The screenshot shows a registration form for IHMC CmapTools. The form includes fields for Email Address, First Name, Last Name, Country, Organization/Company, Organization's Name, Organization's Website, How did you hear about CmapTools?, and Target Operating System. A 'Submit' button is at the bottom. Annotations in boxes provide instructions: 'Preencha os campos abaixo, conforme exemplo.' points to the form fields; 'Há alguns campos que não é obrigatório o seu preenchimento.' points to the 'Organization's Website' field; 'Você poderá baixar para o sistema operacional Windows, Linux e outros.' points to the 'Target Operating System' dropdown; and 'Clique em submit' points to the 'Submit' button.

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa 6

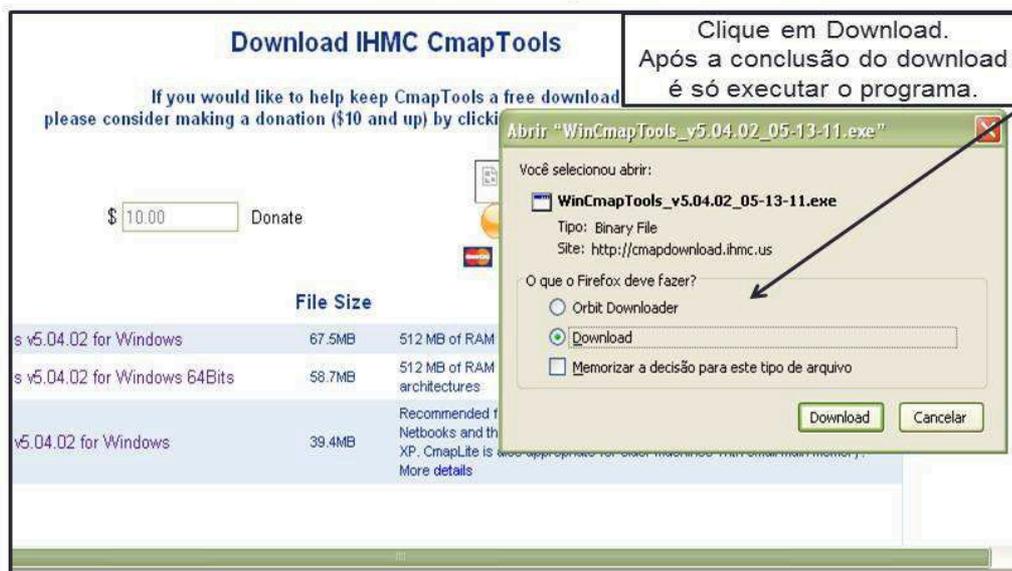
### Uma nova janela irá abrir.

The screenshot shows the 'Download IHMC CmapTools' page. It features a table of download links for different operating systems and versions. A 'PayPal' donation button is visible. Annotations include 'Clique em um dos links' pointing to the download links, and 'Windows' and 'Mac OS X' labels pointing to the respective sections of the table.

	File size	Notes
<b>Windows</b>		
IHMC CmapTools v5.04.02 for Windows	67.5MB	512 MB of RAM / main memory or higher recommended
IHMC CmapTools v5.04.02 for Windows 64Bits	58.7MB	512 MB of RAM / main memory or higher recommended. Version for 64-bit architectures
IHMC CmapLite v5.04.02 for Windows	39.4MB	Recommended for smaller machines with a reduced memory size, in particular Netbooks and the original Intel Classmate PC and the OLPC XO running Windows XP. CmapLite is also appropriate for older machines with small main memory. More details
<b>Mac OS X</b>		
IHMC CmapTools v5.04.02 for Mac OS X	29.3MB	Requires OS version 10.4 or higher, with latest Java VM. 512 MB of RAM / main memory or higher recommended
IHMC CmapTools v4.18 for Mac OS X	34MB	Recommended for OS version 10.3.9:(Panther) and previous versions
IHMC CmapLite v5.04.02 for Mac OS X	13.4MB	Requires OS version 10.4 or higher, with latest Java VM. Recommended for smaller machines with a reduced memory size. More details.

## CONT. APÊNDICE A

### O download do arquivo irá iniciar



The screenshot shows the IHMC CmapTools download page. A text box in the top right corner says: "Clique em Download. Após a conclusão do download é só executar o programa." A dialog box titled "Abrir 'WinCmapTools\_v5.04.02\_05-13-11.exe'" is open, showing the file name, type (Binary File), and site (http://cmapdownload.ihmc.us). The "Download" radio button is selected under the question "O que o Firefox deve fazer?".

**Download IHMC CmapTools**

If you would like to help keep CmapTools a free download please consider making a donation (\$10 and up) by clicking here.

\$ 10.00 Donate

	File Size	
WinCmapTools v5.04.02 for Windows	67.5MB	512 MB of RAM
WinCmapTools v5.04.02 for Windows 64Bits	58.7MB	512 MB of RAM architectures
WinCmapTools v5.04.02 for Windows	39.4MB	Recommended for Netbooks and thin clients. XP: CmapLite is also available. More details

Abrir "WinCmapTools\_v5.04.02\_05-13-11.exe"

Você selecionou abrir:

- WinCmapTools\_v5.04.02\_05-13-11.exe

Tipo: Binary File  
Site: http://cmapdownload.ihmc.us

O que o Firefox deve fazer?

- Orbit Downloader
- Download
- Memorizar a decisão para este tipo de arquivo

Download Cancelar



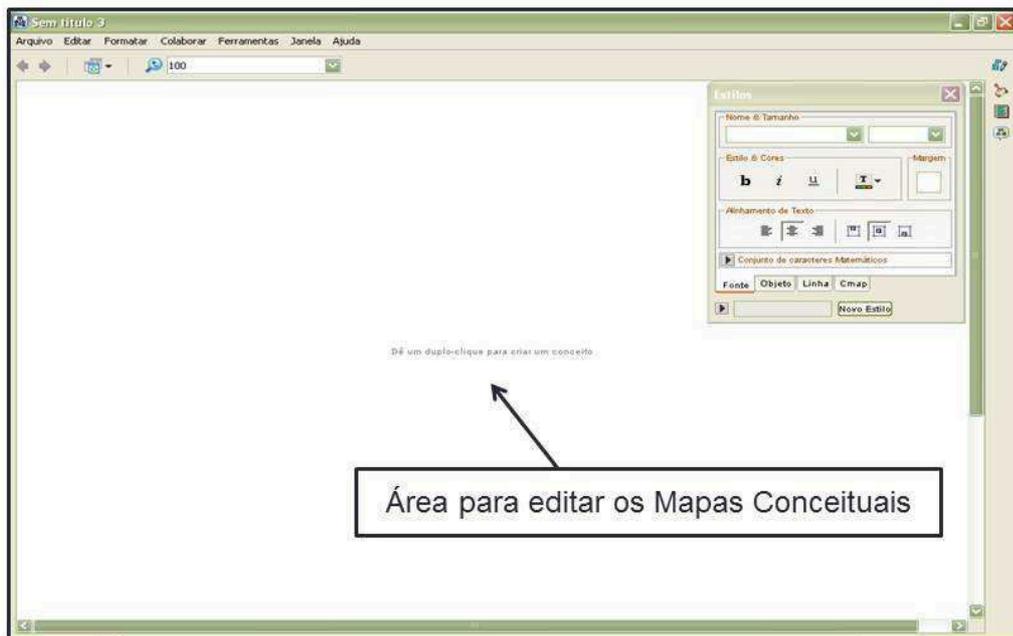
#### ATENÇÃO:

- Ao acessar o programa CMAP TOOLS pela primeira vez em seu computador abrirá uma janelinha solicitando que você preencha alguns campos como por exemplo: Nome, e-mail, instituição a qual você está vinculado e senha.
- Isso é importante, pois os mapas criados por você ficarão com a sua identificação após salvos.

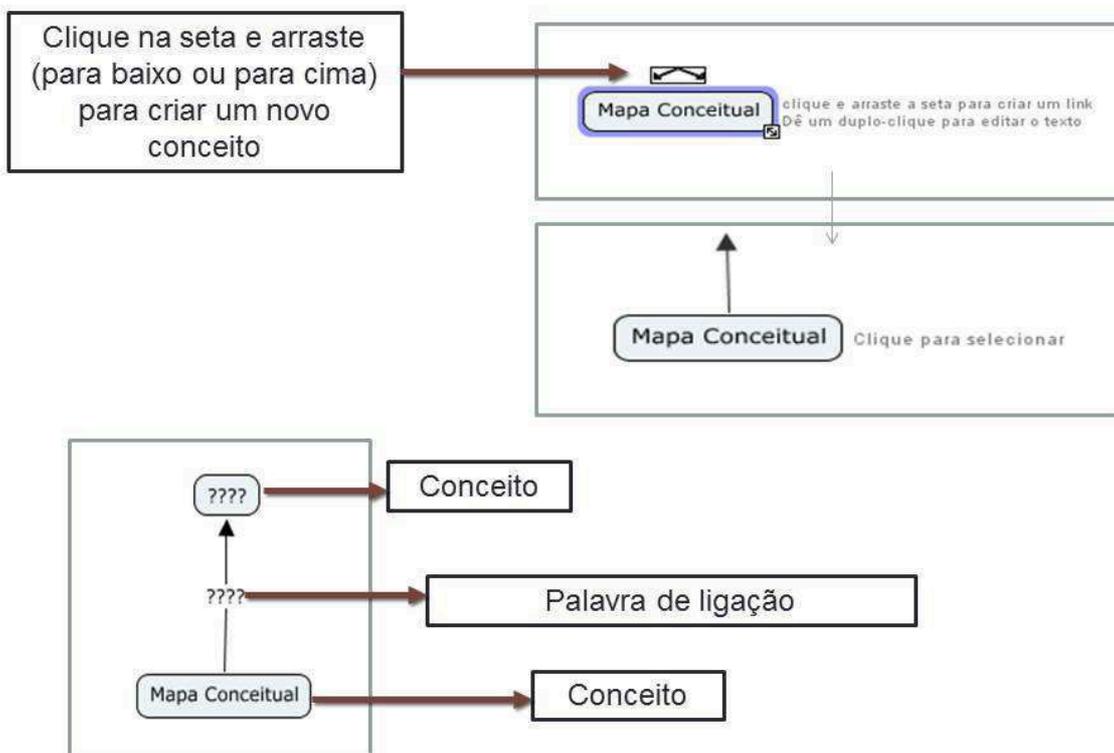
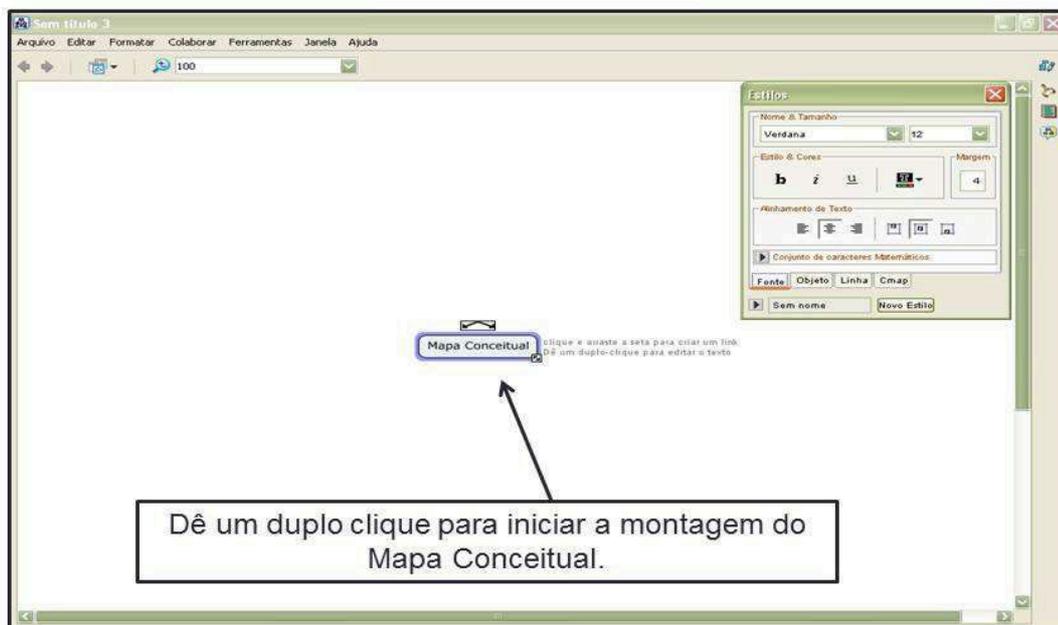


## COMO CRIAR UM MAPA CONCEITUAL NO CMAP TOOLS

### Abra o programa Cmap Tools



## CONT. APÊNDICE A



## CONT. APÊNDICE A

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

13



# COMO UTILIZAR ALGUMAS FERRAMENTAS DO CMAP TOOLS

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

14

Formata a fonte como tipo e tamanho da letra, cor, negrito, itálico e sublinhado

Estilos

Nome & Tamanho

Estilo & Cores

Margem

Alinhamento de Texto

Conjunto de caracteres Matemáticos

Fonte Objeto Linha Cmap

Novo Estilo

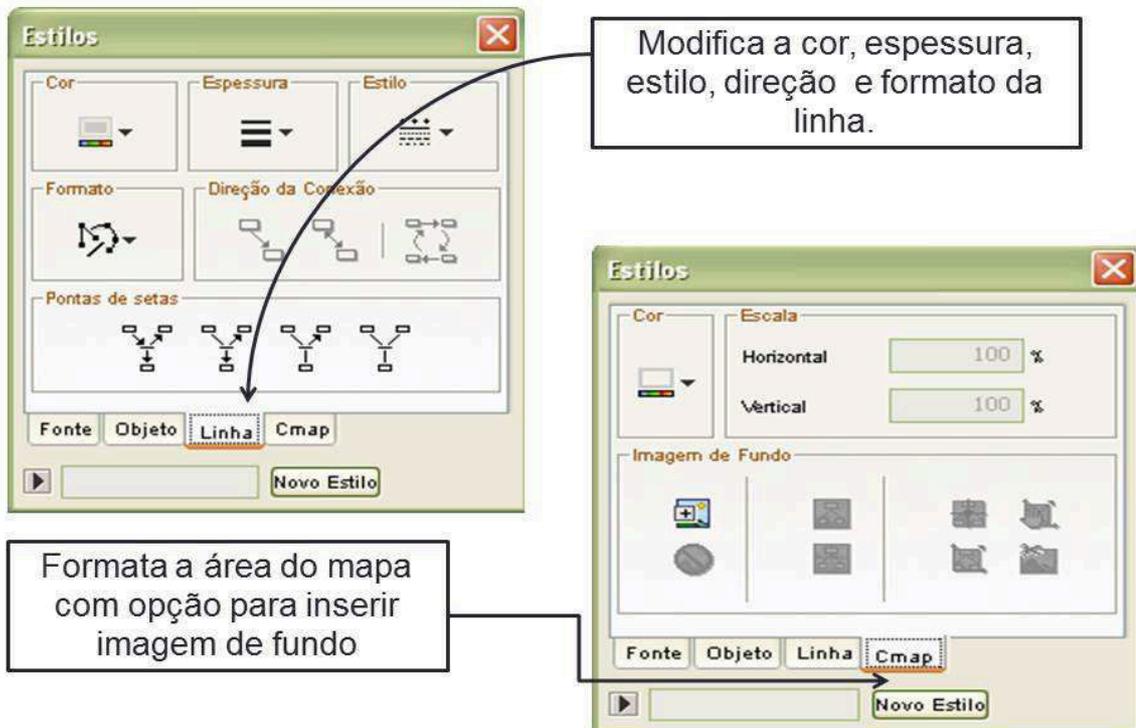
Formata a cor, coloca a sombra e o formato da caixa de texto.

## CONT. APÊNDICE A

## CONT. APÊNDICE A

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

15



Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

16



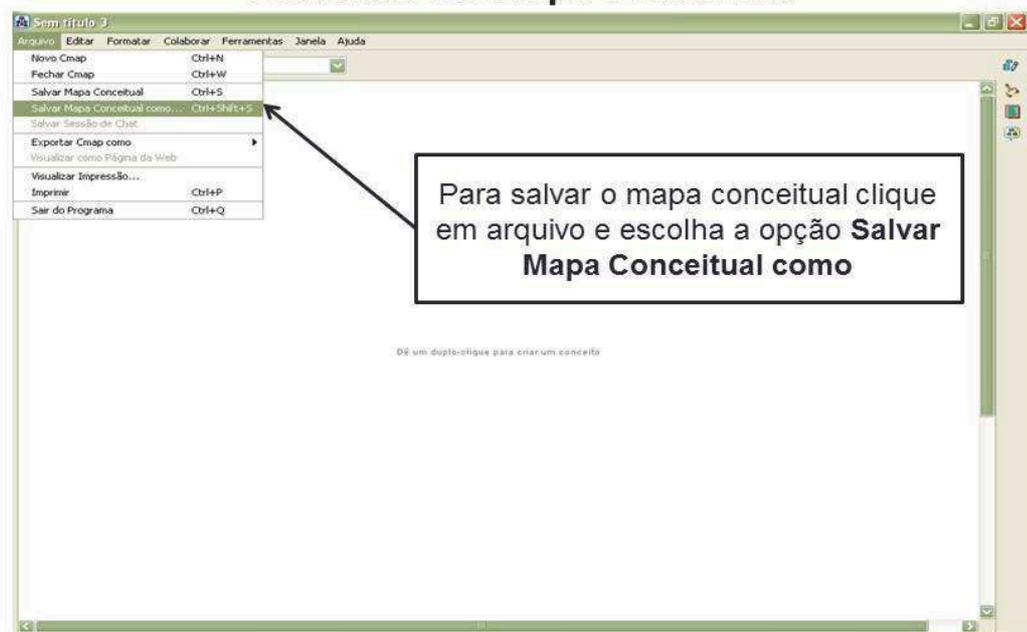
## COMO SALVAR UM MAPA CONCEITUAL

## CONT. APÊNDICE A

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

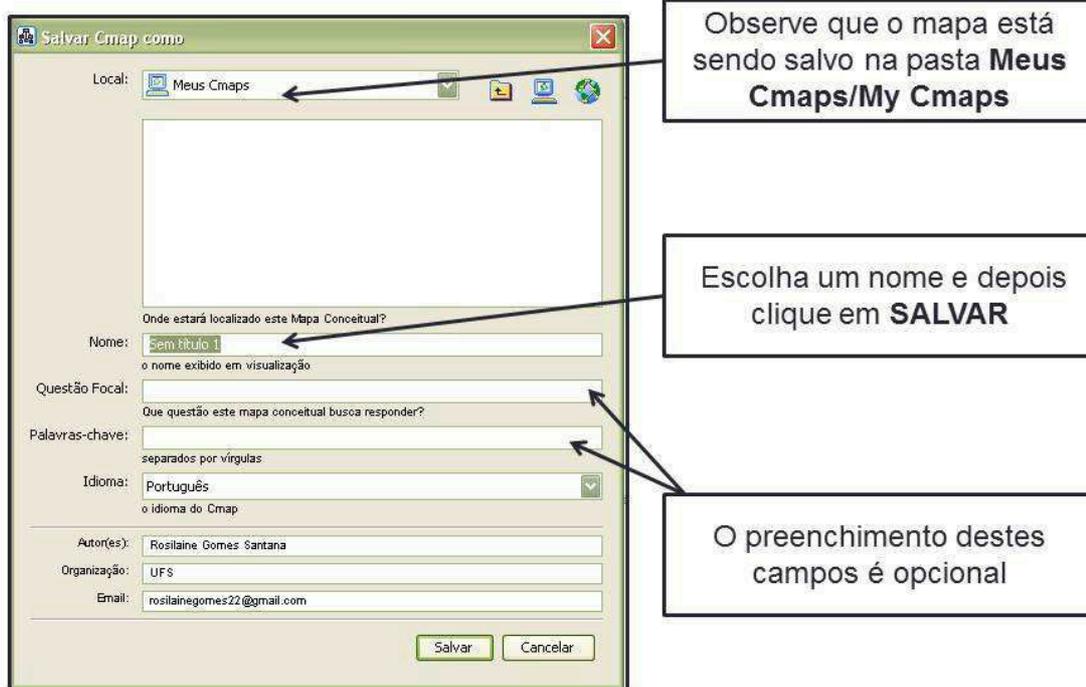
17

### Salvando um Mapa Conceitual

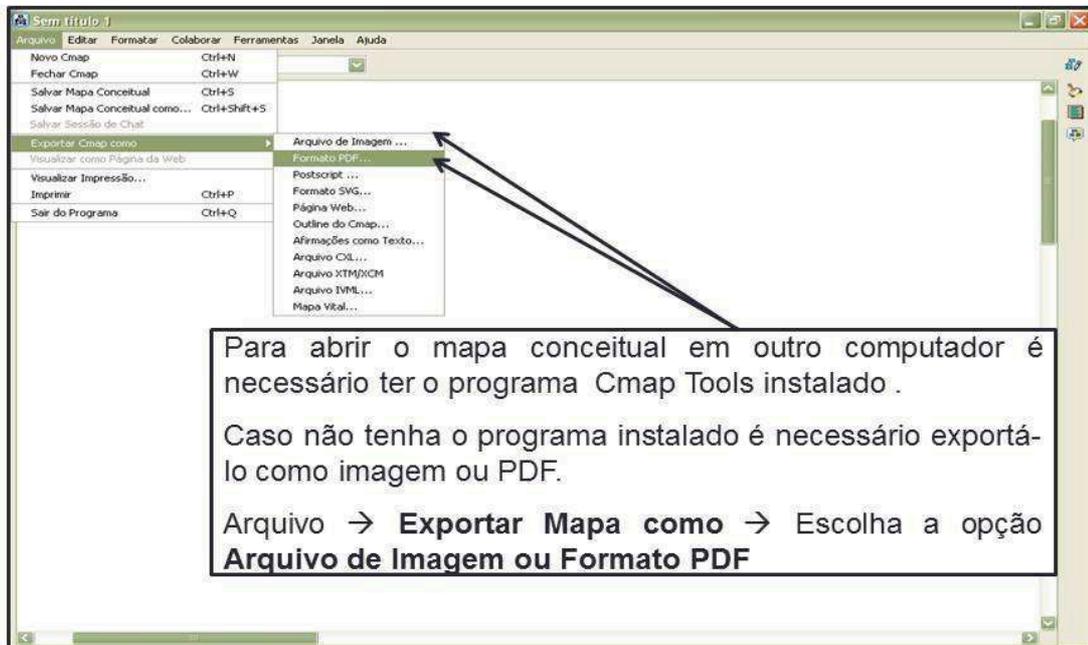


Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

18



## CONT. APÊNDICE A



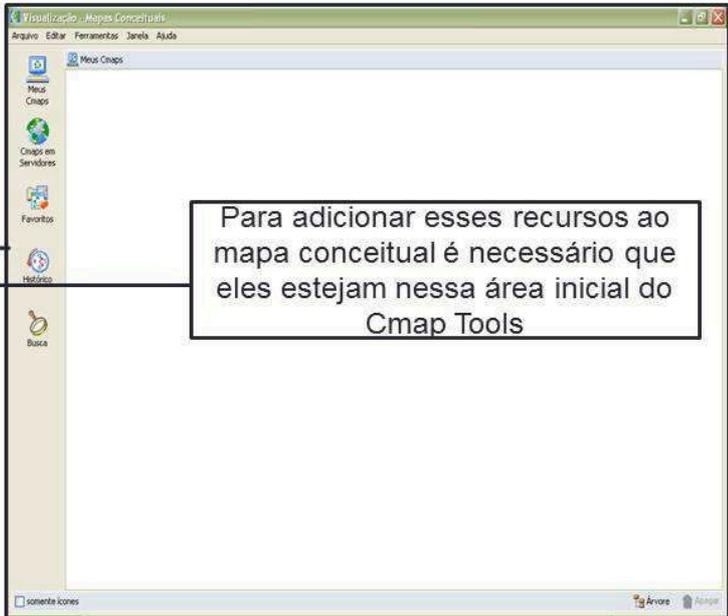
## COMO ADICIONAR RECURSOS NO MAPA CRIADO NO CMAP TOOLS

## CONT. APÊNDICE A

### Você poderá adicionar ao seu mapa:

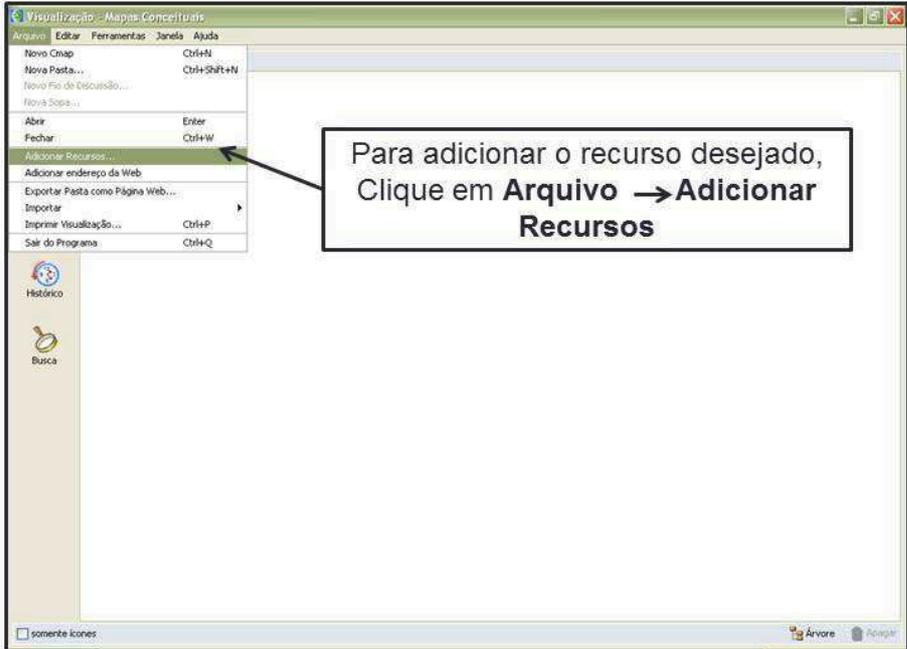
- Arquivo Power Point
- Arquivo Word
- Arquivo PDF
- Imagem
- Vídeos
- Plano de Fundo
- Mapa Conceitual

- Link da Internet
- Comentários
- Informações



Para adicionar esses recursos ao mapa conceitual é necessário que eles estejam nessa área inicial do Cmap Tools

### Adicionando recursos à área inicial do Cmap Tools



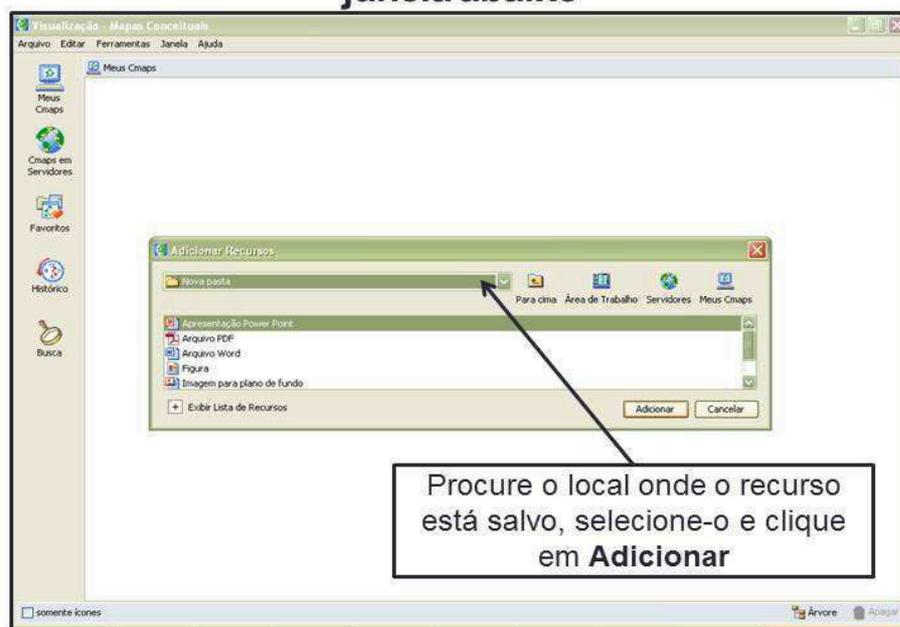
Para adicionar o recurso desejado, Clique em **Arquivo** → **Adicionar Recursos**

## CONT. APÊNDICE A

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

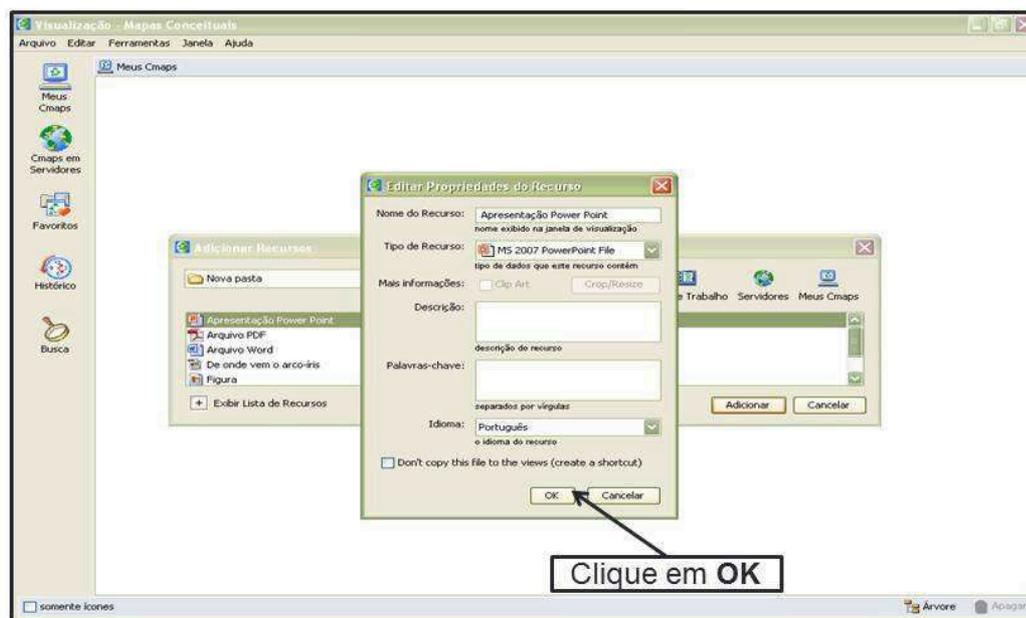
23

Após clicar em Arquivo - Adicionar Recursos, aparecerá a janela abaixo



Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

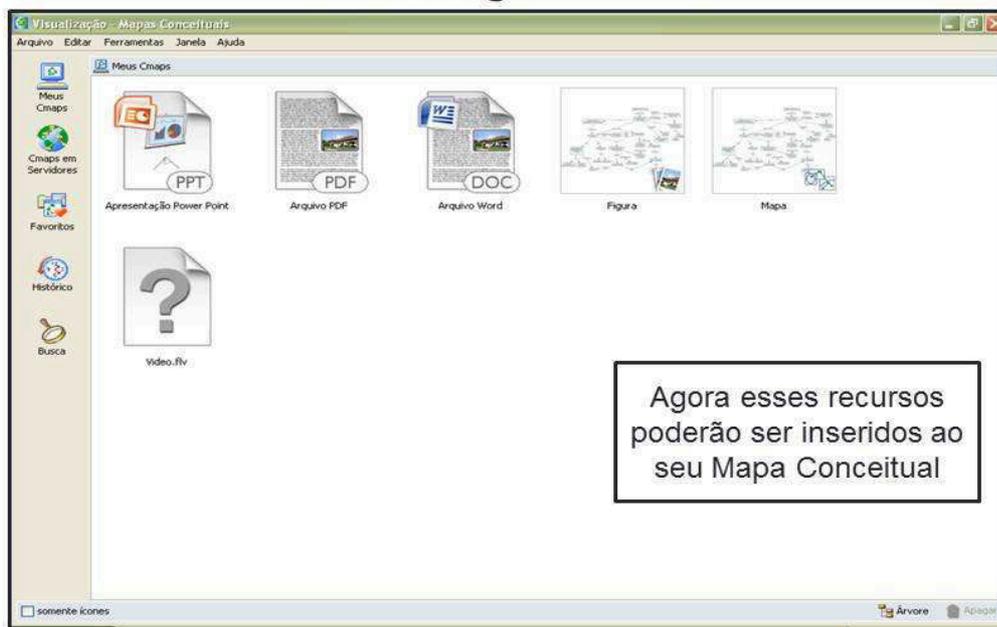
24



## CONT. APÊNDICE A

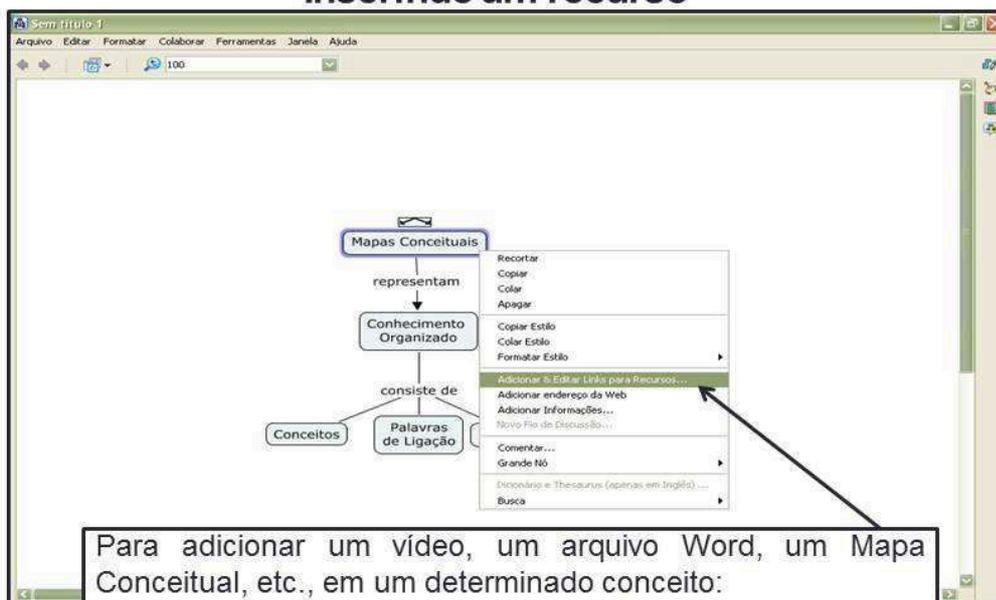
Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa 25

Observe como ficou a área inicial do Cmap Tools, após adicionar alguns recursos



Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa 26

## Inserindo um recurso



Para adicionar um vídeo, um arquivo Word, um Mapa Conceitual, etc., em um determinado conceito: Clique em cima do conceito com o botão direito do mouse e em seguida clique em **Adicionar & Editar Links para Recursos**

## CONT. APÊNDICE A

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

27

Em seguida aparecerá a janela abaixo.

Seleção do recurso que você quer adicionar (clique sobre ele). Em seguida, clique: **Adicionar à Lista** e **Atualizar**.

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

28

Observe que o recurso já foi adicionado

Para acessar esse recurso é só clicar sobre ele.

## CONT. APÊNDICE A

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

29

### Adicionando um PLANO DE FUNDO ao Mapa Conceitual

Para adicionar um Plano de Fundo ao Mapa Conceitual, basta clicar com o botão direito do mouse, fora do mapa, e escolher a opção **Adicionar Plano de Fundo**. Em seguida você escolhe a imagem que quer colocar e clique em **Ok**.

**Obs.** É necessário que esta imagem, que você quer colocar como plano de fundo, esteja na área inicial do Cmap Tools, conforme orientações que já foram dadas anteriormente.

The screenshot shows a concept map with the following structure: 'Mapas Conceituais' (with a map icon) represents 'Conhecimento Organizado'. 'Conhecimento Organizado' consists of 'Conceitos', 'Palavras de Ligação', and 'Proposições'. A context menu is open, showing options like 'Novo Conceito', 'Colar', 'Selecionar Conceitos', 'Selecionar Frases de Ligação', 'Selecionar Conectores', 'Selecionar Tudo', 'Selecionar com Laço', 'Adicionar Plano de Fundo', and 'Comentar...'. An arrow points from the text box to the 'Adicionar Plano de Fundo' option.

Rosilaine Gomes de Santana Costa e Celso J. Viana Barbosa

30

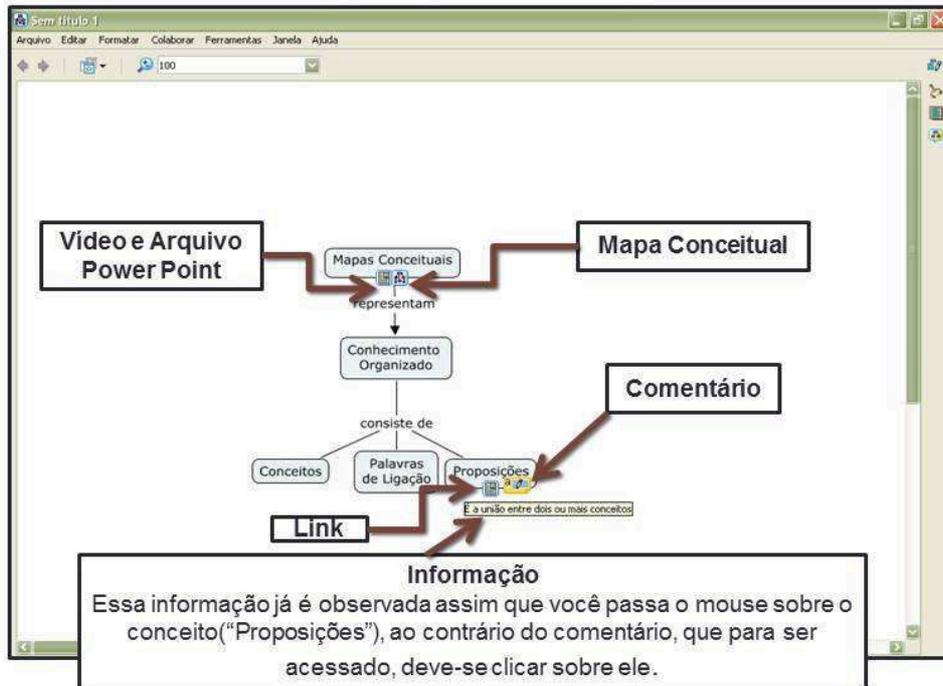
### Adicionando COMENTÁRIOS, INFORMAÇÕES e/ou ENDEREÇOS DA WEB em seu mapa

Clique com o botão direito do mouse no conceito e escolha a opção: **Comentar** ou **Adicionar Informações** ou **Adicionar endereço da Web**

The screenshot shows the same concept map as in the previous slide. A context menu is open over the 'Proposições' node. The menu options include 'Recortar', 'Copiar', 'Colar', 'Apagar', 'Copiar Estilo', 'Colar Estilo', 'Formatar Estilo', 'Adicionar & Editar Links para Recursos...', 'Adicionar endereço da Web', 'Adicionar Informações...', 'Novo Fio de Discussão...', 'Comentar...', 'Grande Não', 'Dicionário e Thesaurus (apenas em Inglês) ...', and 'Busca'. Arrows point from the text box to the 'Adicionar endereço da Web', 'Adicionar Informações...', and 'Comentar...' options.

## CONT. APÊNDICE A

**Você poderá adicionar vários recursos em um único conceito.**



## APÊNDICE B

**Quadro 1:** Mostra os resultados da análise da metodologia dos 105 trabalhos que foram pesquisados em periódicos nacionais, internacionais e nas atas das Conferências Internacionais sobre MC.

	BEYERBACH (1988)	CASTIÑEIRAS et al (1996)	GANGOSO (1997)	PEARSALL, SKIPPER e MINTZES (1997)	MOREIRA e LAGRECA (1998)	RICE, RYAN e SAMSON (1998)	MARKOW e LONNING (1998)	JONES, RUA e CARTER (1998)
Nível de Ensino.	Curso de formação	Ensino superior	Ensino superior	Superior	Superior	Ensino Fundamental	Superior	Pós-Graduação
Disciplina(s).	-	-	Física	-	Física Geral I	Ciências	-	Ciência Física
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	52 alunos	139 alunos	39 alunos	Estudo 1: 68 estudantes; Estudo 2: 93 estudantes	18 alunos no primeiro semestre e 30 no segundo	113 alunos	32 alunos	14 professores
Quantidade de MC que foram montados.	Em média dois MC por aluno*	Não informa	Não informa	Quatro MC por aluno	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Organização do curso.	Utilização de MC como Pré e Pós-testes	Não deixa explícito	Dois módulos	Participação dos alunos em palestras e aulas de laboratório e realização de testes de múltipla escolha	A disciplina foi conduzida na modalidade "Método Keller".	Aplicação dos conteúdos e posterior aplicação de testes, perguntas com respostas curtas e construção de MC)	Construção de MC antes e depois da aplicação de atividades de laboratório com o grupo experimental	Construção de MC em dois momentos, além da aplicação de entrevistas
Tema(s) gerador(es) dos MC.	Conteúdos sobre o planejamento do curso	Lista fechada de conceitos (Temperatura, energia, calor, agitação, partículas, dilatação, etc.).	Não informa	Conteúdo referentes à célula e aos seres vivos	Conteúdo referente a três unidades das 21 trabalhadas	Diversos temas das unidades de ensino (ex. Célula, invertebrados, vertebrados, fungos)	Tópicos de química inorgânica e química orgânica	Temas da ciência física (calor, luz, som e eletricidade)
Explicação sobre	Sim	Sim	Não informa	Sim	Não informa	Sim	Não informa	Sim

teoria/montagem dos MC.								
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Não informa	Não	Não informa	Não informa	Não informa	Não	Não informa	Não informa
Período em que foram trabalhados os MC.	Um semestre	De 1992 a 1993	120 minutos divididos em dois módulos 80 e 40 min.	Um semestre	No primeiro e segundo semestres letivos de 1996	23 semanas	Um semestre (50 min de teoria e 3h de aula prática por semana)	Um semestre (3 horas por semana)
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Grupos*	Individualmente*	Individualmente e em grupos	Individualmente	Individualmente e em grupos*	Individual e em grupos	Individualmente	Duplas
Os MC eram discutidos pelos estudantes?	Sim	Não informa	Sim	Não informa	Não informa	Sim	Não informa	Não informa
Tipo de montagem dos MC.	Não informa	Não informa	Não informa	Manuscritos	Manuscritos*	Manuscritos*	Inspiration Software	Não informa
Técnica de construção dos MC.	C-MAP	S-MAP	S-MAP	C-MAP	S-MAP	S-MAP	S-MAP	C-MAP
	WILLIAMS (1998)	MCCLURE, SONAK e SUEN (1999)	STRUCHINER, VIEIRA e RICCIARDI (1999)	STODDART et al, 2000	RUIZ-PRIMO, (2000)	ANDERSON, LUCAS e GINNS (2000)	ODOM e KELLY (2001)	JACOBS-LAWSON e HERSHEY (2002)
Nível de Ensino.	Superior	Superior	Superior	Ensino Fundamental e Médio	Ensino Médio	Ensino Primário	Ensino Secundário	Superior
Disciplina(s).	-	Psicologia Educacional	-	Ciências	Química	Ciência	Biologia	-
Quantidade de estudantes	Dois grupos: 28alunos e 8	63 alunos	38 alunos	Não informa	Estudo 1: 40 estudantes, 2	12 alunos	108 alunos	17 alunos

participantes do estudo.	professores /especialistas.				professores e um especialista (químico); Estudo 2: 152 estudantes.			
Quantidade de MC que foram montados.	Não informa	63 MC em uma das etapas da pesquisa	36 MC	724 MC	Não informa	Um MC. Porém ele foi sendo reelaborado durante 3 fases do estudo	Não informa	34 (em média 2 por aluno)
Organização do curso.	Os MC foram montados por dois grupos de alunos os da seção de reforma e da seção tradicional e um grupo de professores especialista.	Aplicação de questionário, treinamento quanto a montagem de MC e avaliações com MC	Dividido em duas etapas: estudo piloto e estudo definitivo	Fase de treinamento e aplicação de uma pré e pós-avaliação	A pesquisa foi desenvolvida por meio de dois estudos, cada um com técnicas diferentes de construção de MC	Construção de MC nas fases de pré-visita, pós-visita e pós-atividade em um museu de ciência	A pesquisa envolveu quatro grupos de tratamento (MC, ciclo de aprendizagem, expositiva, MC/ciclo de aprendizagem.	Utilização de MC como Pré e pós-testes
Tema(s) gerador(es) dos MC.	“Funções”	Lista de conceitos do curso sobre teorias cognitivas	Conhecimentos relacionados ao conceito de esmalte dentário.	Conteúdos do currículo que seriam estudados	Estudo 1: Ions, Moléculas e Compostos; Estudo 1: conceitos fornecido pelo acessor.	“Eletricidade e Magnetismo”	“Difusão e osmose”	“Psicologia”
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Não informa	A maioria	Não	Não informa	Não informa	Não informa	Sim	Não informa
Período em que foram	Não informa	90 minutos	Não informa	Uma semana	Não informa	Não informa	Em média sete semanas	Um semestre

trabalhados os MC.								
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Individualmente	Individualmente*	Individualmente	Individualmente*	Individualmente e em Grupos	Duplas e Individualmente	Individualmente e em grupos	Individualmente
Os MC eram discutidos pelos estudantes?	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Sim	Sim	Não informa
Tipo de montagem dos MC.	Não informa	Não informa	Manuscritos	Manuscritos*	Não informa	Software Inspiration	Não informa	Manuscritos*
Técnica de construção dos MC.	S-MAP	S-MAP	C-MAP	C-MAP	S-MAP e F-MAP	C-MAP	S-MAP	S-MAP
	CONCEIÇÃO e VALADARES (2002)	BESTERFIELD-SACRE et al (2004)	NAVARRO-CLEMENTE, DOMÍNGUEZ-PÉREZ e ORTIZ-ESQUIVEL (2004)	MARÍA e IRMA (2004)	HUGO CHROBAK (2004)	ARBEA e CAMPO (2004)	ARÁNGUIZ, BERRAONDO E TORRE (2004)	IRAIZO (2004)
Nível de Ensino.	Ensino Fundamental	Superior	Superior	Superior	Superior	Ensino Médio	Superior	Ensino Primário
Disciplina(s).	Física e química	-	-	Física I	Física I	Ciências da Natureza	Fisioquímica	-
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	52 alunos	46 alunos e 27 idosos	63 alunos	45 alunos	Não informa	19 alunos	Não informa	43 alunos (dois grupos 22 e 21)
Quantidade de MC que foram montados.	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Organização do curso.	Pré e pós-testes com um	O curso foi desenvolvido	Elaboração de MC pelos	2 etapas. Uma de	Em duas atividades:	Três fases: Introdução,	Desenvolvimento de uma	Seis fases: 1 Preparação do

	grupo experimental e um grupo controle.	em duas fases: uma no ano 2000 com os 46 alunos e outra em 2002 com 27 idosos	professores (especialista) e alunos	desenvolvimento instrucional e outra de implementação	1ª De integração e monitoramento de suas aprendizagens 2ª Modo de reflexão	focalização e resumo.	unidade temática estruturada em cinco temas	MC da instrução; 2 realização de um MC inicial; 3 avaliação inicial dos alunos, antes do período de instrução; 4 instrução; 5 realização de um MC ao finalizar a matéria; 6 construção de um MC final.
Tema(s) gerador(es) dos MC.	Os MC foram montados de acordo com as concepções prévias dos alunos	Conceitos sobre engenharia industrial	"Soluções"	A partir de um texto escrito	"Cinemática"	"Energia"	Após a explicação dos conteúdos	Lista de conceitos das grandezas de medida.
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Sim	Sim	Não informa	Sim	Não informa	Sim	Não informa	Não informa
Os estudantes já possuem experiência com MC?	80% não tiveram contato com MC	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Sim	Não informa	Não informa
Período em que foram trabalhados os MC.	Não informa	Um mês para cada fase	Não informa	6 horas semanais, durante 15 semanas	Não informa	9 semanas, sendo 3 seções por semana	Aproximadamente 2 meses	Não informa
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos	Individualmente *	Individualmente	Individualmente *	Individualmente	Individualmente *	Individualmente *	Individualmente *	Individuais e em grupos

e/ou em duplas?								
Os MC eram discutidos pelos estudantes?	Sim	Não informa	Não informa	Sim	Sim	Não informa	Não informa	Não informa
Tipo de montagem dos MC.	Não informa	Manuscritos*	Manuscritos (os do aluno)*	Cmap Tools	Cmap Tools (o do professor)*	Cmap Tools	Cmap Tools	Cmap Tools
Técnica de construção dos MC.	C-MAP	S-MAP	S-MAP	C-MAP	S-MAP	C-MAP	C-MAP	S-MAP
	DALEY (2004)	ALI e ISMAIL (2004)	GOUVEIA e VALADARES (2004)	YOVAL et al (2004)	YIN et al (2005)	ASSARAF e ORION (2005)	CAÑAS et al (2006)	BONASTRE e PINA (2006)
Nível de Ensino.	Pós-Graduação	Formação de professores	Não informa	Superior	Ensino Fundamental	Ensino Secundário	Capacitação de professores	Superior
Disciplina(s).	-	-	Química	Biologia IV	Ciências	Ciências	-	Fundamentos de bases de dados
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	21 alunos	100 professores	Não informa	221 alunos	92 alunos	Cerca de 50 alunos	Não informa	17 estudantes
Quantidade de MC que foram montados.	Três MC por aluno	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Em média dois MC por aluno	50 MC	Não informa
Organização do curso.	Elaboração de MC e entrevistas	Não deixa explícito	Aplicação de MC com o grupo experimental e ensino tradicional com o grupo controle	Fase inicial para familiarização com os MC, elaboração de conceitos para posterior construção de MC	Construção de MC ciando (C) e selecionando (S) frases de ligação	Utilização de ferramentas antes durante e depois do processo de aprendizagem	Duas fases. Primeira - estudo preliminar; segunda - resultados da confiabilidade.	Em duas fases: Sensibilização; busca e organização do conhecimento;
Tema(s) gerador(es)	Não informa	Não informa	“Reações Ácido-base”	Uma lista de 20 conceitos	Lista de conceitos sobre	Lista de conceitos	Não informa	“Conceptos Fundamentales

dos MC.					o tema "Flutuabilidade"	referente ao ciclo da água		de Bases de Dados".
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Sim	Sim	Não informa	Não informa	Sim	Sim	Não informa	Sim
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Não	Não informa	Não informa	Não	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Período em que foram trabalhados os MC.	Dois semestres	3 meses	Não informa	Não informa	7 semanas	Não informa	Não informa	
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Individuais*	Em grupos	Individuais e em grupos	Não informa	Em grupos*	Individualmente e em duplas	Individuais*	Individuais e em grupos
Os MC eram discutidos estudantes?	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Sim
Tipo de montagem dos MC.	Não informa	Manuscritos	Cmap Tools	Não informa	Manuscritos	Manuscritos*	24 manuscritos e 26 com outro programa	Cmap Tools
Técnica de construção dos MC.	Não deixa explícito	C-MAP	Não deixa explícito	S-MAP	S-MAP	S-MAP	Não informa	C-MAP
	POVEDA, SANZOL e ONECA (2006)	PÉREZ RODRÍGUEZ et al (2006)	RAMÍREZ, BARRIGA e ZÁRATE (2006)	REZENDE, GARCIA e COLA (2006)	RODRIGUEZ (2006)	IRAIZOZ SANZOL e GONZÁLEZ GARCÍA (2006)	AÑEZ, FERRER e VELAZCO (2006)	EDURNE ARANTZA (2006)
Nível de Ensino.	Ensino Primário	Superior (Licenciatura em ciências físicas)	Ensino Secundário	Superior	Ensino primário	Ensino primário	Superior	Ensino Secundário

Disciplina(s).	Matemática	Didática da física	-	Biomecânica I e Cinesiologia	Ciências	-	-	Matemática
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	41 crianças	Não informa	96 estudantes	13 da disciplina Biomecânica I e 10 da disciplina Cinesiologia.	15 professores e 36 alunos	Não informa	108	63 alunos
Quantidade de MC que foram montados.	Não informa	65 MC	10 MC	23 MC	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Organização do curso.	Introdução; Foco cognitivo; Aplicação	Construção de MC e discussão dos mesmos pelos colegas	Em quatro fases. 1ª: fase de diagnóstico; 2ª: fase de treinamento; 3ª: fase de ensino; 4ª: fase de avaliação	Pesquisa desenvolvida em três etapas	Instruções utilizando abordagens pedagógicas e tecnologias de aprendizagem	Leitura de textos para montagem de MC	Três momentos: 1º buscar as concepções prévias dos estudantes; 2º: exposição do professor e 3º: consolidação do conhecimento	Introdução, focalização e resumo
Tema(s) gerador(es) dos MC.	"Medição de grandezas"	"Corrente elétrica"	"Vício"	"Movimento de uma articulação do corpo humano"	"Placas tectônicas, estrutura e função celular e seres vivos"	Não houve um tema específico	"As soluções"	Lista de 25 conceitos sobre o tema Proporcionalidade
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Não informa	Não informa	Sim	Não informa	Sim	Não	Sim	Não informa
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Sim	Não informa	Não informa	Não informa	Não	Sim	Não informa	Não informa
Período em que foram trabalhados os MC.	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa exatamente.	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa

Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Não informa	Individuais	Individuais	Individualmente*	Não informa	Individualmente*	Em grupos*	Individuais e em grupos
Os MC eram discutidos pelos estudantes?	Não informa	Sim	Sim	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Tipo de montagem dos MC.	Não informa	Cmap Tools	Não informa	Manuscritos*	Não informa	Manuscritos*	Não informa	Cmap Tools
Técnica de construção dos MC.	Não informa	S-MAP	S-MAP	C-MAP	F-MAP	C-MAP	C-MAP	S-MAP
	SOARES e VALADARES (2006)	DALEY et al (2006)	ONECA, SANZOL e POVEDA (2006)	AZEVEDO e LANDO (2006)	STODDART (2006)	SAMAWI (2006)	IULI e HIMANGSHU (2006)	MASSONI e MOREIRA (2007)
Nível de Ensino.	Ensino Secundário	Superior	Ensino Primário	Superior	Ensino Fundamental	Superior	Superior	Superior
Disciplina(s).	Química e Física	-	Matemática	Bioquímica	Inglês	-	Química, biologia	História e Epistemologia da Física
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	28 do grupo experimental e 27 do grupo controle	63 alunos	Não informa	60 alunos	Não informa	32 do grupo experimental e 45 do grupo controle	79 alunos	Não informa
Quantidade de MC que foram montados.	86 MC do grupo experimental e 54 MC do grupo controle	3 MC por aluno	Não informa	Não informa	Não informa	2 MC por aluno	Não informa	Não informa
Organização do curso.	Aplicação de MC antes durante e após o ensino do	Não deixa explícito	Período de treinamento quanto à montagem de	Montagem de MC antes da aplicação do DMDV	Três fases: 1ª – instruções de como montar um MC; 2ª –	Atividades desenvolvidas pelo grupo experimental e	Entrevistas, observações, construção de MC e	O curso foi organizado por meio da construção de

	conteúdo sobre acústica		MC, período de busca das concepções prévias, período de instrução e período pós instrução	(Diagrama Metabólico Dinâmico Virtual), durante e depois do estudo com DMDV	seleção de conceitos referente ao conteúdo; 3ª – elaboração dos MC	grupo controle	questionários	MC, realização de seminários, e monografias
Tema(s) gerador(es) dos MC.	“Acústica”	“Problemas clínicos”	Conteúdos referentes a magnitudes de medição	Conteúdos do software sobre ciclo de Krebs e metabolismo de carboidratos	Conceitos de uma unidade que será ensinada	Conteúdo do curso de enfermagem	“Resolução de problemas ambientais”	“Epistemologia de Popper, Lakatos e Kuhn; filosofia de Bachelard, Laudan e de Toulmin”.
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Não informa	Não informa	Sim	Não informa	Sim	Não informa	Não informa	Não informa
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Período em que foram trabalhados os MC.	Não informa	Três meses	Seis semanas	Não informa	Quatro semanas	Um semestre	Um semestre	Não informa exatamente.
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Individuais e em grupos	Individualmente *	Individuais	Individualmente *	Individuais e em grupos	Individuais	Individualmente *	Grupos
Os MC eram discutidos pelos estudantes?	Sim	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Sim
Tipo de	Não informa	Cmap Tools	Não informa	Cmap Tools*	Manuscritos*	Não informa	Não informa	Manuscritos e

montagem dos MC.								no Cmap Tools.
Técnica de construção dos MC.	S-MAP	C-MAP	S-MAP	Não deixa explícito	S-MAP	F-MAP	Não deixa explícito	C-MAP
	SILVA e SOUSA (2007)	MENDONÇA, SILVA e PALMERO (2007)	FILHO (2007)	RUIZ-MORENO et al (2007)	SCHAAL, (2008)	MENDIA e GARCÍA (2008)	YOVAL et al (2008)	SOARES e CUNHA (2008)
Nível de Ensino.	Ensino Médio	Ensino Fundamental	Superior	Pós-graduação	Ensino Secundário	Ensino Secundário	Ensino Médio	Ensino Secundário
Disciplina(s).	Física	-	-	Processo de Ensino-Aprendizagem e Educação em Saúde	Biologia, matemática e física (Interdisciplinar)	Matemática	Biologia IV	Física
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	Só informa que foram duas turmas	13 alunos	Não informa	Não informa	106 alunos	84 alunos (29 do grupo controle e 55 do grupo experimental)	Dois grupos de estudantes um com 34 e outro com 39.	56 alunos (28 do grupo experimental e 28 do grupo controle)
Quantidade de MC que foram montados.	22 MC	Não informa	Não informa	31 MC	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Organização do curso.	As aulas foram desenvolvidas em 5 momentos	Organizado em 5 etapas	Curso organizado em três momentos: 1º. Levantamento de concepções prévias sobre a temática; 2º. Listagem de várias palavras soltas; 3º. Leitura de texto	Dois módulos, um de 20 horas-aula e outro de 24 horas aula	Utilização de pré e pós-testes	Construção de MC antes e depois da instrução	Montagem de MC por meio de uma pergunta e montagem de MC por meio de uma lista de conceitos. Além da aplicação de entrevistas	Construção de MC antes, durante e após instruções referentes ao conteúdo
Tema(s) gerador(es)	Não há um único tema	Não houve um tema	Alimentos nosso	Tema "Educação em	Conceitos inter-relacionados	"Proporcionalidade"	"O que é evolução?"	"Som"

dos MC.	gerador, os MC foram montados de acordo com alguns tópicos do conteúdo	específico, os MC foram elaborados de acordo com o tema “água” que estava sendo ensinado	combustível	Saúde” e de outros conteúdos da disciplina.	de ciências e termodinâmica		“Evolução dos seres vivos”	
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Sim	Sim	Não informa	Sim	Não informa	Não informa	Sim	Sim
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Não Informa	Não*	Não informa	Em uma das disciplinas os alunos tinham experiência	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Período em que foram trabalhados os MC.	Entre o 2º e 3º bimestre de 2006	Fevereiro a dezembro de 2006.	De março de 2005 a junho de 2007	Um semestre letivo	Seis aulas	Um ano letivo	Seis seções de 50 minutos	Um ano letivo
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Individualmente*	Individualmente	Individualmente	Grupos, duplas e individualmente	Duplas	Individualmente*	Grupos	Individualmente e em grupos
Os MC eram discutidos pelos estudantes?	Não informa	Não informa	Não	Sim	Não informa	Não informa	Não informa	Sim
Tipo de montagem dos MC.	Não informa	Não informa	Manuscritos*	Não informa	Outro	Cmap Tools*	Cmap Tools*	Cmap Tools*
Técnica de construção dos MC.	C-MAP	C-MAP	S-MAP e C-MAP	S-MAP e C-MAP	S-MAP	S-MAP	S-MAP e F-MAP	C-MAP

	DUNKER, MAGNTORN e HELLDÈN (2008)	GERSTNER e BOGNER (2008)	SEGALÀS, FERRER-BALAS e MULDER (2008)	BROGGY e MCCLELLAND (2008)	ALMEIDA e MOREIRA (2008)	TOIGO e MOREIRA (2008)	VENÂNCIO e KATO (2008)	NUNES PINO (2008)
Nível de Ensino.	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Superior	Superior	Superior	Superior	Ensino médio	Ensino Médio
Disciplina(s).	Química	Ciências naturais	-	Física	Física e Engenharia (grupo de comparação)	-	Não informa	Química
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	92 alunos	397 alunos	700 estudantes	88 alunos na fase 1 e 79 na fase 2	125 alunos	Não informa	19 alunos	34 alunos
Quantidade de MC que foram montados.	Não informa	81 MC	Em média dois MC por aluno*	Em media três MC por aluno	39 MC	Não informa	38 MC	34 MC
Organização do curso.	Utilização de entrevistas, construção e análise de MC	Instrução centrada no professor, instrução prática e mapeamento de conceitos	Avaliação dos alunos no início e no fim do curso sobre sustentabilidade	Aplicação de MC e de questionários de pesquisa	Atividades do grupo experimental foram desenvolvidas durante o horário da disciplina	Tópicos do conteúdo	Leitura de textos e outros	Não explicita a organização do curso
Tema(s) gerador(es) dos MC.	“Queima e combustão”	“Água - base da vida”	“Sustentabilidade”	Luz, som, eletricidade e magnetismo	Não há um tema específico. Foi sugerido que os alunos montassem os MC de acordo com os conteúdos que foram vistos em aulas anteriores.	Não há um único tema gerador, os MC foram montados de acordo com alguns tópicos do conteúdo.	“O que você sabe sobre a dengue?”	“Átomo”

Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Não informa	Sim	Não informa	Sim	Não informa	Sim	Não	Não informa
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Não informa	Não	Não informa	Não informa	Não informa	Alguns alunos	Sim	Não informa
Período em que foram trabalhados os MC.	Não informa	135 minutos*	Não informa	Um ano	Durante o segundo semestre letivo de 2005 e primeiro de 2006.	Não informa	5 encontros de 50 min cada.	Não informa
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Em grupos*	Em grupos	Individualmente*	Individuais e em grupos	Individualmente e em grupos	Em grupos	Individualmente	Individualmente*
Os MC eram discutidos pelos estudantes?	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Sim	Sim	Não informa	Não informa
Tipo de montagem dos MC.	Manuscritos*	Não informa	Não informa	Cmap Tools*	Não informa	Cmap Tools	Manuscritos	Manuscritos
Técnica de construção dos MC.	Não deixa explícito	S-MAP	C-MAP	S-MAP	C-MAP	C-MAP	C-MAP	C-MAP
	HENNO e REISKA (2008)	ÄHLBERG e AHORANTA (2008)	LEMONS, MOREIRA e MENDONÇA (2008)	DAHNCCKE e REISKA (2008)	INGEÇ (2009)	KRUMMENAUER e COSTA (2009)	RAZERA, MENDES, DUARTE e BARRETTO (2009)	GALVÃO (2009)
Nível de Ensino.	Ensino Médio	Não informa	Ensino Secundário	Ensino Fundamental	Curso de formação de	Educação de Jovens e Adultos	Ensino Fundamental	Superior

Disciplina(s).	Ciências	Não informa	Ciências	Física	Física	Física	Ciências	Fisiologia Geral
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	29 estudantes	Não informa exatamente	22 alunos	Dois estudos: um com 9 e outro com 10 estudantes	73 alunos	40 alunos	20 alunos	Não informa, diz apenas que é um grupo de alunos
Quantidade de MC que foram montados.	Não informa	Não informa	Em media três MC por aluno	130 MC	73 MC	Não informa	27 MC	Não informa
Organização do curso.	Instruções sobre o conteúdo, aplicação de avaliação sumativa e construção de MC	Pesquisa desenvolvida por meio do desenvolvimento de quatro experimentos seguidos de construções e análise de MC	Debate livre, seguido da leitura do livro didático e uma discussão, atividades em grupo e, por fim, uma avaliação escrita os dados recém adquiridos	Montagem de pré e pós-testes e utilização de grupo experimental e grupo controle	Os alunos construíram MC e também realizaram um teste de desempenho	MC construídos após a abordagem dos conteúdos	Ocorreram estratégias envolvendo aulas, pesquisas e trabalhos diversos de classe e extraclasse	Estudo desenvolvido em quatro fases
Tema(s) gerador(es) dos MC.	Conteúdo referente ao sistema digestivo e sistema excretor	Os MC foram montados sobre a temática dos experimentos: atmosfera, biologia humana, Austrália e o Sol e os planetas.	"Répteis"	"A oferta de energia em um sistema dinâmico de centrais diferentes" "Energia, consumo em casa"	Conhecimentos dos alunos sobre os conteúdos de dinâmica e impulso	Não há um tema gerador, os MC foram montados de acordo com o conteúdo abordado sobre cinemática e dinâmica	"Animais"	"Homeostasia"
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Sim	Não	Sim	Não informa	Sim	Sim	Sim	Não informa
Os estudantes já possuem	Não*	Sim	Não	Não informa	Não informa	Não	Não informa	Não informa

experiência com MC?								
Período em que foram trabalhados os MC.	Um ano letivo	Não informa exatamente	Três encontros de 90 minutos	Não informa	Não informa exatamente	Não informa	Aproximadamente 3 meses	Não informa
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Individualmente	Individualmente	Individualmente	Individualmente*	Individualmente	Grupos	Individualmente	Não informa
Os MC eram discutidos pelos estudantes?	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Sim	Sim	Não informa
Tipo de montagem dos MC.	Cmap Tools	Não informa	Manuscritos*	MC montados com etiquetas auto-adesivas e com o programa CMap	Manuscritos*	Manuscritos e no Cmap Tools	Não informa	Manuscritos*
Técnica de construção dos MC.	C-MAP	C-MAP*	C-MAP*	C-MAP*	C-MAP	C-MAP	C-MAP	C-MAP
	MARTINS, LINHARES e REIS (2009)	COGO et al (2009)	PACHECO e DAMASIO (2009).	CORREIA, SILVA e JUNIOR (2010)	SILVEIRA e MILTÃO (2010)	SOIKA, REISKA e MIKSER (2010)	RAMÍREZ (2010)	ROMANO-JR e CORREIA (2010)
Nível de Ensino.	Ensino médio e superior	Superior	Curso Técnico	Superior	Ensino Fundamental	Ginásial	Superior	Superior
Disciplina(s).	Ensino Médio-Física	Introdução a Anamnese e ao Exame Físico de Enfermagem	-	Ciências da Natureza	Física	Química	-	-
Quantidade de	36 do ensino	20 alunos	29 alunos	109 alunos	Não informa	41 estudantes	28 estudantes	Não informa

estudantes participantes do estudo.	médio e 16 do ensino superior							
Quantidade de MC que foram montados.	22 da turma do ensino médio e 04 ensino superior	11 MC	64 MC	109 MC	Não informa	Não informa exatamente, mas 29 alunos montaram 2 MC cada	Em média 172 MC revisados	55 MC
Organização do curso.	Foi organizado dois encontros com a turma do ensino médio	O curso foi dividido em cinco módulos	Curso foi organizado de maneira modular, sendo cada módulo constituído por diversas unidades curriculares	Textos referentes aos conteúdos que seriam abordados nos MC	MC construídos após a abordagem de vários conteúdos	Construção de MC após a aplicação de dois métodos de ensino diferentes	Elaboração de pastas de MC, mediação de docente e avaliação e qualificação das pastas de MC	Leituras preparatórias, sessões de filme e construção de MC
Tema(s) gerador(es) dos MC.	Não houve uma questão focada específica e sim uma lista de conceitos sobre mecânica de voo que foram indicados pelo professor	Não houve um tema gerador específico e sim os conceitos que foram discutidos referentes à anamnese	MC foram montados em vários momentos com o tema chuva ácida	"Como a ciência e a tecnologia influenciaram a compreensão da sociedade sobre o universo?"	Não há um tema gerador e sim vários temas relacionados com a Astronomia	Lista de conceitos químicos	5 perguntas referentes ao tema desenvolvimento gráfico, aprendizagem e leitura e escrita	"Como é que a bioética regular a relação entre ciência e sociedade?"
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Sim	Sim	Sim	Sim	Não informa	Não informa	Não informa	Sim
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Não informa	Não	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Período em que foram trabalhados os	Não informa a quantidade total de horas.	60 horas	Durante um semestre	Ao longo do 1º semestre de 2009	Não informa	Apenas informa que foram dois dias	Não informa	15 semanas (duas horas semanais)

MC.								
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Grupos	Individualmente	Individualmente e em grupos	Individualmente	Individualmente e em grupos	Individualmente e em grupos	Individualmente e em duplas	Individualmente
Os MC eram discutidos pelos estudantes?	Sim	Não informa.	Sim	Não informa	Sim	Não informa	Não informa	Não informa
Tipo de montagem dos MC.	Manuscritos*	Cmap Tools	Manuscritos e no Cmap Tools	Não informa	Manuscritos	Não informa	Cmap Tools	Manuscritos e no Cmap Tools
Técnica de construção dos MC.	C-MAP e S-MAP	C-MAP	C-MAP	C-MAP	C-MAP	S-MAP	C-MAP	S-MAP
	ALMEIDA e FONTANINI (2010)	ÁVILA e BORGHT (2010)	MENDONÇA e MOREIRA (2010)	CAVALCANTI (2010)	VELÁSQUEZ (2010)	DÍAZ-GRANADOS (2010)	MILLER et al (2010)	CURSEU, SCHALK e SCHRUIJER, (2010)
Nível de Ensino.	Superior	Superior	Ensino Fundamental	Superior	Ensino Médio	Superior	Ensino Primário	Superior
Disciplina(s).	Fundamentos da Matemática e de Cálculo Diferencial e Integral I	Ecologia 2	Ciências	-	-	Construtivismo	Ciências Naturais	-
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	4 alunos	50 estudantes	16 alunos	57 estudantes (31 período integral e 26 período noturno)	Não informa	Não informa	55 do grupo experimental e 53 do grupo controle	359 estudantes
Quantidade de MC que foram montados.	28 MC	Três MC por aluno	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Organização do curso.	Desenvolvimento de atividades	Realização de MC antes,	Os MC foram montados em	Familiarização quanto ao uso	Construção de MC e	Utilização de entrevistas e	Intervenção experimental	Elaboração de projetos de

	de modelagem matemática e confecção dos MC	durante e depois do curso de ecologi.	e três momentos distintos: antes, durante e após o desenvolvimento do conteúdo sobre o tema Mamíferos	da ferramenta MC, montagem de MC e leitura de livros	discussões com os grupos (fase de seleção de conceitos e formação das proposições)	construção de MC	com grupo experimental e grupo controle	pesquisa, e construção de MC cognitivos e MC a partir de conceitos referentes aos projetos
Tema(s) gerador(es) dos MC.	“Função, função do 1º grau”	Conceitos fundamentais da disciplina	“Mamíferos”	“Equilíbrio Químico”	Conceitos na área de tecnologia e informática	Conteúdos da disciplina	“Fontes de Energia”	Tema dos projetos (tema livre)
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Sim	Não informa	Não informa	Sim	Não informa	Sim	Não	Sim
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Sim	Não informa
Período em que foram trabalhados os MC.	45 horas/aula de atividades	Não informa	33 encontros de 50 minutos (três vezes por semana)	Não informa	Não informa	Um semestre	10 semanas (com seções de 45 minutos realizadas uma vez por semana)	Um semestre (14 semanas)
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Individuais, em grupos e em duplas	Individualmente	Em duplas	Em grupos*	Em grupos*	Individualmente	Grupos	Grupos
Os MC eram discutidos pelos?	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Sim	Sim	Não informa	Sim
Tipo de montagem dos MC.	Manuscritos e no Power Point.	Cmap Tools	Não informa	Não informa	LiveMappers	Manuscritos e no Cmap Tools	Cmap Tools	Manuscritos*

Técnica de construção dos MC.	C-MAP	S-MAP	C-MAP	S-MAP	S-MAP	C-MAP	C-MAP	S-MAP
	ASSARAF e ORION (2010)	KASSAB e HUSSAIN (2010)	AIZICZON e CUDMANI (2010)	RORATTO, NOGUEIRA e KATO (2011)	GARCIA e ARABÍ (2012)	CAVALCANTI e LOURENÇO (2012)	SOIKA, REISKA e MIKSER (2012)	CAVALCANTI e MAXIMIANO (2012)
Nível de Ensino.	Ensino Médio	Superior	Ensino superior	Ensino Fundamental	Ensino Primário	Ensino Médio	Não informa	Superior
Disciplina(s).	Ciências	-	-	Matemática	-	-	-	-
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	4 alunos	114 alunos	14 professores	Não informa	25 estudantes	29 estudantes	Estudo 1: 77 alunos Estudo 2: 62 alunos Estudo 3: 54 alunos	17 estudantes
Quantidade de MC que foram montados.	Não informa	456 MC	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Em média, dois MC por grupo*	Não informa
Organização do curso.	Estudo realizado em quatro etapas: fase 1 <sup>o</sup> conduzida antes do início do processo de aprendizagem; fase 2 <sup>a</sup> realizada durante o processo de aprendizagem; fase 3 <sup>a</sup> de realização do pós-teste; fase 4 <sup>a</sup> realizada seis anos depois, antes	Treinamento quanto ao uso da ferramenta MC, construção de MC e avaliação dos mesmos	Conteúdos e atividades divididos em módulos e textos	Sequência didática: Atividades iniciais, desenvolvimento das atividades e avaliação da aprendizagem	Leitura de texto e construção de MC	Construção de MC sobre o mesmo tema em momentos distintos	Utilização de animações individual, com explicação do professor e por meio da utilização de um texto referente ao tema da animação	Aplicação dos MC aos alunos em dois momentos distintos

	dos alunos ingressarem no ensino superior.							
Tema(s) gerador(es) dos MC.	Conceitos dos conteúdos da unidade curricular que aborda sobre o ciclo da água	MC gerados por meio de um problema em estudo (ex.: epilepsia)	Várias questões foco são discutidas	Conteúdos estudados sobre funções	Um texto narrativo: “Dom Quixote”	“Propriedades Coligativas”	Lista de conceitos nos três estudos	“Equilíbrio Químico”
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Não informa	Sim	Não informa	Sim	Sim	Sim	Não informa	Não informa
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não	Não informa	Não informa	Não informa
Período em que foram trabalhados os MC.	Não informa	Dois anos	16 horas divididas em 4 sessões	10 encontros de duas horas/aula	Não informa	Não informa claramente	Não informa exatamente	Não informa
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Duplas	Individualmente	Individualmente e em grupos	Individualmente	Individualmente *	Individualmente *	Grupos (nos três estudos)	Individualmente *
Os MC eram discutidos pelos?	Não informa	Não informa	Não informa	Sim	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Tipo de montagem dos MC.	Não informa	Não informa	Não informa	Manuscritos*	Cmap Tools	Não informa	Cmap Tools*	Cmap Tools*
Técnica de construção dos MC.	S-MAP	C-MAP	C-MAP	C-MAP	S-MAP	S-MAP	Os três estudos: S-MAP	S-MAP

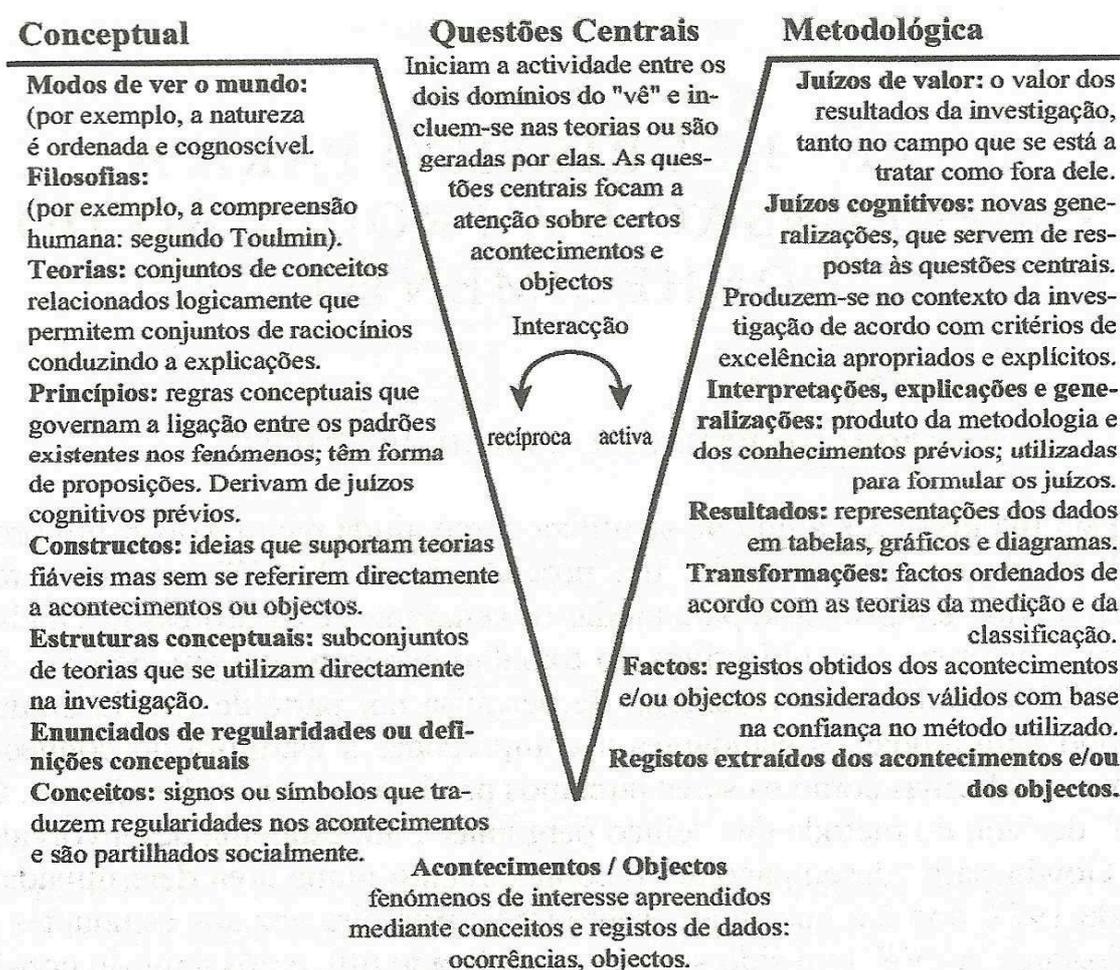
	MARTÍNEZ et al (2012)	MENDONÇA e SILVEIRA (2012)	SILVEIRA, SOUSA e MENDONÇA (2012)	CICUTO e CORREIA (2012)	AZCÁRATE e GARCÍA (2012)	MERRILL (2012)	VANHEAR (2012)	HARRELL et al (2012)	HILGER, MOREIRA e GRIEBELER (2012)
Nível de Ensino.	Superior	Ensino Primário	Ensino Primário	Superior	Ensino Secundário	Ensino Primário	Superior	Superior	Ensino Médio
Disciplina(s).	Técnicas experimentais em óptica	Ciências Naturais e Biologia	-	Ciências da Natureza	-	Ciências	-	-	Física
Quantidade de estudantes participantes do estudo.	Não informa	Três turmas com 16, 16 e 24 alunos cada	Não informa	69 alunos	Não explicitou a quantidade investigada	Não informa	Não informa	49 professores	Quatro turmas (Não informou os números)
Quantidade de MC que foram montados.	Não informa	Em média 3 MC por aluno	2 MC por aluno*	69 MC	Não informa	Não informa	2 MC por aluno*	Não informa	Não informa
Organização do curso.	Desenvolvimento de atividades de laboratório e	Construção de MC antes, durante e após o estudo dos conteúdos	Aplicação de avaliação diagnóstica no início e no final da intervenção	Textos, aulas expositivas e discussões em grupos.	Quatro etapas: Diagnóstica, elaboração e aplicação do módulo instrucional, aplicação de MC e análise de MC	Observações das aulas e entrevistas com professores e alunos e artefatos	Construção de Vê de Gowin e aplicação de MC como pré e pós-testes	Utilização de MC como pré e pós-tese e uma intervenção instrucional	Desenvolvimento de seis tarefas: construção de mapas mentais, questionamentos iniciais, tarefa de livre escolha, MC, avaliação individual e jornal de classe.
Tema(s) gerador(es) dos MC.	Conteúdos sobre "óptica"	"Solo, mamíferos e sistema respiratório"	Temas astronômicos	"Como o desenvolvimento científico-tecnológico se relaciona com as	Não deixa explícito	"Bacias Hidrográficas"	Tema referente à educação e desenvolvimento sustentável	"Dissolução"	Conceitos de quantização, incerteza, estados e superposição de estados

				mudanças climáticas?"					
Explicação sobre teoria/montagem dos MC.	Sim	Não informa	Não informa	Sim	Não informa	Sim	Não informa	Sim	Não informa
Os estudantes já possuem experiência com MC?	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa
Período em que foram trabalhados os MC.	8 seções de práticas de 4 horas cada uma	16, 33 e 20 encontros em cada turma. Cada encontro era de 50 min.	Não informa	Ao longo do 1º semestre de 2010	Quatro meses	Seis meses	Sete semanas, duas horas semanais	Não informa	Não informa
Os MC eram montados individualmente e/ou em grupos e/ou em duplas?	Individualmente e em duplas	Individualmente e em duplas	Individualmente*	Individualmente	Individualmente*	Individualmente*	Individualmente*	Individualmente*	Duplas
Os MC eram discutidos pelos estudantes?	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Não informa	Sim	Não informa	Não informa	Não informa
Tipo de montagem dos MC.	Cmap Tools	Manuscritos*	Cmap Tools*	Não informa	Manuscritos e no Cmap Tools	Manuscritos e Cmap Tools	Cmap Tools*	Não informa	Manuscritos*
Técnica de construção dos MC.	F-MAP e C-MAP	C-MAP*	Não deixa explícito	C-MAP	S-MAP*	C-MAP*	C-MAP*	S-MAP	C-MAP*

## APÊNDICE C

### “Vê” do conhecimento

É um instrumento heurístico inventado por D. Bob Gowin em 1977 que procura ajudar as pessoas a entender a estrutura do conhecimento e seu processo de construção ou até mesmo a desempacotar o conhecimento presente em livros, artigos científicos, atividade de laboratório, etc. Esse instrumento também pode ser chamado de Vê epistemológico, diagrama V, Vê heurístico e Vê de Gowin.



**Figura 1.** Uma versão expandida do “Vê” cognitivo, de Gowin, com descrições e exemplos dos elementos que o compõem. (NOVAK e GOWIN, 1996, p. 72).

Por meio da figura 4 é possível observar que o “Vê” apresenta uma questão central que deverá ser respondida por meio da interação entre o domínio conceitual (lado esquerdo) e do domínio metodológico (lado direito). É essa questão que identifica o que será estudado e quais os fenômenos envolvidos.

O domínio conceitual representa o pensar. Nele estão os conceitos, os quais podem gerar princípios e leis e estes, por sua vez, formam teorias. Essas teorias geram um sistema de crenças chamadas de filosofia, ou seja, a visão que as pessoas têm sobre determinado fenômeno ou teoria.

Na parte inferior, ou seja, na base do “Vê”, estão os acontecimentos que correspondem aos fenômenos de interesse, registros dos dados e objetos da pesquisa.

O domínio metodológico representa o fazer. Ele é guiado pelas transformações dos registros obtidos por meio dos acontecimentos/objetos. Essas transformações geram resultados que servirão para chegar aos juízos cognitivos, ou seja, a resposta à questão central do “Vê”. A partir daí é possível mostrar também a importância do que está sendo investigado tanto no campo da pesquisa, como fora dele, por meio dos juízos de valor.

Inicialmente, é bastante complexa a utilização desse instrumento, quando os alunos ainda não conseguem visualizar realmente a sua função e a importância de cada elemento do “Vê”. Porém, após um tempo de experiência, sua utilização torna-se mais prazerosa, pois os alunos passam a compreender aquilo que estão fazendo.

Novak e Gowin (1996) afirmam que é importante a utilização do “Vê” na avaliação. Ele pode ser considerado um instrumento valioso para o trabalho de laboratório, de estudo ou de campo. Segundo eles,

[...] os diagramas em “Vê” ajudam os estudantes a organizarem o seu pensamento, a agirem de um modo mais eficiente e produtivo, e, o que consideramos extremamente importante, a sentirem-se melhor consigo mesmos e mais responsáveis pelo que estão a fazer. (NOVAK e GOWIN, 1996, p. 130).

Eles acreditam que a avaliação educacional pode ser melhorada se conhecermos o modo como os seres humanos criam e valorizam o conhecimento e os processos biológicos por meio dos quais atingem a compreensão do conhecimento. (NOVAK e GOWIN, 1996, p. 128).

## ANEXO A

# Apêndice I: Como Construir um Mapa Conceptual

1. Identifiquem uma questão essencial que refira o problema, questões ou domínio de conhecimento que desejam traçar conceptualmente. Orientados por esta questão, identifiquem 10 a 20 conceitos que sejam pertinentes para a questão e listem-nos. Algumas pessoas consideram útil escrever os rótulos conceptuais em cartões separados ou em etiquetas Post-it™, para que possam ser trocados. Se trabalharem com software para a construção de mapas conceptuais, façam uma lista de conceitos no computador. Os rótulos conceptuais deveriam ter apenas uma palavra ou, quando muito, duas ou três.
2. Ordenem os conceitos, colocando a ideia mais vasta e inclusiva no topo do mapa. Por vezes, é difícil identificar o conceito mais vasto e inclusivo. É útil reflectir-se sobre a questão essencial como ajuda na decisão da ordenação dos conceitos. Por vezes, este processo leva à alteração da questão essencial ou à elaboração de outra.
3. Façam a lista e adicionem mais conceitos, à medida que for necessário.
4. Comecem a construir o mapa, colocando o(s) conceito(s) mais geral(ais) e inclusivo(s) no topo. Normalmente, só existem um, dois ou três conceitos mais gerais no topo do mapa.
5. Posteriormente, seleccionem os dois, três ou quatro subconceitos para colocar sob cada conceito geral. Evitem colocar mais de três ou quatro conceitos sob estes. Se parecerem existir seis ou oito conceitos que pertencem a um nível inferior do conceito ou subconceito importante, normalmente é possível identificar algum conceito apropriado de inclusão intermédia, criando-se, assim, outro nível de hierarquia no mapa.
6. Liguem os conceitos com linhas. Rotulem-nas com uma ou algumas palavras de ligação. Estas devem definir a relação entre os dois conceitos, de modo a que sejam lidos como uma afirmação ou proposição válida. A ligação gera significado. Quando se liga, hierarquicamente, um grande número de ideias relacionadas, pode ver-se a estrutura de significados de um determinado domínio de assuntos.
7. Voltem a trabalhar a estrutura do mapa, que pode incluir a junção, subtracção ou alteração dos conceitos superordenados. Podem ter de o fazer várias vezes e, de facto, este processo pode prosseguir indefinidamente, à medida que adquirirem novos conhecimentos ou discernimentos. É aqui que as etiquetas Post-it™ são úteis; melhor ainda é o software informático para criação de mapas.
8. Procurem ligações cruzadas entre conceitos nas diferentes secções do mapa e rotulem-nas. Muitas vezes, as ligações cruzadas podem ajudar a ver novas relações criativas no domínio do conhecimento.
9. Podem juntar-se exemplos específicos de conceitos aos rótulos conceptuais (ex., o gloden retriever é um exemplo específico de uma raça de cães).
10. Os mapas conceptuais deveriam ser feitos de muitas formas diferentes, para o mesmo conjunto de conceitos. Não existe uma forma pré-definida de se desenhar um mapa conceptual. À medida que a compreensão das relações entre os conceitos muda, o mesmo acontece com os mapas.

## ANEXO B

### *Aprender a aprender*

Tabela 2.3. *Estratégias para a introdução dos mapas conceptuais desde o grau sete do ensino básico até ao nível universitário.*

- 
- A. *Actividades prévias para preparar a elaboração dos mapas conceptuais*
1. Prepare duas listas de palavras conhecidas: uma de nomes de objectos e outra de designações de acontecimentos. Por exemplo, os nomes de objectos poderão ser carro, cão, cadeira, árvore, nuvem, livro; e as designações de acontecimentos poderão ser chuva, brincadeira, lavagem, pensamento, trovão, festa de anos. Pergunte aos alunos se eles conseguem explicar quais são as diferenças que existem entre as duas listas.
  2. Peça aos alunos que descrevam em que é que pensam quando ouvem a palavra carro, cão, etc. Faça com que eles se apercebam que embora usemos as mesmas palavras, cada um de nós pode pensar em algo um pouco diferente. Estas imagens mentais que associamos às palavras são os nossos *conceitos*; introduza a palavra conceito.
  3. Repita as actividades do ponto 2, utilizando agora palavras que designam acontecimentos. Mais uma vez, realce as diferenças nas nossas imagens mentais ou conceitos, referentes aos acontecimentos. Neste ponto, pode sugerir que uma das razões porque temos muitas vezes dificuldades em nos entendermos é o facto de os nossos conceitos não serem idênticos, embora conheçamos as mesmas palavras. As palavras são simples rótulos para os conceitos, mas cada um de nós tem de adquirir o seu próprio significado para as palavras.
  4. Agora liste palavras tais como são, onde, o, é, então, com. Pergunte aos alunos que imagens se formam nas suas mentes ao ouvirem cada uma destas palavras. Estas não traduzem conceitos; chamamo-lhes palavras de ligação e usamo-las no discurso oral e escrito. As palavras de *ligação* utilizam-se, juntamente com os conceitos, para construir expressões que têm significado.
  5. Os nomes próprios não são conceitos mas sim nomes de pessoas, acontecimentos, lugares ou objectos específicos. Utilize alguns exemplos e ajude os alunos a perceber a distinção entre as palavras que traduzem as *regularidades* dos acontecimentos ou objectos e as que designam acontecimentos ou objectos específicos (são os nomes próprios).
  6. Construa no quadro algumas frases curtas utilizando dois conceitos e palavras de ligação, de modo a ilustrar como é que os seres humanos utilizam os conceitos e as palavras de ligação para transmitir algum significado. Por exemplo: “O cão corre” ou, “Há nuvens e trovões”.
  7. Peça aos alunos que construam algumas frases curtas da sua autoria, que identifiquem as palavras de ligação e os conceitos e digam se estes se referem a objectos ou acontecimentos.
  8. Se tiver na turma estudantes bilingues, peça-lhes que mencionem algumas palavras estrangeiras que correspondam aos mesmos acontecimentos ou objectos. Ajude os alunos a perceberem que não é a linguagem que

## CONT. ANEXO B

### *Mapas conceptuais para a aprendizagem significativa*

Tabela 2.3. (cont.)

---

---

	faz os conceitos. As palavras servem apenas como rótulos que usamos para referenciar os conceitos. Se aprendermos as palavras mas não as regularidades nos objectos ou acontecimentos que essas palavras representam, não aprenderemos conceitos novos.
9.	Introduza algumas palavras pequenas mas que não sejam familiares à turma, tais como crítico ou conciso. Estas são palavras que designam conceitos que eles já conhecem, mas têm um significado de algum modo especial. Ajude os alunos a perceberem que os conceitos não são rígidos e fixos, mas podem desenvolver-se e mudar à medida que vamos aprendendo.
10.	Escolha uma secção de um livro de texto (uma página é suficiente) e tire fotocópias para distribuir pelos alunos. Escolha uma passagem que transmita uma mensagem concreta e peça aos alunos que a leiam e identifiquem os conceitos chave. (Normalmente encontram-se 10 a 20 conceitos relevantes numa página de um livro de texto.) Além disso, diga aos alunos para anotarem os conceitos e as palavras de ligação que são menos importantes para se entender o sentido do texto.

#### *B. Actividades de elaboração dos mapas conceptuais*

1. Selecciona um ou dois parágrafos especialmente significativos de um livro de texto ou de qualquer outro tipo de material impresso e peça aos estudantes que o leiam e seleccionem os conceitos mais importantes, ou seja, os conceitos que são necessários para se entender o significado do texto. Depois de estes conceitos terem sido identificados, prepare com eles uma lista no quadro ou projecte-a com o retroprojector e discuta com os estudantes qual é o conceito mais importante, qual é a ideia mais inclusiva do texto.
2. Coloque o conceito mais inclusivo ao princípio de uma nova lista ordenada de conceitos e vá-lhe acrescentando os restantes conceitos da primeira lista até todos os conceitos terem sido ordenados, da maior à menor generalidade e inclusividade. Os estudantes não estarão sempre todos de acordo em relação à ordenação, mas geralmente produzir-se-ão poucas diferenças de opinião que sejam relevantes. Aliás, isto é positivo, porque sugere que há mais do que uma maneira de entender o significado de um texto.
3. Agora, comece a elaborar um mapa, utilizando como referência a lista ordenada. Incentive os alunos a ajudar, pedindo-lhes que sugiram palavras de ligação adequadas para formar as proposições que se mostram nas linhas do mapa. Uma forma de fazer com que eles pratiquem a elaboração de mapas é dizer a alguns estudantes para escreverem conceitos e palavras de ligação em rectângulos de papel e depois reordenarem estes rectângulos à medida que vão descobrindo novas formas de organizar o mapa. (Consulte a figura 2.10.)

## CONT. ANEXO B

### *Aprender a aprender*

Tabela 2.3. (cont.)

- 
- 
4. Procure, a seguir, ligações cruzadas entre conceitos de uma secção do mapa e conceitos noutra parte da “árvore” de conceitos. Peça aos alunos que ajudem na escolha de palavras de ligação para as ligações cruzadas.
  5. A maior parte dos primeiros mapas têm uma má simetria ou apresentam grupos de conceitos com uma localização deficiente em relação a outros conceitos ou grupos de conceitos com os quais estão intimamente relacionados. Há que refazer os mapas, se tal se entender como útil. Explique aos estudantes que, para se conseguir uma boa representação dos significados preposicionais, tal como eles os entendem, há que refazer o mapa pelo menos uma vez, e por vezes duas ou três.
  6. Discuta o critério de classificação dos mapas conceptuais apresentado na tabela 2.4. e classifique o mapa conceptual que foi construído. Realce possíveis mudanças estruturais que possam melhorar o significado, ou mesmo a pontuação, do mapa.
  7. Peça aos estudantes para escolherem uma secção de texto ou outro material e repetirem sozinhos os passos 1-6 (ou em grupos de dois ou três).
  8. Os mapas elaborados pelos estudantes podem ser apresentados à turma no quadro ou em acetatos. Peça aos estudantes que “leiam” os mapas que elaboraram para tornar claro aos seus colegas de turma qual é o tema do texto, segundo a sua interpretação.
  9. Solicite aos estudantes que construam mapas conceptuais das ideias mais importantes dos seus passatempos favoritos, o desporto ou tudo aquilo que lhes interesse particularmente. Estes mapas podem ser colocados à turma, fomentando-se discussões informais sobre eles.
  10. No próximo teste, inclua uma ou duas perguntas sobre mapas conceptuais, para deixar claro que tais mapas constituem um procedimento válido de avaliação que exige pensar atentamente e que pode revelar a compreensão da matéria.
- 
-

## ANEXO C

### *Aprender a aprender*

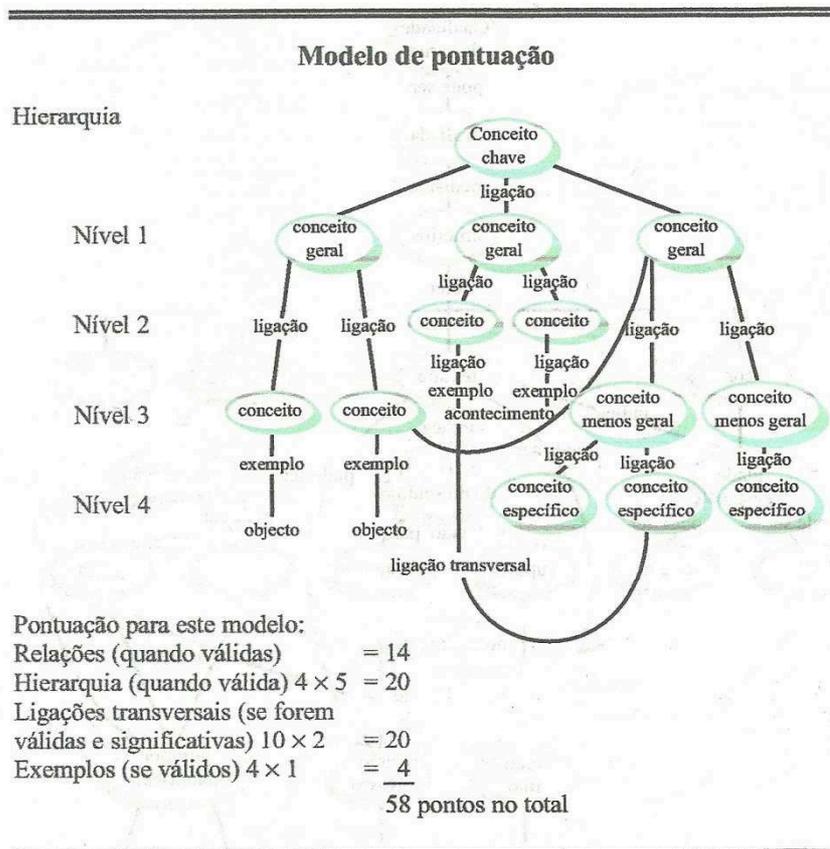
Tabela 2.4. Critérios de classificação dos mapas conceptuais

1. *Proposições.* A relação de significado entre dois conceitos é indicada pela linha que os une e pela(s) palavra(s) de ligação correspondentes? A relação é válida? Atribua um ponto por cada proposição válida e significativa que apareça. (Veja-se mais à frente o modelo de pontuação.)
2. *Hierarquia.* O mapa revela uma hierarquia? Cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito por cima dele (do ponto de vista do contexto no qual se constrói o mapa conceptual)? Atribua 5 pontos por cada nível hierárquico válido.
3. *Ligações cruzadas.* O mapa revela ligações significativas entre um segmento da hierarquia conceptual e outro segmento? Será que a relação que se mostra é significativa e válida? Atribua 10 pontos por cada relação cruzada que seja simultaneamente válida e significativa e 2 pontos por cada relação cruzada que seja válida mas que não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições ou conceitos relacionados. As ligações cruzadas podem indicar capacidade criativa e há que prestar uma atenção especial para as identificar e reconhecer. As ligações cruzadas criativas ou peculiares podem ser alvo de um reconhecimento especial ou receber uma pontuação adicional.
4. *Exemplos:* Os acontecimentos ou objectos concretos que sejam exemplos válidos do que designam os termos conceptuais podem valer cada um 1 ponto. (Estes exemplos não se rodeiam com um círculo, uma vez que não são conceitos.)
5. Pode-se construir e pontuar um mapa de referência para o material que se vai representar nos mapas conceptuais. Depois, dividem-se os pontos dos alunos pela pontuação obtida para esse mapa de referência, obtendo-se deste modo uma percentagem que serve de comparação. (Alguns alunos podem ter melhor classificação que o mapa de referência, recebendo assim uma pontuação superior a 100%.)

## CONT. ANEXO C

*Mapas conceptuais para a aprendizagem significativa*

Tabela 2.4. (cont.)



## ANEXO D

### Apéndice

#### TAXONOMÍA TOPOLOGICA

##### Nivel 0

- Predominan explicaciones largas sobre conceptos
- Sin palabras de enlace
- Lineal (0-1 puntos de ramificación)

##### Nivel 1

- Predominan conceptos sobre explicaciones largas
- Faltan la mitad o más de las palabras de enlace
- Lineal (0-1 puntos de ramificación)

##### Nivel 2

- Predominan conceptos sobre explicaciones largas
- Faltan menos de la mitad de las palabras de enlace
- Ramificación baja (2 puntos de ramificación)

##### Nivel 3

- Sin explicaciones largas
- No faltan palabras de enlace
- Ramificación media (3-4 puntos de ramificación)
- Menos de 3 niveles de jerarquía

##### Nivel 4

- Sin explicaciones largas
- No faltan palabras de enlace
- Ramificación alta (5-6 puntos de ramificación)
- 3 o más niveles de jerarquía

##### Nivel 5

- Sin explicaciones largas
- No faltan palabras de enlace
- Ramificación alta (5-6 puntos de ramificación)
- 3 o más niveles de jerarquía
- De 1-2 enlaces cruzados

##### Nivel 6

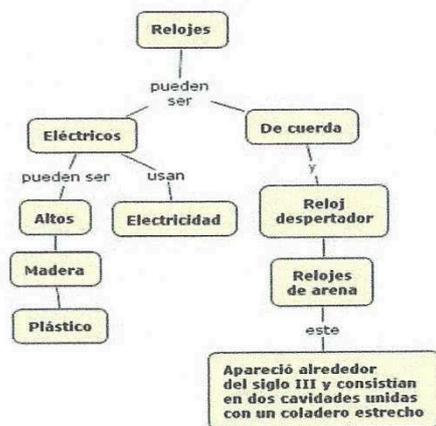
- Sin explicaciones largas
- No faltan palabras de enlace
- Ramificación muy alta (7 o más puntos de ramificación)
- 3 o más niveles de jerarquía
- Más de 2 enlaces cruzados

Al aplicar la taxonomía, el evaluador debe ceñirse a lo siguiente:

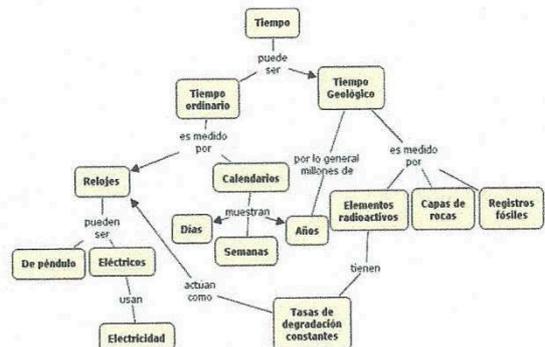
- Para pertenecer a un nivel dado, un mapa debe cumplir con **todos** los requisitos de ese nivel.
- Si un mapa no cumple con alguno de los requisitos de un nivel dado, entonces no pertenece a ese nivel sino a algún nivel más bajo.

**Nota:** Puede darse el caso de que un mapa de un nivel dado presente elementos de un nivel superior; sin embargo, sólo cuando presente **todos** los elementos de ese nivel superior podrá pertenecer a él.

Ejemplo de mapa conceptual de nivel 2



Ejemplo de mapa conceptual de nivel 5



## ANEXO E

### APPENDIX

#### SEMANTIC SCORING RUBRIC FOR CONCEPT MAPS

This semantic scoring rubric is meant to be applied to concept maps that, for the most part, contain no texts nor lack linking phrases. When it is deemed that a map does not meet the requirements to be evaluated semantically, it is given a total score of 0 and assigned to the category of “unevaluated” concept maps. In tailoring the tool to a specific concept mapping task it is important to take into account the author’s personal context: age, educational level, cultural background, etc., as well as the instructional setting in which construction of the map takes place (e.g., based on readings, videos, plays, experiments, field trips), and the objective/subjective nature of the content. This is particularly important for criteria 1 and 3.

This tool was designed to provide a reasonable guide to content evaluation in the context of Panama’s Conéctate Project. Occasionally, strict adherence to the scoring rubric will not necessarily result in the fairest or wisest evaluation of a map’s content. Thus, in applying this rubric it is important to keep in mind the ‘spirit’ of the various criteria, in addition to their exact wording.

#### CRITERION # 1: Concept relevance<sup>1</sup> and completeness

**Note 1:** *Relevance and completeness is determined, first, in relation to the root concept; second, the focus question (if there is one and the root concept corresponds to it); third, the concepts closest to the root concept (if there is no focus question or the root concept is not related to focus question).*

**Note 2:** *If several concepts appear within a single box, but clearly identified as individual concepts (for instance, separated by commas or marked by vignettes) they are counted as separate concepts.*

- 0 pts. The map contains very few concepts and/or most concepts are irrelevant, redundant or not well-defined (e.g., “characteristics” instead of “physical characteristics”); additionally, there is an excessive use of examples (one third or more of the map’s concepts are examples).<sup>2</sup>
- 1 pts. One half or more of the map’s concepts are relevant and well-defined, but **many important concepts are missing**; and/or there is an excessive use of examples (one third or more of the map’s concepts are examples).
- 2 pts. Most concepts are relevant and well-defined, but **some important concepts are missing**. Appropriate use of examples (less than a third of the map’s concepts are examples).
- 3 pts. All concepts are relevant and well-defined; **no important concepts are missing**. Appropriate use of examples (less than a third of the map’s concepts are examples).

#### CRITERION # 2: Propositions as “semantic units”<sup>3</sup>

**Note 1:** *In the case of examples, it is permissible to use linking phrases such as: “like”, “for example”, “such as”, etc.*

**Note 2:** *If the map contains a small number of propositions (excluding examples) or the map does not contain second level propositions,<sup>4</sup> this must be taken into account in the determining the score. The maximum number of points should only be given if the map provides sufficient evidence that its author truly understands the notion of proposition as a “semantic unit” in the sense previously defined.*

- 0 pts. The author does not understand how to construct propositions (very few propositions are well constructed).
- 1 pts. The author understands somewhat how to construct propositions (some propositions are well constructed).
- 2 pts. The author understands how to construct propositions (all or almost all propositions are well constructed).

#### CRITERION # 3: Erroneous propositions

**Note 1:** *Only propositions and examples validated under criterion # 2 are considered.*

**Note 2:** *Erroneous propositions resulting from incorrect use of the CmapTools software are not considered.*

- 0 pts. The map contains more than 2 erroneous propositions.
- 1 pts. The map contains 1-2 erroneous propositions.
- 2 pts. The map contains no erroneous propositions.

#### CRITERION # 4: Dynamic propositions<sup>5</sup>

**Note 1:** *Only propositions validated under criterion # 2 are considered.*

**Note 2:** *This criterion is independent of criterion # 3; that is, erroneous dynamic propositions are counted.*

- 0 pts. The map contains no dynamic propositions of any kind.
- 1 pts. The map contains only **non-causative** dynamic propositions.
- 2 pts. The map contains 1-2 **causative** dynamic propositions with **physically separate links**<sup>6</sup>.
- 3 pts. The map contains more than 2 **causative** dynamic propositions with **physically separate links**.
- 4 pts. The map contains **quantified causative** dynamic propositions.

#### CRITERION # 5: Quantity and quality of cross-links

**Note:** *Only propositions validated under criterion # 2 are considered.*

- 0 pts. The map contains cross-links, but they are all erroneous (false).

## CONT. ANEXO E

- 2 pts. The map contains cross-links and these establish correct (true) relationships. However, they are redundant or not particularly relevant or adequate.
- 3 pts. The map contains 1-2 correct, relevant and adequate cross-links with **physically separate links**. However, based on the concepts present in the map, important and/or evident cross-links are missing.
- 4 pts. The map contains more than 2 correct, relevant and adequate cross-links with **physically separate links**. However, based on the concepts present in the map, important and/or evident cross-links are missing.
- 5 pts. The map contains more than 2 correct, relevant and adequate cross-links with **physically separate links**. Based on the concepts present in the map, no important or evident cross-links are missing.

### CRITERION # 6: Presence of cycles<sup>7</sup>

- 0 pts. The map contains no cycles.
- 1 pts. The map contains at least 1 cycle, but **some propositions in the cycle do not satisfy criterion # 2**.
- 2 pts. The map contains at least 1 cycle and **all propositions in the cycle satisfy criterion # 2**.

#### Levels:

Unevaluated	0	Intermediate	9 – 11
Very low	1 – 5	High	12 – 14
Low	6 – 8	Very high	15 – 18

#### NOTES

<sup>1</sup> A concept is considered irrelevant if: 1) it is not related to the topic under consideration; or 2) it is related to the topic, but does not contribute substantially to it. One way to decide whether a concept is irrelevant is to think of removing it from the map and ask ourselves if this alters the map's content significantly (in relation to the root concept and the focus question). If our answer is "no", it is quite likely that this particular concept is not relevant to this map.

<sup>2</sup> Examples are specific instances or occurrences of concepts. For instance, "Chagres River" is an instance of the concept "river". Examples are usually joined to concepts by the following linking words: "for example", "like", "such as", among others.

<sup>3</sup> A triad is **not a proposition** if 1) it **lacks the required structure** CONCEPT + LINKING PHRASE + CONCEPT; 2) it **does not make logical sense**, either because its meaning depends on previous propositions, or due to grammatical mistakes, incorrect use of CmapTools, or some other reason; 3) it is **not autonomous**, i.e., it is clearly a fragment or continuation of a larger grammatical structure.

<sup>4</sup> A **second level proposition** corresponds to the second linking phrase counted from the root concept.

<sup>5</sup> **Dynamic propositions** involve: 1) movement, 2) action, 3) change of state, or 4) dependency relationships. They are subdivided into **non-causative** and **causative** dynamic propositions. In causative propositions, one of the concepts must clearly correspond to the cause while the other one clearly corresponds to the effect. Causative propositions, in turn, may be **quantified**. Quantified propositions explicitly indicate the manner in which a certain change in one concept induces a corresponding change in the other concept.

- Examples of **non-causative** dynamic propositions: *Roots absorb water; herbivores eat plants; digestive system breaks down food product; living beings need oxygen.*
- Examples of **causative** dynamic propositions: *Electric charge generates electric fields; reproduction allows continuity of species; cigarettes may produce cancer; independent journalism strengthens credibility; exercise decreases risk of developing diabetes; rule of law attracts foreign investment.*
- Examples of **quantified** causative dynamic propositions: *Increased transparency in public affairs discourages corruption; under-activity of the thyroid gland (hypothyroidism) decreases body metabolism; increased quality of education contributes to greater national development.*

**Static propositions**, on the other hand, serve only to describe characteristics, define properties and organize knowledge. They are generally associated to linking phrases such as: "is", "are", "have", "possess", "are made up of", "are classified into", "are divided into", "contain", "live", "are called", "is located in", "likes", etc.

- Examples of **static** propositions: *Sun is a star; means of transportation include land transport means; Panama is located in Central America; animals may be vertebrates.*

<sup>6</sup> By propositions with "**physically separate links**" we mean propositions that use **distinct** linking entities (boxes) to join one concept to another. However, the linking words within these separate boxes may be repeated.

<sup>7</sup> A **cycle** is a directed circuit in which the direction of the arrows allows traversing the entire closed path in a single direction.

## ANEXO F

Se aplicó la prueba de  $\chi^2$  (ji cuadrada) entre las relaciones correctas de los conceptos dominantes para estimar si hay un cambio en las proporciones *antes* y *después* de la actividad del injerto (Sokal & Rohlf, 1985).

La aplicación del injerto fue del 14 al 26 de marzo de 2006 en cinco sesiones de 50 minutos. Es importante añadir que los alumnos sabían que es un mapa conceptual y cómo construirlo. Basándose en las características de las lecturas a partir de las cuales se elaboró el mapa experto, hay dos conceptos que se repiten (células diferenciadas y células pluripotenciales). En la lista de palabras que se les entregó tenían la advertencia de que dos conceptos se repetían, cada uno, dos veces en el mapa. Por otra parte en ninguna de las aplicaciones se les aviso a los alumnos que tendrían que resolver un mapa conceptual.

### 3 Resultados

Los alumnos que participaron en el injerto CTS, corresponden a dos grupos de la asignatura Temas Selectos de Biología que se fusionaron para tal fin, siendo 37 alumnos en total; la proporción de sexos fue de 57% mujeres y 43% hombres con edades de 17 a 19 años principalmente.

Cada mapa elaborado por alumnos se transformó en una matriz de asociación. Solano (1989) indica que en el AEE las matrices se pueden analizar los renglones o las columnas. Si se utilizan los renglones, se analiza como un concepto A se relaciona con B, C, D... Si se emplean las columnas se analiza como los conceptos E, F, G ... se relacionan con el concepto H. Nosotros utilizamos los renglones de la matriz.

Con las matrices se efectuó una sumatoria para obtener dos matrices grupales (*antes* y *después*) procedimiento similar al que se propone en el AEE. Tomando en cuenta estas matrices se calcularon los porcentajes de las frecuencias de relación de un concepto con respecto a los otros, y el total de relaciones que establece cada concepto, se aplicó la prueba de asociación Olmstead-Tukey. En la tabla 1 se muestra la matriz grupal *después* con los dos parámetros anteriormente citados, además de su mediana respectiva. La matriz general *antes* es similar, pero por limitaciones de espacio no es presentada. Utilizando las medianas de las frecuencias de relación y del total de relaciones se clasificaron los conceptos en dominantes, ocasionales, constantes y raros (tabla 2 y figura 2).

DESPUES CORRECTO	banco de células	blastocisto celular	células adultas	células diferenciadas	células indiferenciadas	células madre	células multipotentes	células pluripotentes	células totipotentes	cigoto	cordón umbilical	embriones	estirpes celulares	linfocitos	médula ósea	tejidos	Total de relaciones	frecuencia de relación	% frec de relación
banco de células																	0	0	0
blastocisto celular							1	1									2	4	3
células adultas			4					4			1	1				3	2	15	6
células diferenciadas	1	5					3	4			4	1				3	6	27	8
células indiferenciadas		1	2					4	3			2				8	20	6	38
células madre	10		2	1				15	4	2	4	3				3	44	9	56
células multipotentes		3	14				4			7	1				9	2	40	7	44
células pluripotentes		2	17				18		2	7	1				2	3	52	8	50
células totipotentes		1	7	4			13		3	1					2	31	7	44	
cigoto	6			1							4	2			2	15	5	31	
cordón umbilical	4															6	2	13	
embriones			1													1	1	6.3	
estirpes celulares													1		1	2	2	13	
linfocitos																	0	0	0
médula ósea							1	1			1	14			1	18	5	31	
tejidos														1		1	1	6.3	
mediana																16		32	

**Tabla 1** Matriz grupal *después* de la aplicación del injerto de células madre. Las casillas sombreadas corresponden a las relaciones entre conceptos del mapa conceptual experto.

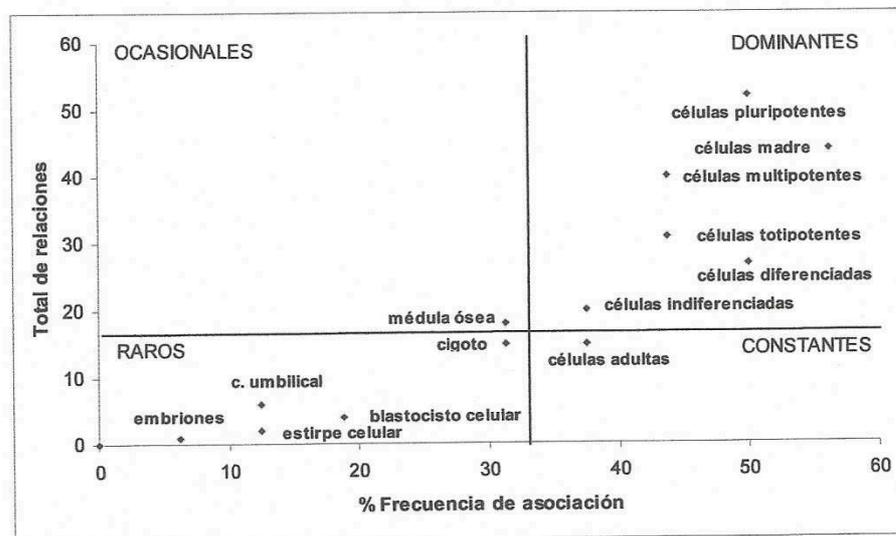
Otro dato representado en las matrices grupales corresponde a información del mapa conceptual experto; las casillas sombreadas indican cuales son las relaciones que se establecen entre los conceptos a partir del mapa experto (tabla 1). Con base en las matrices grupales se elaboraron mapas *antes* y *después* de la aplicación, considerando las relaciones totales entre los conceptos de dichas casillas. Una relación correcta se definió en dos sentidos: a) debería coincidir con la casilla sombreada, b) La relación entre los dos conceptos y su conector (proposición), era válida desde la perspectiva del contenido de las lecturas, independientemente de que no coincidiera con una casilla

## CONT. ANEXO F

sombreada. La frecuencia de relaciones correctas se transformó a porcentajes partiendo de que el valor máximo para cada casilla sombreada es de 37, que corresponde al total de alumnos que construyeron su mapa.

Antes y Después de la aplicación			
Conceptos Dominantes	Conceptos Ocasionales	Conceptos Constantes	Conceptos Raros
Células diferenciadas	Médula ósea	Células adultas	Blastocisto celular
Células indiferenciadas			Cordón umbilical
Células madre			Embriones
Células multipotenciales			Estirpes celulares
Células pluripotenciales			Linfocitos
Células totipotenciales			Tejidos (solo aparece en antes)
<b>Antes de la aplicación</b>			<b>Después de la aplicación</b>
<i>Cigoto</i>			<i>Cigoto</i>

**Tabla 2:** Clasificación de los conceptos del injerto de células madre antes y después de su aplicación, utilizando la prueba de asociación Olmstead-Tukey



**Figura 2.** Clasificación de los conceptos mediante la prueba de asociación Olmstead-Tukey que corresponde a la aplicación posterior (después) del injerto de células madre.

En la tabla 2 se presenta la clasificación de los conceptos con base en la prueba de asociación Olmstead-Tukey. Al hacer un análisis comparativo de las matrices grupales (*antes* y *después*) considerando las relaciones totales y frecuencias de asociación, se obtuvo que con excepción de el concepto cigoto (que cambio de dominante a raro) y el concepto tejidos (solo aparece en la matriz *antes*), el resto de los conceptos no presento modificación en su categorías inicial (*antes*) y final (*después*). En la figura 2 se tiene la representación gráfica. Con respecto a las medianas como criterio de clasificación de los conceptos, se observa que para la primera aplicación (*antes*) son 22% para el porcentaje de frecuencia de asociación y 7.5 para el total de relaciones. Con respecto a la aplicación posterior (*después*) el valor de mediana es 32% y 16 de frecuencia total de relaciones.

Con base en las matrices grupales de los mapas conceptuales *antes* y *después*, se obtienen porcentajes de relación de un concepto con respecto a otro. Al considerar aquellos porcentajes de relación que están vinculados al mapa experto, se generaron dos mapas del grupo que se muestra en la figura 3. Al realizar comparaciones entre los mapas se observa: a) un incremento en la frecuencia de conceptos utilizados por los alumnos de 12 a 17 de un total de 19 (63% a 89%); b) con respecto al tipo de proposiciones destacaríamos que 14 presentan incremento desde 3 hasta 38 puntos porcentuales; 2 proposiciones se mantienen constantes (8% y 19%); 2 proposiciones no fueron utilizadas en ambos mapas; 4 presentaron incrementos a partir de cero.