



O USO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO PARA IDENTIFICAR INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM DIFERENTES NÍVEIS DE ENSINO

The use of concept maps as educational tool to identify significant learning clues in different educational levels

Cecília Elenir dos Santos Rocha [cecilia.elenir@gmail.com]
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
BR 472, Km 592, Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil.

Carla Beatriz Spohr [carlaspohr@gmail.com]
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
BR 472, Km 592, Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil.

Resumo

Atualmente o processo de ensino requer estratégias educacionais que contribuam com a efetiva aprendizagem dos estudantes de maneira dinâmica, bem como novos instrumentos para avaliar esta aprendizagem. Nesse sentido, a elaboração de Mapas Conceituais apresenta-se como uma possibilidade para professores e estudantes acompanharem e caracterizarem o domínio de conceitos e suas relações. O presente trabalho objetivou investigar a contribuição do uso de Mapas Conceituais como instrumento didático promotor de aprendizagem em distintos níveis de ensino, identificando indícios da aprendizagem significativa. Para tanto foram analisados 84 Mapas Conceituais de forma qualitativa de acordo com critérios utilizados como referência para classificá-los em três categorias que indicaram o nível de ocorrência desta aprendizagem. Constataram-se casos de avanços e retrocessos no processo de aprendizagem, características individuais dos estudantes na forma de representação do conhecimento e as evidências da aprendizagem significativa. Com esta análise foi possível compreender os Mapas Conceituais como instrumento didático e avaliativo atual e abrangente para promover aprendizagens significativas. Com ele o estudante é ativo e sujeito principal da aprendizagem, o professor pode valer-se desta ferramenta para averiguar aquilo que o aluno já sabe e ensiná-lo de acordo, um dos preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Palavras-Chave: Ausubel; Material potencialmente significativo; Teorias de ensino e aprendizagem; Ensino de física.

Abstract

Currently the teaching process requires educational strategies that contribute to effective student learning in a dynamic way, as well as new instruments to assess this learning. In this sense, the development of concept maps (MCs) is presented as an opportunity for teachers and students monitor and characterize the domain concepts and their relationships. This study aimed to investigate the contribution of the use of MCs as a teaching instrument that promotes learning at different educational levels, identifying evidence of meaningful learning. Therefore, we analyzed 84 MCs qualitatively, according to criteria used as a reference to classify them into three categories, which indicated the level of occurrence of this learning. They found to cases of progress and setbacks in the teaching process, individual characteristics of the students in the form of knowledge representation and evidence of meaningful learning. With this analysis, it was possible to understand the MCs as current and comprehensive educational and evaluation tools to promote meaningful learning. With them, the student is active and main subject of learning, the teacher can draw on this tool to find out what the student already knows and teach them according, one of the precepts of the Theory of Learning.

Keywords: Ausubel; Potentially significant material; Teaching and learning theories; Physics teaching.

INTRODUÇÃO

A formação escolar é reconhecida por todas as nações do mundo como fundamental na instrução das pessoas para o convívio familiar, social e desempenho de atividades profissionais, visto que nesta etapa são aprendidos e desenvolvidos conhecimentos, habilidades e competências através da participação nos processos de ensino e aprendizagem. Porém, dados nacionais e internacionais revelam que os alunos, ao completarem a educação básica, já esqueceram a maior parte do que foi aprendido na escola (Falcão, 2012).

Por muitos anos o aprendizado nos ambientes educacionais era restrito apenas a simples memorização de conteúdos teóricos, fórmulas e enunciados que configuravam a forma tradicional de ensino. Atualmente, com a inúmera quantidade de informações e recursos disponíveis, este processo requer estratégias educacionais que contribuam com a efetiva aprendizagem do aluno de forma mais dinâmica, bem como novos métodos de avaliar essa aprendizagem. De acordo com Pelizzari *et al.* (2002) a mudança do ensino supõe também uma reforma do currículo, refletindo nos propósitos e condições propiciadas para que a educação seja eficaz.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) está descrito que cabe à escola e ao professor *“promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno”* (Brasil, 1998, p. 62). Portanto, as estratégias didáticas e metodológicas que contribuam com o efetivo aprendizado, onde o aluno além de sujeito ativo é o foco do ensino, devem ser valorizadas e disseminadas para que beneficiem cada vez mais os processos de ensino e aprendizagem. Isto porque, ainda de acordo com os PCNs, quando um aluno é sujeito de sua aprendizagem cabe a ele o movimento de dar novos significados ao mundo *“isto é, de construir explicações, mediado pela interação com o professor e outros estudantes e pelos instrumentos culturais próprios do conhecimento científico. Mas esse movimento não é espontâneo; é construído com a intervenção fundamental do professor”* (Brasil, 1998, p. 28).

Frente a estas questões muito presentes na atualidade, a utilização de instrumentos diversificados de ensino e avaliação que atendam a estas necessidades representa uma alternativa, e nesse sentido incluem-se os Mapas Conceituais (MCs). De acordo com Lima (2014), as atividades avaliativas que propiciam ampla gama de informações, tanto para professores quanto para estudantes conseguem dimensionar e analisar a aprendizagem, e o MC representa uma dessas possibilidades, principalmente no que diz respeito ao acompanhamento e caracterização do domínio de conceitos e suas relações, ao longo de sua elaboração pelos estudantes.

Cabe refletir, se a utilização dos MCs em sala de aula pode fazer com que os alunos aprendam significativamente e os professores consigam identificar essa aprendizagem, considerando seus avanços e limitações. Também é válido se perguntar, como ao longo do processo de ensino e aprendizagem vai ocorrer e ser representada a aquisição de conhecimentos, e se ela é válida em qualquer situação educacional.

Com base no exposto, o presente trabalho objetivou investigar a contribuição do uso de MCs como instrumento didático promotor da aprendizagem significativa em distintos níveis de ensino. Analisou-se também de que forma MCs produzidos por estudantes da educação básica e ensino superior indicaram o grau de compreensão dos aprendizes, verificando a progressividade da organização conceitual dos alunos ao longo do processo de ensino e identificando indícios da aprendizagem significativa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa é a aprendizagem com significado, mas esta definição não auxilia muito a compreender a complexidade desta ação. É necessário entender que o aluno aprende significativamente quando uma nova informação ou novo conhecimento seja um conceito, uma ideia, proposições, modelos ou fórmulas começam a significar algo para ele, quando o aprendiz consegue explicar situações com suas próprias palavras, quando se torna capaz de resolver problemas novos, ou seja, quando compreende seu significado (Moreira, 2003). De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.34), a Aprendizagem Significativa *“ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma*

não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia correspondente para assim proceder”.

A não-arbitrariedade e a substantividade são características fundamentais da incidência da aprendizagem significativa. Um novo conhecimento ser relacionado de forma não arbitrária significa afirmar que houve uma relação entre o material utilizado no processo de ensino (um material potencialmente significativo) com alguns conceitos especificamente relevantes quando estes já estiverem presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, na qual Ausubel denominou conceitos subsunçores. Estes novos conceitos, ao começarem a fazer parte da estrutura cognitiva da pessoa que aprende serão armazenados de forma substantiva (não-litera), isto é, o que se aprende é a substância do novo conhecimento, não um conjunto exato e pré-determinado de palavras usadas para representá-lo (Moreira, Caballero & Rodríguez, 1997).

Send assim, no decorrer do processo de aprendizagem fundamentado na teoria proposta por Ausubel os novos conceitos, as novas ideias não serão aprendidas de forma superficial, pois a “substância” da nova informação vai ser integrada e relacionada com ideias que já se possui, de forma única pelo aprendiz, resultando no crescimento e modificação do inicial conceito subsunçor. E, de acordo com Moreira, Caballero e Rodríguez (1997, p.20) os novos conhecimentos podem “*ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros*”.

Devido à tais características, a aprendizagem significativa se distingue do ponto de vista psicológico da aprendizagem mecânica, há muito tempo tradicionalmente empregada nas escolas e caracterizada por ser uma aprendizagem puramente memorística. Na aprendizagem mecânica o novo conhecimento é incorporado de forma arbitrária, ou seja, as relações entre o que está sendo aprendido com aquilo que já se sabe não são feitas, e as novas informações são aprendidas de forma pouco substantiva, o aluno aprende algo novo exatamente da maneira (mesmas palavras, mesma forma de representação) que lhe foi ensinado (Ausubel, 1968). Tavares (2010) alega que a aprendizagem mecânica exige um esforço muito menor da parte do aprendiz, por esta razão ela é tão utilizada pelos alunos durante a preparação para avaliações escolares, principalmente as que exigem respostas literais às suas perguntas, sem articulação entre os tópicos do conteúdo. Porém, a aprendizagem memorística é volátil e o grau de retenção a médio e longo prazo das informações adquiridas desta maneira é baixíssimo.

Apesar de caracterizada desta forma, na aprendizagem mecânica algum tipo de associação entre as novas informações e as já existentes pode existir, mas não com a mesma interação da aprendizagem significativa. Além disso, durante o processo de ensino pode haver certas situações em que a aprendizagem mecânica seja desejável ou necessária, como por exemplo, quando o aprendiz não dispõe de subsunçores adequados para servirem de ancoradouros aos novos conhecimentos que se pretende possuir, ou em processos de memorização de fórmulas (Moreira, 1993).

A respeito desta relação entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa, Moreira (2012) destaca que ambas não constituem uma dicotomia, mas sim, estão dispostas ao longo de um mesmo contínuo. O autor relata que pode existir uma passagem da aprendizagem mecânica para a significativa, porém isso não vai acontecer de forma natural ou automática, pois não se pode pensar que o aluno que inicialmente aprender de forma mecânica no final do processo de aprendizagem terá obtido uma aprendizagem significativa. Isto só vai acontecer caso existam subsunçores adequados, disposição do aluno em aprender, materiais potencialmente significativos e mediação do professor, de forma progressiva dentro de uma dialética entre conceitos e situações.

Falcão (2012) relata que sabendo da existência de diferentes tipos de aprendizagem, e que estes não podem ser explicados com base em um único modelo, Ausubel (2003) preocupou-se em diferenciar os dois principais tipos no que se refere à sua forma de organização em aprendizagem receptiva e aprendizagem por descoberta. Contudo, a diferenciação feita entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa não podem ser confundida com a distinção feita entre aprendizagem por “descoberta” e por “recepção” (Moreira, 1993). Na aprendizagem receptiva o conteúdo é apresentado à pessoa que aprende em sua forma final, o que de acordo com Falcão (2012, p.38) significa dizer que do aluno “é exigido apenas que internalize ou incorpore a informação para que esta possa ser acessada ou reproduzida em ocasião futura”, enquanto na aprendizagem por descoberta o conteúdo deve ser descoberto pelo aprendiz.

Moreira (1993) explica que estas definições não fazem da aprendizagem por descoberta necessariamente significativa, tão pouco a aprendizagem por recepção caracteriza-se obrigatoriamente

como mecânica, porque de acordo com a concepção ausubeliana, a aprendizagem adquire significado quando o conteúdo é incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz de forma não-arbitrária e não-literal, o que pode ocorrer em ambos os processos. Sendo assim, o autor deixa evidente que a aprendizagem por descoberta e a aprendizagem por recepção não representam opostos, mas que podem ocorrer concomitantemente, na mesma tarefa de aprendizagem ao longo de um “continuum”, assim como a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa.

Para que a aprendizagem significativa ocorra efetivamente, existem condições fundamentais: o aluno precisa apresentar uma disposição para aprender, sendo necessário também que existam subsunçores adequados no aprendiz de modo a favorecer essa situação e o conteúdo a ser aprendido deve ser apresentado através de materiais considerados potencialmente significativos (PELIZZARI, *et al.*, 2002).

Segundo Moreira (2006, p.2), a pré-disposição do sujeito para aprender se refere à *“intencionalidade de transformar em psicológico o significado lógico dos materiais educativos”*. É preciso que o aluno queira ser ativo durante o processo, não apenas um mero decorador e receptor do que está sendo proposto durante as aulas. A respeito disso, Tavares (2010) afirma que a aprendizagem significativa requer do aprendiz o esforço em realizar as conexões de forma não arbitrária e não literal entre o novo conhecimento e aquele presente na estrutura cognitiva. Para ele, o aprendiz precisa apresentar uma atitude proativa *“pois numa conexão uma determinada informação liga-se a um conhecimento de teor correspondente na estrutura cognitiva do aprendiz; e em uma conexão não literal a aprendizagem da informação não depende das palavras específicas que foram usadas na recepção da informação”* (Tavares, 2010, p.6).

Contudo, além deste aspecto deve-se considerar que o professor e o material influenciam diretamente no momento em que o aluno decide a postura que irá assumir. A forma como o conteúdo é apresentado, trabalhado e discutido podem fazer com que esta decisão seja algo absolutamente natural, e mesmo levando em consideração que o professor não pode decidir pelo aluno, ele pode induzir sua decisão, seja através de exemplos da aplicabilidade daquele tópico estudado ou a relevância deste conteúdo na vida de quem aprende (Lara & Sousa, 2009).

Os subsunçores são representados por um conceito relevante, uma ideia, uma proposição que existe na estrutura cognitiva do aprendiz, servindo como um “ancoradouro” para uma nova informação de forma que esta adquira significado lógico (Moreira, 1999). Entretanto, além da disposição e motivação que o aluno necessita ter para aprender, podem ocorrer situações na qual os estudantes não possuam subsunçores em sua estrutura cognitiva que possam ser relacionados aos novos conceitos. Nesse caso,

“Ausubel propõe os organizadores prévios como a estratégia mais eficaz para facilitar a aprendizagem significativa quando o aluno não dispõe, em sua estrutura cognitiva, dos conceitos relevantes para a aprendizagem de um determinado tópico. Os organizadores prévios não devem ser confundidos com sumários e introduções que são escritos no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade do material que se segue, simplesmente enfatizando os pontos principais desse material. Na concepção ausubeliana, os organizadores prévios destinam-se a facilitar a aprendizagem de um tópico específico” (Souza & Moreira, 1981, p.304).

Finalmente, para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário o uso de materiais com significado lógico. Viana (2011, p.19) declara que para que esta forma de aprendizagem ocorra, o material utilizado necessita possuir significado lógico ou potencial, ou seja, ser composto por elementos organizados em uma estrutura que não os sobreponha de forma arbitrária. Além disso, se faz necessário que as conexões entre os temas sejam explicitadas aos estudantes, facilitando a percepção da estrutura conceitual e o estabelecimento de relações significativas entre os termos aprendidos, pois a aquisição de determinado vocabulário deve acontecer progressivamente.

Considera-se materiais potencialmente significativos os MCs, as gravuras, simulações, desenhos, textos, aulas experimentais, exemplos e também aulas expositivas utilizadas pelo professor para trabalhar os conteúdos no ambiente escolar. Ao definir material potencialmente significativo, Moreira (2012) nos diz que o significado não está presente nas coisas, mas sim nas pessoas. De acordo com este autor, não existe, por exemplo, uma aula significativa ou um livro significativo, mas livros, aulas, materiais instrucionais que de modo geral, adquirem significado lógico, pois possuem sua estrutura, forma de organização, exemplos e linguagem adequada ao serem explorados por indivíduos que tenham conhecimentos prévios adequados para dar significado aos novos conhecimentos que se pretendem construir com base nestes

materiais. Nestas circunstâncias podemos considerar um material de aprendizagem como potencialmente significativo.

Mendonça e Moreira (2012, p.14) relatam que os MCs podem ser utilizados como um

“instrumento didático, não só com a finalidade de identificar significados pré-existent na estrutura cognitiva do educando, isto é, os subsunçores que são necessários à aprendizagem, mas também para funcionar como organizador prévio fazendo ponte entre esses significados, facilitando o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente, o que é condição necessária para dar significado aos novos materiais de aprendizagem.”

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980) mesmo que o material de aprendizagem seja feito de componentes significativos (por exemplo, pares de adjetivos), se a tarefa de aprendizagem proposta de forma geral (aprender esta lista de palavras significativas associadas arbitrariamente) não é logicamente significativa, não haverá aprendizagem significativa. E ainda, mesmo o material caracterizado como potencialmente significativo pode ser aprendido através do método de decoração (aprendizagem mecânica) se o aluno não apresentar a disposição para aprender de forma significativa o que está sendo ensinado.

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

Tendo como base este conjunto de aspectos necessários para que a aprendizagem significativa ocorra, existe uma proposta metodológica denominada Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Embasadas por um conjunto de teorias de aprendizagem e principalmente pela Teoria da Aprendizagem Significativa, as UEPS configuram uma forma de planejar situações de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa referente a tópicos específicos do conhecimento (Moreira, 2012). Ela pode ser utilizada para abordar diferentes conteúdos em diversas disciplinas, recorrendo a recursos didáticos e estratégias metodológicas relacionadas com o cotidiano dos estudantes.

Apresentada por Moreira (2011), as UEPS são compostas por etapas organizadas em uma sequência de oito passos norteadores para a construção do planejamento, partindo do princípio que não há ensino sem aprendizagem, na qual o ensino é o meio e a aprendizagem significativa o fim. O foco principal destas unidades é o progresso que os estudantes conquistam ao longo do período de desenvolvimento das atividades, por isso é tão importante avaliações que evidenciem a aprendizagem significativa do conteúdo. Nestas avaliações, podem-se usar recursos como situações problemas, questões, MCs, diagramas em v, dentre outras atividades que fique evidente a captação de significados e capacidade de transferência destes (Hilger & Griebeler, 2013).

Quando as condições são favoráveis e o processo de ensino e aprendizagem é consolidado pode-se dizer que o aprendizado foi significativo. A partir do momento que o aluno aprende significativamente, as informações e ensinamentos passados pelo educador começam a parecer mais simples. Por estar interligada, progressivamente a apropriação de conceitos vai se ampliando, relações entre os conteúdos vão sendo estabelecidas, de forma mais abrangentes e ordenadas.

Em relação a aprendizagem no ensino de ciências, é comum pensar em conceitos e princípios que explicam as coisas e o mundo em que vivemos. Apenas conhecer estes conceitos não significa o mesmo que entender seus significados, então é necessário favorecer a compressão das relações que existem entre os conteúdos estudados em sala de aula e nossas vivências. Como relata Moraes (2005) é neste sentido que a Teoria da Aprendizagem Significativa pode contribuir com a melhoria da educação em ciências, visto que destaca a importância de explorar os aspectos como os conhecimentos prévios dos alunos, a organização adequada dos conteúdos a serem aprendidos e a predisposição dos alunos em aprender durante a organização do processo de ensino e aprendizagem.

MCs como ferramenta para organizar e representar o conhecimento

Um MC é uma ferramenta para organizar e representar o conhecimento, sendo utilizados para indicar relações entre conceitos. Formados basicamente por conceitos, proposições, frases ou palavras de ligação, em sala de aula, estes podem ser usados com diversas finalidades: investigar conhecimentos

prévios, como um recurso de aprendizagem, uma ferramenta didática ou instrumento de avaliação. De acordo com Moreira (2012, p. 10) um MC pode ser entendido como

“um diagrama hierárquico de conceitos e relações entre conceitos; hierárquico significa que nesse diagrama, de alguma forma, se percebe que alguns conceitos são mais relevantes, mais abrangentes, mais estruturantes, do que outros; essa hierarquia não é necessariamente vertical, de cima para baixo, embora seja muito usada. No mapa conceitual as relações entre os conceitos são indicadas por linhas que os unem; sobre essas linhas colocam-se palavras que ajudam a explicitar a natureza da relação; essas palavras, que muitas vezes são verbos, são chamadas de conectores, conectivos, palavras de enlace. A ideia é que os dois conceitos mais o conectivo formem uma proposição em linguagem sintética. O mapa conceitual procura refletir a estrutura conceitual do conteúdo que está sendo diagramado. É importante não confundi-lo com diagrama de fluxo, quadro sinótico, mapa mental e outros tipos de diagramas.”

Em estudos de Mendonça e Moreira (2012) o uso de MCs é apontado como uma estratégia facilitadora da Aprendizagem Significativa, pois este recurso pode ser utilizado de variadas formas no âmbito do contexto escolar, seja como instrumento avaliativo da aprendizagem no que se refere ao levantamento inicial do grau de organização do conhecimento dos alunos e indicador da progressividade da aprendizagem significativa; instrumento de análise do conteúdo curricular, de forma organizada e de fácil apresentação e como instrumento didático, identificando os subsunçores que o aluno possui e são fundamentais à aprendizagem, facilitando o estabelecimento de relações entre conceitos. De acordo com Moreira e Buchweitz (1993, p.29), geralmente são dados os seguintes passos para a elaboração de MCs:

- 1. Localizam-se conceitos*
- 2. Catalogam-se os conceitos seguindo uma ordem hierárquica.*
- 3. Distribuem-se os conceitos em duas dimensões.*
- 4. Traçam-se linhas que indicam as relações entre os conceitos.*
- 5. Escreve-se a natureza da relação.*
- 6. Procede-se à revisão e refaz-se o mapa.*
- 7. Prepara-se o mapa final.”*

O MC ao ser utilizado como ferramenta de ensino e avaliação permite ao professor conhecer de que forma os estudantes estabelecem as relações hierárquicas e as relações de subordinação e superordenação criadas com base no conteúdo estudado em uma aula, uma unidade de estudos ou um curso inteiro. Um dos pontos importantes quando se fala de MCs é que ele não deve ser visto como único, pois não existe uma única forma de organização e o mesmo assunto pode assumir apresentações distintas entre diferentes MCs, ou seja, cada mapa é apenas mais uma das inúmeras possíveis representações de uma estrutura conceitual (Moreira, 2006b).

Quando ocorre a utilização de MCs por um aprendiz durante o seu processo de aprendizagem vai ficando claro para ele suas dificuldades de entendimento sobre o tema de estudo. Além disso, ao desenvolver a habilidade de construir seu MC ao estudar determinado assunto o aluno se torna capaz de encontrar de forma autônoma seu caminho neste processo, mesmo quando ao consultar o material instrucional não encontrar respostas concisas para suas perguntas, pois desta maneira irá ter clareza sobre o que deseja saber, tornando-se mais fácil procurar ajuda de pessoas mais experientes (Tavares, 2007).

O mapeamento conceitual trata-se de uma teoria desenvolvida em meados da década de setenta por Joseph Novak e seus colaboradores. O uso de MCs ao longo do processo de ensino e aprendizagem está fundamentado de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, descrita pelo psicólogo norte-americano David Ausubel (Rodrigues & Barni, 2009). A perspectiva cognitiva clássica da aprendizagem significativa foi proposta originalmente na década de sessenta (Ausubel, 1963, 1968), porém, em trabalhos publicados por Moreira (2012b) esta teoria não é apresentada como nova, mas sim, como atual e pertinente quando se refere a estratégias de ensino articuladas com o contexto que vivenciamos nos ambientes educacionais.

METODOLOGIA DA PESQUISA

A proposta deste trabalho é analisar MCs produzidos em diferentes níveis de ensino: fundamental, médio e superior, com o intuito de investigar a contribuição deste como instrumento didático durante o

processo de ensino e aprendizagem. Investiga-se a progressividade da organização conceitual e indícios da Aprendizagem Significativa através da análise qualitativa de mapas produzidos por alunos das etapas de ensino descritas.

Caracterização dos Sujeitos Participantes da Pesquisa

- Em nível de ensino fundamental utilizou-se MCs que foram produzidos por alunos do 9º ano deste nível, durante a realização do estágio supervisionado de uma acadêmica de Licenciatura em Ciências da Natureza. Neste caso foram ministradas aulas baseadas no planejamento de uma UEPS, tendo como fundamento a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.
- Igualmente, os MCs do nível médio foram construídos ao longo da execução de uma UEPS, porém, durante dois encontros (inicial e final) de um curso de extensão denominado “Uma UEPS sobre a temática eletromagnetismo para alunos de nível médio utilizando como material potencialmente significativo um circuito elétrico que transforma energia sonora em elétrica num sistema de som automotivo”¹ ofertado em turno inverso para estudantes do 3º ano do ensino médio.
- Por último, os MCs do nível superior analisados foram construídos ao longo do componente curricular “Eletromagnetismo” para alunos do 8º Semestre do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza.

Contexto da Pesquisa

Como forma de sanar as questões que envolvem a presente pesquisa, verificando a contribuição dos MCs na promoção da aprendizagem no ensino de ciências, foram analisados de maneira qualitativa os mapas produzidos por estudantes de nível fundamental de uma escola municipal, de nível médio de uma escola estadual e nível superior de uma universidade federal localizadas no município de Uruguaiana/RS. De acordo com Moreira (2006b) a análise dos MCs é essencialmente qualitativa, pois o professor ao invés de preocupar-se em atribuir um escore para cada mapa, deve interpretar a informação descrita pelo aluno, buscando evidências da aprendizagem significativa. Os MCs foram confeccionados no segundo semestre do ano de 2015, a partir de conteúdos relacionados ao estudo do movimento (nível fundamental) e eletromagnetismo (nível médio e superior).

Critérios de Análise dos MCs

Para analisar os MCs de forma qualitativa foram utilizados os critérios descritos no trabalho de Calheiro (2014), que buscou subsídio nos trabalhos de Novak e Gowin (1998), Costamagna (2001), Moreira (2005), Trindade (2011) e Trindade e Hartwig (2012) para elaborar, tendo como referência e ancoragem a Teoria da Aprendizagem Significativa, um quadro elencando conceitos gerais de aprendizagem e um quadro com um conjunto de critérios utilizados como referência para categorizar os MCs em (Calheiro, 2014):

Categoria A: mapas onde fica evidente que o aluno não possui subsunçores relevantes sobre o tema de estudo (quando utilizado como instrumento para averiguar o conhecimento prévio, no caso dos mapas iniciais) ou mapas que não apresentam relações corretas entre os conceitos (quando o mapa foi elaborado pelo aluno após atividades de ensino);

Categoria B: mapas com poucos subsunçores relevantes (mapas iniciais) ou com poucos indícios de aprendizagem significativa (mapas finais);

¹ O projeto foi executado ao longo de quatro encontros de duas horas cada, onde os alunos participaram de experimentos e outras atividades que abordaram conteúdos de eletromagnetismo. O circuito que transforma energia sonora em energia elétrica foi apresentado no último encontro, como situação de maior nível de complexidade, onde os alunos exploraram um sistema composto por, dentre outros equipamentos, dois alto-falantes: um que gera ondas sonoras e outro que capta essas ondas e as transforma em energia elétrica.

Categoria C: mapas com subsunçores relevantes (mapas iniciais) ou com indícios satisfatórios de aprendizagem significativa (mapas finais).

Moraes (1999) sugere que a análise de conteúdo pautada no método de investigação, compreende metodologias especiais para que se processem dados científicos. O autor sugere que ela pode ser feita com base na exploração dos significados de um fundamento teórico definido à priori para que estes sejam transpostos através de categorias. Neste caso, a análise é feita considerando e classificando os MCs de acordo com os seguintes elementos que se relacionam com a Teoria da Aprendizagem Significativa: proposições (erradas ou válidas), hierarquia (válidas ou não válidas), ligações cruzadas (válidos e significativos ou não significativos), diferenciação progressiva (válidas ou não válidas), reconciliação integrativa (válidas ou não válidas), exemplos (válidos ou não válidos), integração entre os conceitos abordados (válidas ou não válidas). Com base nos resultados desta análise pretendeu-se enquadrar, levando em consideração as combinações criadas pela autora, os MCs nas categorias A, B ou C (Calheiro, 2014). No quadro 1 está descrito com maior detalhamento como foi feita a categorização dos mapas conceituais na presente pesquisa, levando em consideração, quando o MC não apresentou todos os itens necessários para uma categoria específica, enquadrá-lo naquela que, conforme análise, ele apresentou mais características considerando os 10 elementos relacionados a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Quadro 1: critério de categorização dos MCs. Fonte: Calheiro (2014, p.101).

Categorias/ Critérios	Proposições/ ligações erradas	Proposições/ ligações válidas	Conceitos errôneos	Relações hierárquicas	Conceitos cruzados válidos e significativos
Categoria A	Sim	Não	Sim	Em parte	Não
Categoria B	Não	Em parte	Em parte	Em parte	Sim
Categoria C	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Categorias/ Critérios	Conceitos cruzados e não significativos	Integração entre os conceitos abordados na UEPS	Diferenciação progressiva	Reconciliação integrativa	Exemplos válidos
Categoria A	Sim	Não	Não	Não	Não
Categoria B	Em parte	Em parte	Sim	Não	Em parte
Categoria C	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

O presente trabalho consiste em uma investigação acerca das contribuições decorrente da utilização de MCs em diferentes níveis de ensino: fundamental, médio e superior. Para tanto, ao todo foram analisados 84 MCs produzidos por 42 alunos em momentos distintos da aprendizagem de acordo com o planejamento das aulas e UEPS. Eles foram utilizados como forma de identificar os conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos, como organizadores prévios, instrumentos didáticos e ferramentas de avaliação da evolução na aprendizagem ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

É válido ressaltar que os estudantes destes níveis de ensino possuíam pouco ou nenhum contato com MCs antes das atividades desenvolvidas, não sendo usual a sua utilização em classe. Antes de ser iniciada a construção do primeiro mapa, nas três situações de ensino, foram dadas instruções aos alunos sobre o que era um MC, qual sua finalidade e quais os passos para sua construção. Após uma breve explicação, os alunos do ensino fundamental construíram um MC em conjunto (todos os alunos da turma) sobre um tema livre, construído com a mediação da professora regente para demonstrar e explicar mais detalhadamente de que forma se poderia proceder nesta confecção. Da mesma forma ocorreu com os alunos do ensino superior, e com os alunos do ensino médio ainda houve além da construção coletiva, uma individual, também de tema livre antes de iniciar a elaboração dos mapas que foram analisados.

No quadro 1 estão elencados alguns dados da presente pesquisa, de acordo com o nível de ensino nos quais os MCs foram utilizados.

Com base na análise, construíram-se três tabelas, uma para cada nível de ensino que agrupa os resultados de acordo com a classificação obtida. Juntamente com elas estão evidenciadas de maneira sucinta algumas análises feitas com base nos MCs, demonstrando os critérios que permitiram o arranjo de acordo com a categoria A, B ou C. Estes mapas foram transcritos posteriormente com o auxílio do aplicativo *CmapTools*² para uma melhor visualização, porém, seguindo o formato fidedigno proposto pelos autores dos mapas.

Quadro 2: dados utilizados na presente pesquisa, de acordo com o nível de ensino investigado. Fonte: autores.

Dados/Nível	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Ensino Superior
Conceitos Físicos abordados	Movimento; repouso; referencial; trajetória; deslocamento; velocidade média; aceleração; força; Leis de Newton.	Tensão elétrica; corrente elétrica; energia e potência elétrica; geradores e receptores; ímãs; força magnética; indução.	Tensão elétrica; corrente elétrica; energia e potência elétrica; geradores e receptores; ímãs; força magnética; indução.
Quantidade de participantes	13	9	20
Quantidade de MCs produzidos	26	18	40

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DOS MCS CONFECCIONADOS EM DIFERENTES NÍVEIS DE ENSINO

Na sequência é feita uma análise descritiva desta utilização por etapa de ensino, considerando a forma de categorização de acordo com o trabalho de Calheiro (2014), no sentido de avaliação da progressividade da organização conceitual e indícios da aprendizagem significativa.

Ensino Fundamental

Na modalidade de Ensino Fundamental, foram analisados vinte e seis mapas produzidos por treze estudantes com base em conteúdos envolvendo o estudo do movimento dos corpos. O primeiro mapa analisado (referenciado como Mapa 01) compôs o terceiro passo de uma UEPS e foi utilizado pela professora tanto como instrumento didático quanto avaliativo. Este possuía uma característica diferenciada dos demais, pois foi construído pelos estudantes a partir de uma lista de conceitos relacionados ao tema entregue aos alunos, que tinham a tarefa ligá-los utilizando palavras de enlace, evidenciando o motivo de tal associação. Para isto, os alunos puderam utilizar o material instrucional trabalhado em sala de aula, bem como integrar novos conceitos que considerassem pertinentes. O motivo de entregar aos alunos uma lista de conceitos pré-determinada que abrangesse os temas que foram trabalhados em sala de aula se deve porque os alunos que confeccionaram os MCs deste nível de ensino apresentaram grandes dificuldades no estudo deste conteúdo e também porque esta foi o primeiro contato destes estudantes com os MCs. O segundo mapa produzido (Mapa 02) foi elaborado no quinto passo do mesmo planejamento didático, sem consulta a outros materiais e assim como o anterior, de maneira individual.

Na Tabela 1 é possível observar a classificação destes mapas de acordo com as Categorias A, B e C, que indicam, respectivamente, mapas que não apresentaram relações corretas entre os conceitos, mapas com poucos indícios de aprendizagem significativa e mapas com indícios satisfatórios de aprendizagem significativa.

Tabela 1: relação de MCs classificados de acordo com as categorias de aprendizagem. Fonte: Autores.

² Software utilizado para elaboração de MCs em computadores pessoais. Disponível em <http://cmap.ihmc.us/>.

ENSINO FUNDAMENTAL		
Categorias / Mapas	Mapa 01	Mapa 02
Categoria A	6 alunos	4 alunos
Categoria B	4 alunos	6 alunos
Categoria C	3 alunos	3 alunos

Com base na análise do Mapa 01, percebeu-se que todos os estudantes utilizaram as palavras disponibilizadas, mas que nenhum deles acrescentou novos conceitos além destes sugeridos. Seis alunos tiveram seus mapas classificados na Categoria A porque na totalidade destes mapas, os conceitos não estavam interligados em uma estrutura lógica com significância, mas sim, dispostos no papel com pouco ou nenhum sentido. Percebeu-se que as palavras de enlace “em, da de, na” foram colocadas de forma aleatória, e se repetiram por muitas vezes, dando indícios da falta de clareza a respeito das relações existentes entre os conceitos trabalhados em sala de aula. Os mapas classificados na Categoria B nesta primeira análise foram confeccionados por quatro alunos, e indicaram conforme a categoria, poucos indícios de aprendizagem significativa. As proposições estavam em parte corretas, relacionando os conceitos de forma hierárquica e significativa, com diferenciação progressiva entre ideias consideradas mais inclusivas com as menos inclusivas, apesar de apresentarem alguns conceitos conectados de forma errônea. Os três mapas classificados na categoria C evidenciaram indícios satisfatórios da aprendizagem significativa, pois foi demonstrado um nível aceitável de hierarquia conceitual, diferenciação progressiva, ligações feitas de forma corretas e integrando os conteúdos trabalhados sem a repetição exagerada de conectores, além da melhor organização estrutural em relação aos demais mapas.

A análise do Mapa 02 destes estudantes mostra, ao observar as diferenças em relação ao Mapa 01, poucas mudanças no que se refere ao número de alunos *versus* indícios de aprendizagem. Cabe ressaltar que no decorrer da construção deste mapa os alunos não tiveram o auxílio de nenhum material didático e também não dispuseram de uma lista de conceitos sugerida, como na atividade anterior. Os quatro mapas que foram classificados na categoria A não estavam organizados da forma usualmente utilizada em MCs, pois não apresentaram conectores e a estrutura hierárquica não foi considerada válida, pois os conceitos estavam apenas interligados, sem ser explicitada a natureza de tal associação. Porém, os seis mapas classificados na categoria B já mostraram uma estrutura hierárquica válida, conceitos relacionados aos conteúdos estudados e ligados com a presença de conectores, apesar de por vezes estarem repetidos em excesso. Mesmo estes mapas apresentando indícios de aprendizagem significativa, constataram-se proposições confusas e por vezes conceitos errôneos, ligações sem criatividade e graves erros gramaticais. Na Categoria C três mapas foram inseridos, pois estes demonstraram maior integração entre os assuntos estudados, relacionando os conceitos de forma significativa, indicando exemplos e estabelecendo relações cruzadas.

Como descrito anteriormente, as diferenças observadas em relação aos Mapas 01 e 02 não evidenciam muitas mudanças caso seja levado em consideração apenas o número de mapas agrupados em A, B ou C, apenas uma diminuição de alunos da Categoria A e um aumento proporcional na Categoria B. Porém, o que houve foi também um avanço por parte de alguns alunos e um retrocesso por parte de outros. Inicialmente, na Categoria A estavam seis alunos, dos quais três permaneceram nesta após a segunda análise, outros dois foram classificados como B e um como C tendo como base o segundo mapa. Um aluno primeiramente classificado na categoria B após o segundo mapa foi para a categoria C, e houve três retrocessos: um da categoria B para A e dois da categoria C para B ao longo destas atividades.

No ensino fundamental, diferente dos demais níveis de ensino, o primeiro MC (Mapa 01) não teve a intenção de identificar os subsunçores que os alunos possuíam, pois este foi trabalhado após o conteúdo ser apresentado pela professora. Ele foi elaborado com palavras pré-determinadas, ou seja, os alunos dispunham de uma lista de conceitos, sendo necessário apenas realizar as ligações, mostrando o motivo destas e para isso poderiam consultar ao material trabalhado nas aulas, funcionando tanto como instrumento avaliativo como didático.

Na categoria A, que indica mapas sem indícios de aprendizagem significativa, seis foram os mapas classificados e abaixo está exposto o mapa do estudante J (figura 1). Nele, é possível observar que os conceitos estão relacionados de forma aleatória, sem qualquer interação entre estes. As palavras de ligação se repetem e não abordam o sentido das associações, não existe diferenciação progressiva, partindo de

conceitos mais inclusivos até os mais específicos, não foram identificadas ligações cruzadas válidas e significativas, e ainda percebem-se alguns conceitos interligados de forma errônea, como na associação “*velocidade constante – e pode – muda com o passar do tempo – a rapidez em se deslocar em relação ao tempo*”, destacando desordem entre os conceitos e forma de representação daquilo que se sabe.

Ainda nesta atividade, houve a classificação de três alunos na Categoria C, que agrupa aqueles que indicaram indícios satisfatórios de aprendizagem significativa. É apresentado para uma breve análise o mapa do estudante K (figura 2), classificado nesta categoria. O mapa, apesar de utilizar os mesmos conceitos que o anterior, está organizado de maneira que sugere relações mais claras, proposições válidas e significativas, e relações cruzadas, indicando a integração entre os conceitos estudados. Mesmo assim, é possível observar ligações pouco elucidantes entre os conceitos, que poderiam ter sido mais bem explicitadas, por exemplo, quando este estudante destaca que “*o estudo do movimento – de um – corpo – tem - aceleração*”.

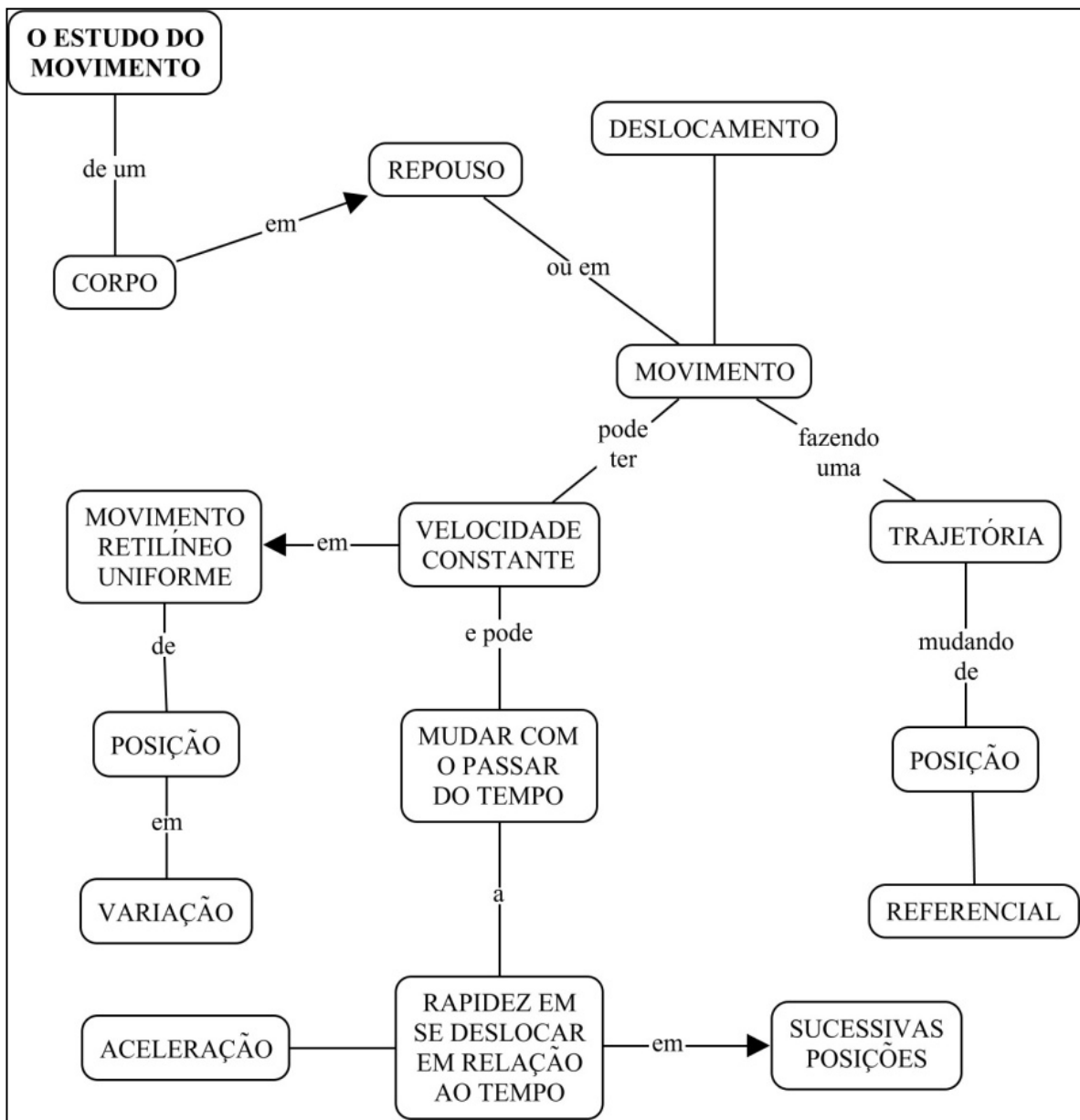


Figura 1: MC estudante J, Ensino Fundamental.

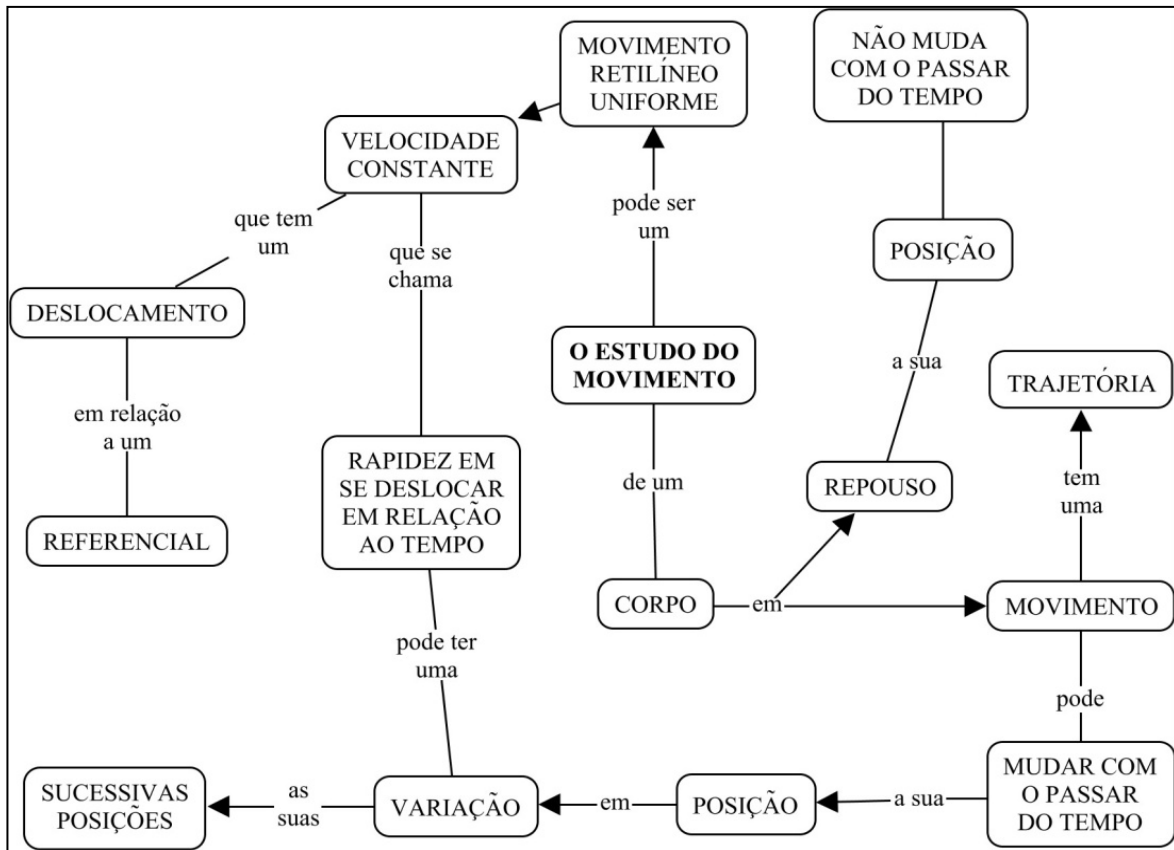


Figura 2: MC estudante K, Ensino Fundamental.

Quanto aos MCs da segunda atividade (Mapas 02), estes foram elaborados durante a avaliação formal da disciplina, sem consulta e de forma individual. Neste caso, não houve a determinação de palavras chaves, e também não foram notados grandes mudanças quanto a classificação dos alunos de acordo com as categorias, pois quatro foram dispostos em A, seis em B e três em C.

A Figura 3 demonstra o MC do estudante K, que nesta etapa sofreu um retrocesso, sendo classificado na Categoria B. Logo ao apreciar este mapa é possível perceber que o estudante não utilizou alguma forma geométrica para destacar os conceitos principais, uma das características básicas durante a elaboração de um MC e que foi percebida na maioria dos mapas produzidos nesta etapa. Além disso, é possível observar a presença de conceitos mal organizados e dispostos de forma errônea, como na proposição “*tem massa – que pode ser medida – por um – dinamômetro*”, ou seja, uma confusão perceptível entre força e massa. Além disso, não são relacionados exemplos, acontece uma integração entre os conceitos abordados nas aulas de forma parcial, e apesar de haver diferenciação progressiva, não existem conceitos relacionados de forma cruzada significativa, justificando o ajuste deste mapa na categoria B, por apresentar poucos indícios de aprendizagem significativa.

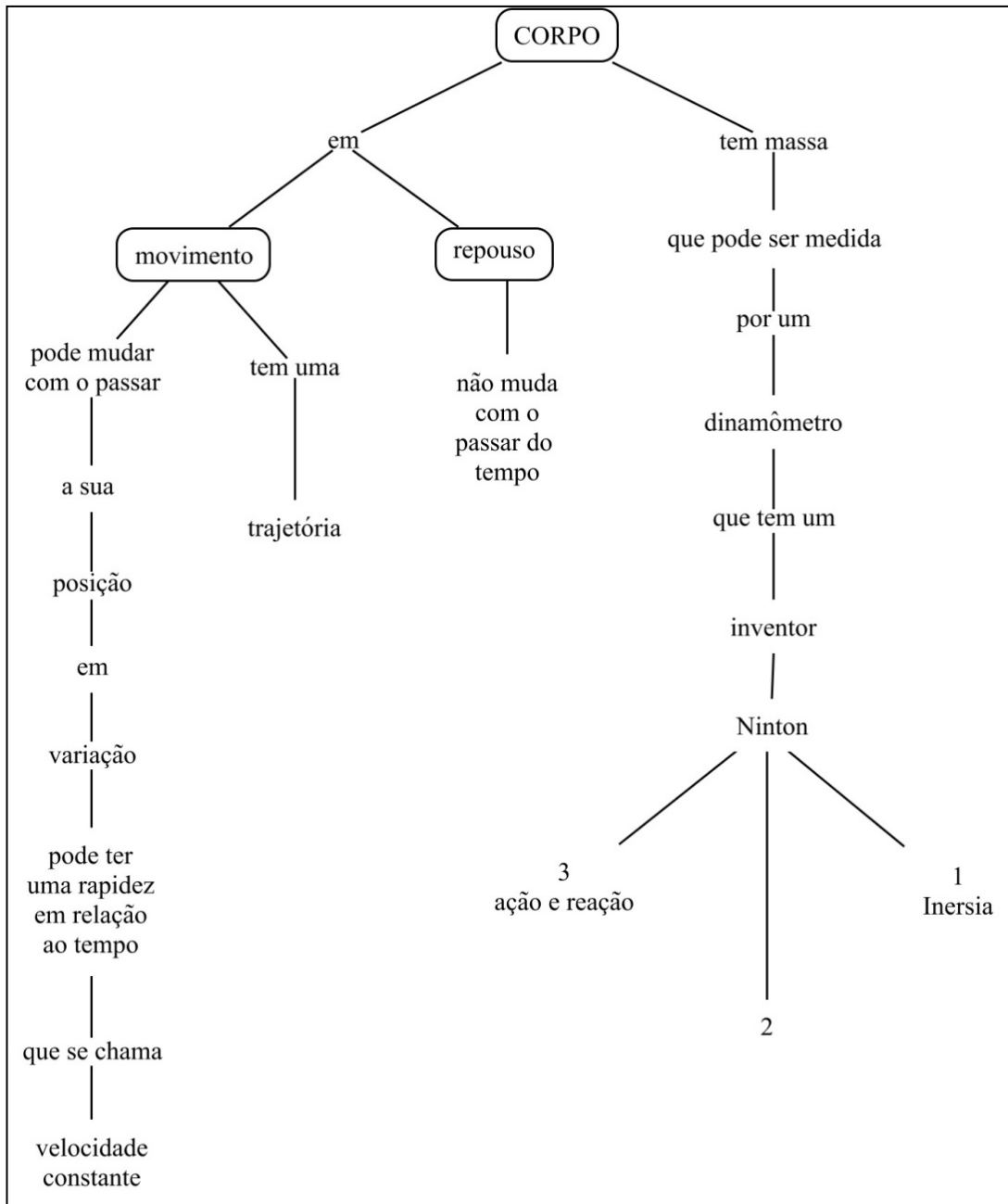


Figura 3: MC estudante K, Ensino Fundamental.

O último MC produzido por um aluno do ensino fundamental trazido para breve descrição da análise feita é o do estudante J (Figura 4), que na segunda atividade foi agrupado na categoria C, junto com os demais que apresentaram indícios satisfatórios de aprendizagem significativa. Este, apesar de também não utilizar figuras geométricas para destacar os conceitos fundamentais, apresenta relações hierárquicas válidas, proposições significativas, conceitos cruzados e integrando os conceitos trabalhados na UEPS, demonstrando uma melhora significativa deste estudante em relação ao mapa anterior. Por exemplo, ao analisar o conceito de força disposto no mapa, este está relacionado à palavra gravidade, que neste caso foi considerada uma proposição válida, mesmo que sem uma palavra de ligação mostrando qual a relação existente entre estes conceitos que é imaginada, porém, sabe-se que esta poderia ter sido explicitada de melhor forma. Ainda, existe a relação feita entre trajetória e aceleração que não está correta, pois seria mais apropriado utilizar o conceito de deslocamento para fazer tal associação. Considerando que se trata de alunos do ensino fundamental e que a Categoria C indica aqueles alunos que conseguiram demonstrar indícios aceitáveis de aprendizagem, considerou-se que, ainda com alguns desacertos, o mapa fosse classificado nesta categoria.

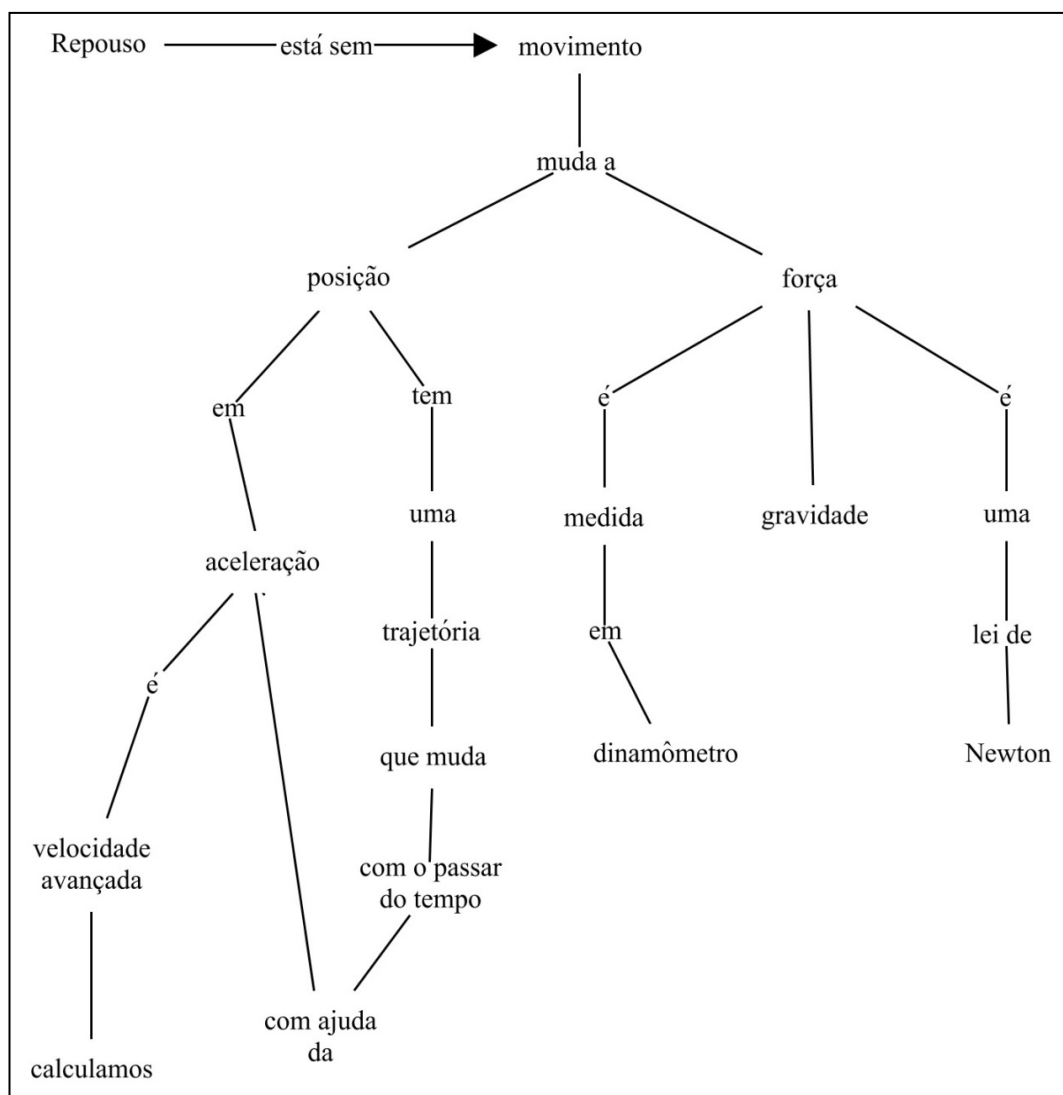


Figura 4: MC estudante J, Ensino Fundamental.

Ensino Médio

No Ensino Médio foram analisados dezoito mapas, produzidos em um curso de extensão por nove alunos do último ano deste nível de ensino. O curso, composto por quatro encontros, foi planejado através de uma UEPS, ancorada na Teoria da Aprendizagem Significativa, que trabalhou conteúdos relacionados ao Eletromagnetismo. Os encontros privilegiaram atividades de caráter investigativas e experimentais, vídeos instrucionais e pequenas apresentações expositivas, onde ao término de cada encontro os estudantes eram convidados a elaborarem um MC com o tema Eletromagnetismo, sistematizando os conceitos aprendidos de forma individual e sem consulta a outros materiais.

Dos mapas produzidos no primeiro encontro (Mapa 01), apenas um foi classificado na Categoria C, por ter sido organizado de forma que indicou subsunçores relevantes e indícios de uma anterior aprendizagem do conteúdo tratado no curso de extensão. Dois mapas indicaram poucos subsunçores pertinentes, por isso ocuparam a Categoria B. Estes, apesar de estarem relacionados ao tema de estudo, foram descritos de forma pouco organizada e sem a presença de conectores entre todos os termos, indicando o motivo das associações. Ainda, não organizaram o material de forma a destacar aqueles conceitos mais relevantes, estabeleceram poucas relações cruzadas, porém, um destes mapas continha exemplos válidos. Seis foram os mapas classificados na Categoria A, por apresentarem poucos conceitos, ou estarem relacionados de forma errônea, não existirem relações hierárquicas adequadas e significativas, não apresentarem conectores ou palavras de enlace evidenciando o motivo das associações.

Porém, os mapas confeccionados no último encontro (Mapa 02 da tabela Ensino Médio), apresentaram mudanças significativas em relação à estrutura organizacional e os novos conceitos incluídos. Nenhum mapa foi classificado na Categoria A, e três mapas foram classificados na Categoria B, indicando poucos indícios de aprendizagem significativa e a retenção de alguns conceitos chaves abordados ao longo dos encontros. Percebeu-se que a maioria dos alunos relacionou conceitos do tema Eletromagnetismo com as atividades experimentais desenvolvidas, principalmente a atividade integradora onde um circuito elétrico que transforma energia sonora em energia elétrica foi explorado pelos estudantes. A maioria destes mapas situou relações válidas entre conceitos, mas nem todos utilizaram conectores entre todas as proposições estabelecidas. Também, dois destes estudantes não conseguiram relacionar alguns conceitos entre si, deixando-os afastados dos demais, sem relações sugerindo o vínculo entre eles. Considerando os poucos encontros realizados e a primeira atividade utilizando MCs, nesta etapa foi expressivo o número de alunos que tiveram uma evolução conceitual e organizacional observada através dos mapas, pois seis dos nove participantes foram classificados na Categoria C, com indícios satisfatórios de aprendizagem significativa. Em seus mapas, estes estudantes descreveram conceitos e exemplos, relacionaram com as atividades realizadas no curso de extensão, integrando-as, instituindo relações válidas e significativas e utilizando palavras de enlace apropriadas.

Como exposto, grande parte dos mapas parecem demonstrar um nível de aprendizagem significativa considerando o mapa inicial e o final produzido pelos estudantes. Nesse caso, não houve retrocessos, somente avanços na aprendizagem. Dos seis alunos, dois inicialmente classificados por exporem relações incorretas ou a inexistência de conceitos relevantes (Categoria A), no segundo mapa da análise foram classificados na Categoria B, e quatro na Categoria C. Houve a mudança de um estudante da Categoria B para a Categoria C. Um aluno manteve poucos indícios de aprendizagem significativa (Categoria B), assim como um manteve indícios satisfatórios de aprendizagem significativa (Categoria C).

Com base na forma de análise já descrita, foi possível elaborar a Tabela 2, onde estão organizados os MCs produzidos no primeiro encontro (identificados como Mapa 01, modalidade ensino médio), confeccionados com a finalidade de caracterizar um organizador prévio e identificar subsunçores disponíveis na estrutura cognitiva dos estudantes participantes do curso e também os mapas do quarto e último encontro (referenciados como Mapa 02), que integravam os conceitos trabalhados na UEPS e buscavam evidências de aprendizagem significativa.

Tabela 2: relação de MCs classificados de acordo com as categorias de aprendizagem. Fonte: Autores.

ENSINO MÉDIO		
Categorias / Mapas	Mapa 01	Mapa 02
Categoria A	6 alunos	0 alunos
Categoria B	2 alunos	3 alunos
Categoria C	1 alunos	6 alunos

O mapa inicial (Mapa 01) elaborado no primeiro encontro serviu tanto para identificar os subsunçores dos alunos quanto como organizador prévio das atividades³ que seriam trabalhadas. Estes alunos até então não haviam construído MCs, e nesse caso, uma das atividades deste primeiro encontro foi a definição, caracterização e proposta de elaboração de um mapa conceitual com tema livre feita pelos acadêmicos que ministraram o curso de extensão, para que os estudantes de nível médio exercitassem a construção de MCs. Após, eles prosseguiram a elaboração dos mapas sob Eletromagnetismo, e, nesta etapa a maioria dos estudantes tiveram mapas agrupados na Categoria A, que caracteriza aqueles que não demonstram possuir subsunçores relevantes sobre o tema proposto. A seguir são apresentados dois mapas

³ Nesse caso, os MCs foram elaborados por estudantes que já estavam perto de concluir o ano letivo, portanto, muitos dos conceitos básicos a respeito do conteúdo de Eletromagnetismo abordados no curso de extensão possivelmente haviam sido trabalhados em sala de aula anteriormente. A função dos MCs nesse caso é também de organizador prévio porque foi desenvolvido antes das atividades de aprendizagem. Além disso, se esperava que os estudantes relacionassem algumas das ideias que possuíam, de forma mais geral e abrangente nesse primeiro momento, facilitando a compreensão dos conceitos que foram trabalhados nas atividades ao longo dos demais encontros.

dos estudantes D e H (Figuras 5 e 6 respectivamente) trazidos para uma breve análise, destacando os elementos que os fizeram ser incorporados nesta categoria.

Nestes mapas é possível observar a presença de poucas proposições e, apesar de destacarem conceitos importantes relacionados ao Eletromagnetismo, estão ambos dispostos sem palavras de enlace indicando o motivo das relações estabelecidas entre eles. Esta característica pode ser evidência de uma anterior aprendizagem mecânica, onde o conhecimento é armazenado em sua forma literal, fazendo com que o aluno tenha dificuldade em representar essa informação de maneira integrada e com significados próprios. Além disso, os mapas não apresentam ligações cruzadas, recombinação entre os conceitos e exemplos válidos, sendo que a hierarquia conceitual neles representada, por não estar conectada por palavras de ligação, dificulta o entendimento dos mapas.

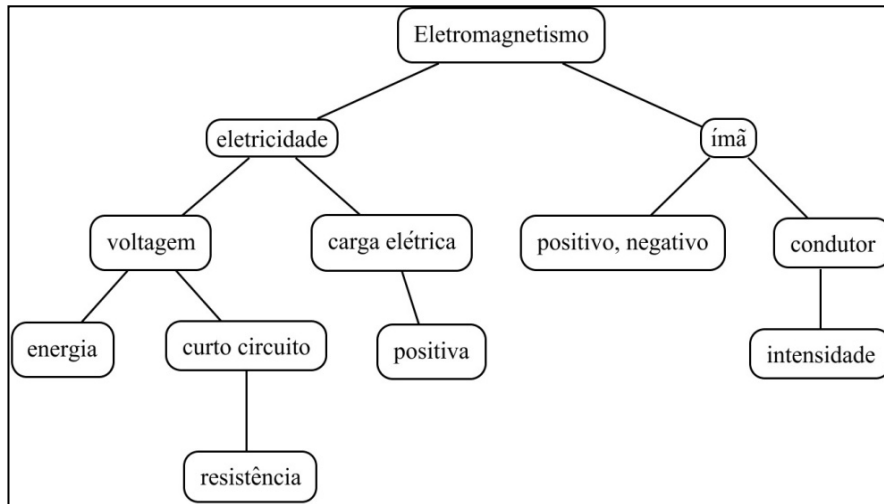


Figura 5: MC estudante D, Ensino Médio.

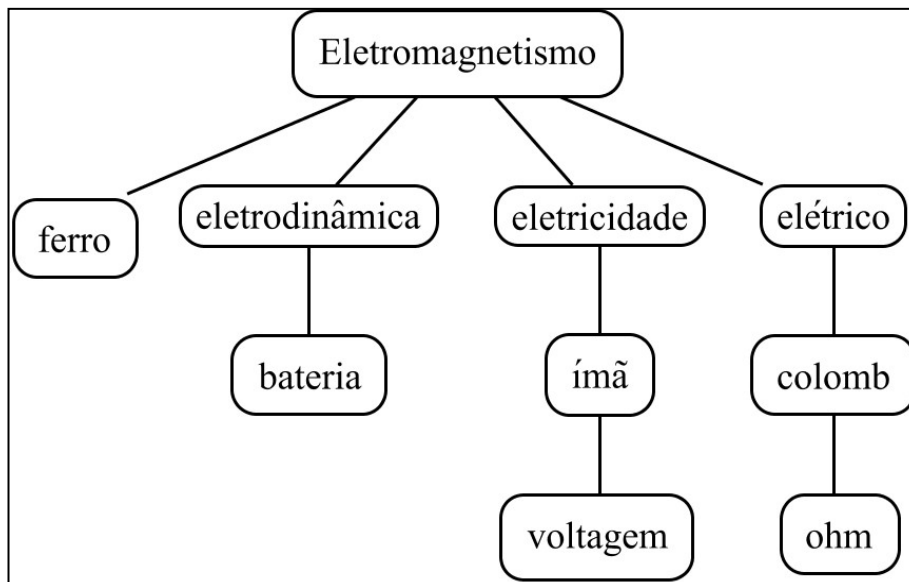


Figura 6: MC estudante H, Ensino Médio.

No segundo momento (Mapa 02) onde foram feitas as análises com base nos mapas produzidos no último encontro percebe-se a melhora que os alunos tiveram em relação ao estabelecimento de relações entre os conceitos. Este mapa foi produzido após um circuito que transforma energia sonora em energia elétrica ter sido explorado pelos estudantes, e foi a atividade final do curso de extensão baseado na UEPS que fundamentou o desenvolvimento dos encontros.

Na figura 7 é possível observar o MC do estudante D, classificado na Categoria C, por apresentar indícios satisfatórios de aprendizagem significativa. Nele, percebe-se que alguns conceitos que apareceram no mapa inicial também foram descritos, porém, de forma mais organizada que no mapa anterior. Ainda, o mapa apresenta relações estabelecidas com palavras de enlace que deixam perceptíveis as relações que se compreende e ao relacionar o conceito de “microfone” ao de geração de energia, falantes, bobinas e espiras demonstra a integração entre as temáticas trabalhadas ao longo dos encontros, de forma clara e explanando a reconciliação entendida.

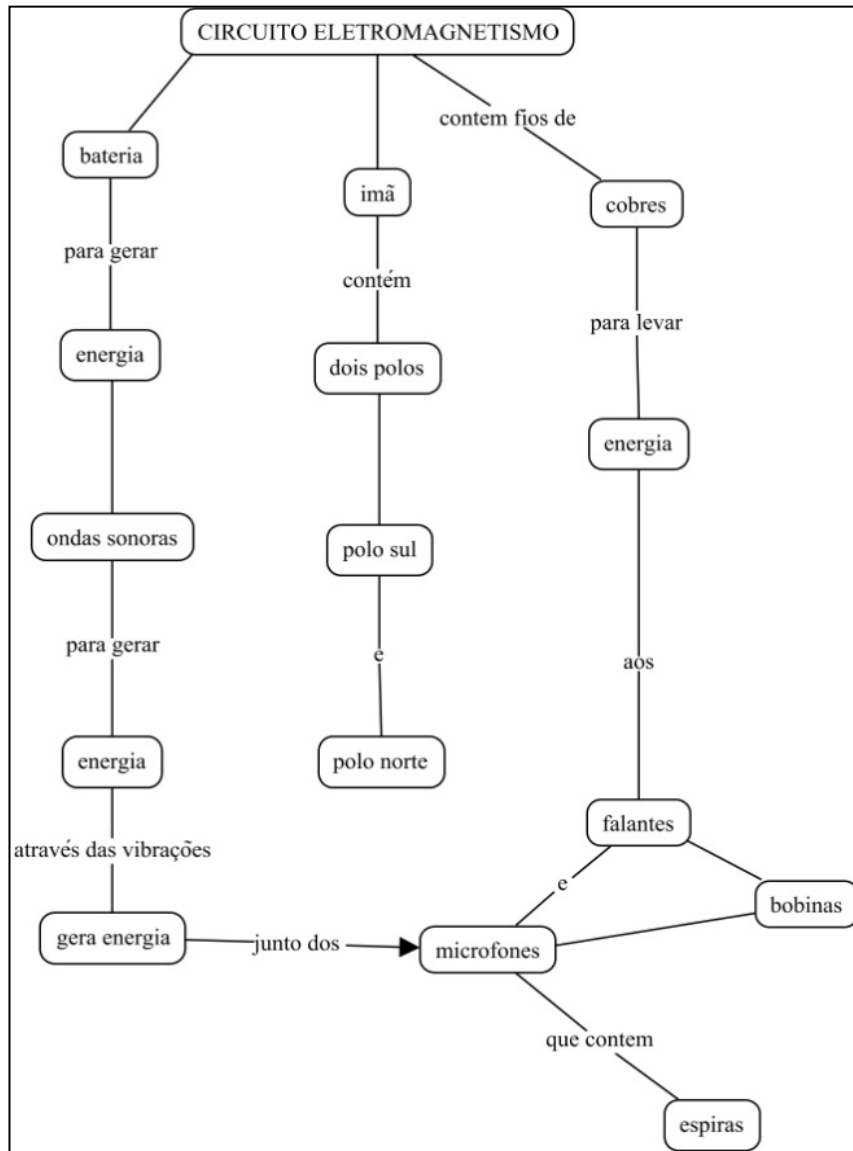


Figura 7: MC estudante D, Ensino Médio.

Na figura 8 está representado o MC do estudante H, nesta etapa classificado na Categoria B. Apesar de ter utilizado palavras de ligação entre quase todos os conceitos, e apresentar proposições corretas e válidas, o estudante valeu-se de poucas informações, e algumas estão repetidas, como é o caso do conceito de “gerador de energia” que aparece três vezes no mapa. Embora, o mapa apresente melhoras em relação ao anterior, deve-se considerar que ele não integra a maior parte dos conteúdos trabalhados, não existe a presença de ligações cruzadas entre conceitos e também, que o estudante não conseguiu relacionar a proposição formada entre “energia elétrica – eletricidade”, que se encontra afastada e sem relação entre os outros conceitos elencados ao tema principal Eletromagnetismo. Isso demonstra que a aprendizagem não ocorreu de forma satisfatória, ou seja, algumas lacunas ficaram presentes, e isso pode ser facilmente evidenciado ao analisar este mapa.

Porém, existiu um progresso na organização conceitual do mapa, e a representação de parte das informações exploradas com base na atividade desenvolvida no último encontro, ocasionando a classificação deste na Categoria B.

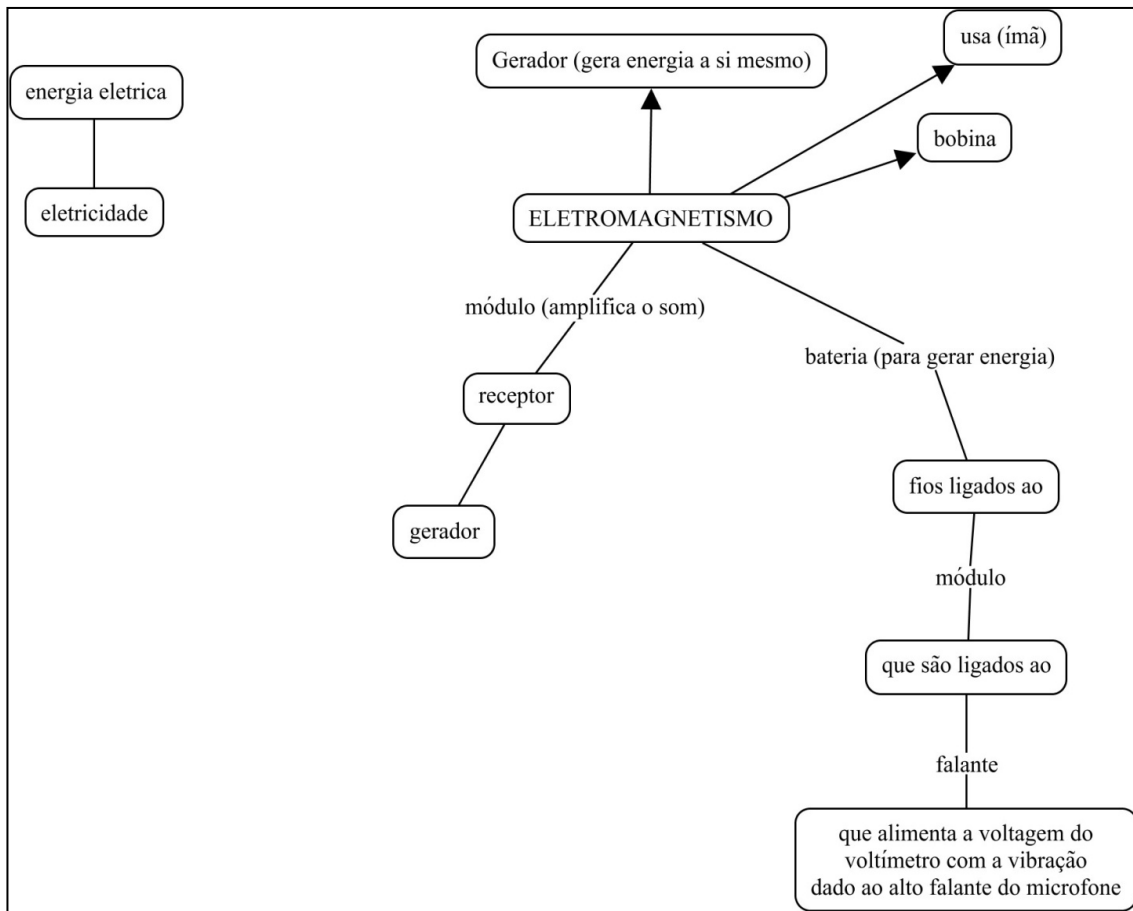


Figura 8: MC estudante H, Ensino Médio.

Ensino Superior

Os mapas analisados correspondentes ao Ensino Superior foram confeccionados por vinte alunos em duas etapas do componente curricular Eletromagnetismo, no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), totalizando quarenta MCs. As aulas ministradas neste componente tiveram caráter teórico e prático, onde os participantes eram em sua maioria, acadêmicos do oitavo semestre do curso. Na Tabela 3 é possível observar a relação de mapas classificados nas Categorias que indicam os indícios de Aprendizagem Significativa destes estudantes.

Tabela 3: relação de MCs classificados de acordo com as categorias de aprendizagem. Fonte: Autores.

ENSINO SUPERIOR		
Categorias / Mapas	Mapa 01	MAPA 02
Categoria A	9 alunos	2 alunos
Categoria B	7 alunos	3 alunos
Categoria C	4 alunos	15 alunos

O mapa elaborado inicialmente (Mapa 01) abrangem como tema Eletromagnetismo, foi uma das primeiras atividades do componente curricular e buscou evidenciar quais os conceitos sobre o tema os acadêmicos já possuíam. Em um segundo momento da aprendizagem onde parte do conteúdo de Eletromagnetismo já havia sido desenvolvido com base em aulas expositivas e aulas experimentais no laboratório de Física da Universidade, foi proposta a criação de um novo MC (referenciado na Tabela 3 como Mapa 02) com o tema Eletrostática, conteúdo trabalhado até então pela docente responsável, ambos de forma individual e sem consulta a qualquer tipo de material instrucional.

De acordo com a Tabela 3, é possível observar que nove dos vinte MCs dos acadêmicos produzidos no primeiro momento (localizado na tabela 3, Ensino Superior como Mapa 02), foram dispostos na Categoria A, por não demonstrar subsunçores relevantes para o estudo do tema Eletromagnetismo. A grande parte destes mapas apresentou poucos conceitos e sem relação com o tema em questão, a hierarquia, exemplos e diferenciação progressiva praticamente não existiu, ou quando estavam expostas não eram válidas e significativas. Sete mapas foram agrupados na Categoria B, por apresentarem poucos indícios de uma anterior aprendizagem significativa ou poucos subsunçores relevantes presentes na estrutura cognitiva dos autores dos mapas. Estes acadêmicos conseguiram relacionar um maior número de conceitos válidos e significativos, com a presença de hierarquia e integração válidas entre eles, apesar de indicarem poucas palavras de enlace indicando o motivo de associações. Foram poucos os conceitos errôneos e exemplos apropriados identificados nestes mapas. Quatro, dos vinte mapas analisados neste primeiro momento demonstraram subsunçores relevantes e significativos para o estudo do Eletromagnetismo, pois estavam organizados de forma hierárquica com proposições corretas, os conceitos estavam diferenciados progressivamente e também relacionados entre si, com exemplos apropriados e evidenciando o aprofundamento teórico destes estudantes.

No segundo momento, dos vinte mapas analisados (Mapa 02 da Tabela 3), apenas dois foram classificados na Categoria A, por não apresentarem indícios de aprendizagem significativa. Estes mapas não indicaram conceitos integrados aos trabalhados ao longo das aulas, tampouco a presença de conectores e relações com significado lógico. Três foram os mapas classificados na Categoria B, indicando poucos indícios da aprendizagem significativa, porque, apesar de mostrarem conteúdos integrados com as aulas e o tema, apresentaram algumas proposições errôneas, ausência de palavras de ligação indicando o motivo das associações entre os conceitos. Um destes mapas referenciou muitas fórmulas, características de aprendizagens mecânicas onde os conteúdos não interagem com aquilo que os estudantes já sabem, são armazenados de forma literal.

Por último, observa-se o resultado mais expressivo, onde quinze dos vinte mapas analisados estão classificados na Categoria C, com indícios satisfatórios de aprendizagem significativa. Estes mapas exibiram uma grande quantidade de conceitos, em geral relacionados por conectores adequados e dando sentido claro e lógico as proposições, integrando os conteúdos estudados de forma hierárquica, reconciliada e diferenciada progressivamente. Os formatos dos mapas foram variados e evidenciaram a integração e relação válidas e significativas entre os conceitos.

Mesmo os mapas que inicialmente e posteriormente foram classificados na Categoria C, que representa condições satisfatórias da aprendizagem com significado, estavam na última etapa com maior e melhor estrutura organizacional, inserção de novos conceitos e compreensão de novas associações entre eles. Foram estabelecidas relações com aqueles conceitos já presentes com os novos, mais específicos em relação aos demais.

Neste nível de ensino o progresso da organização conceitual dos aprendizes é bastante significativa, porém, alguns pontos podem ser discutidos para que se compreenda ainda mais profundamente qual o nível de enriquecimento conceitual ocorrido nesta etapa. Dois estudantes que inicialmente tiveram mapas classificados na categoria A, continuaram na mesma categorização. Dois alunos primeiramente categorizados como A, foram para a categoria B, de acordo com a análise de seu segundo mapa e os cinco demais, tiveram avanços ainda mais significativos, pois foram agrupados na Categoria C, na segunda análise. Os sete alunos que no primeiro mapa estavam na Categoria B tiveram todos seus mapas com evoluções perceptíveis ao serem categorizados no segundo momento na Categoria C. Três foram os alunos que apresentaram desde o começo indícios satisfatórios de aprendizagem significativa e subsunçores relevantes (Categoria C) e que permaneceram nesta classificação, porém, com evidências de intensas melhoras conceituais. Houve, porém, um caso de retrocesso por parte de um acadêmico, que em seu primeiro mapa apresentou indícios de subsunçores relevantes e válidos para o estudo de Eletromagnetismo, mas que seu segundo mapa foi considerado na Categoria B, por não estar relacionando de forma clara e organizada os novos conhecimentos estudados ao longo do período.

Assim sendo, apresenta-se alguns dos mapas produzidos no Ensino Superior para corroborar as análises feitas. Os MCs iniciais (Mapa 01) foram elaborados antes do conteúdo do componente curricular Eletromagnetismo ser abordado, uma forma de identificar os conhecimentos prévios dos acadêmicos. A maioria deles não demonstrou possuir subsunçores relevantes ao estudo desta parte da física, sendo então classificados na Categoria A.

Na figura 9 está o MC do acadêmico S, que nesta etapa foi ordenado na Categoria A. Este demonstra a presença de poucos conceitos e proposições, apesar de existir relações cruzadas elas não foram consideradas válidas, e os conceitos apresentados não estão relacionados de forma que se considere relevante, pois não apresenta os conteúdos do tema em questão. As ligações são estabelecidas de forma pouco clara e apenas uma palavra de enlace está evidenciada.

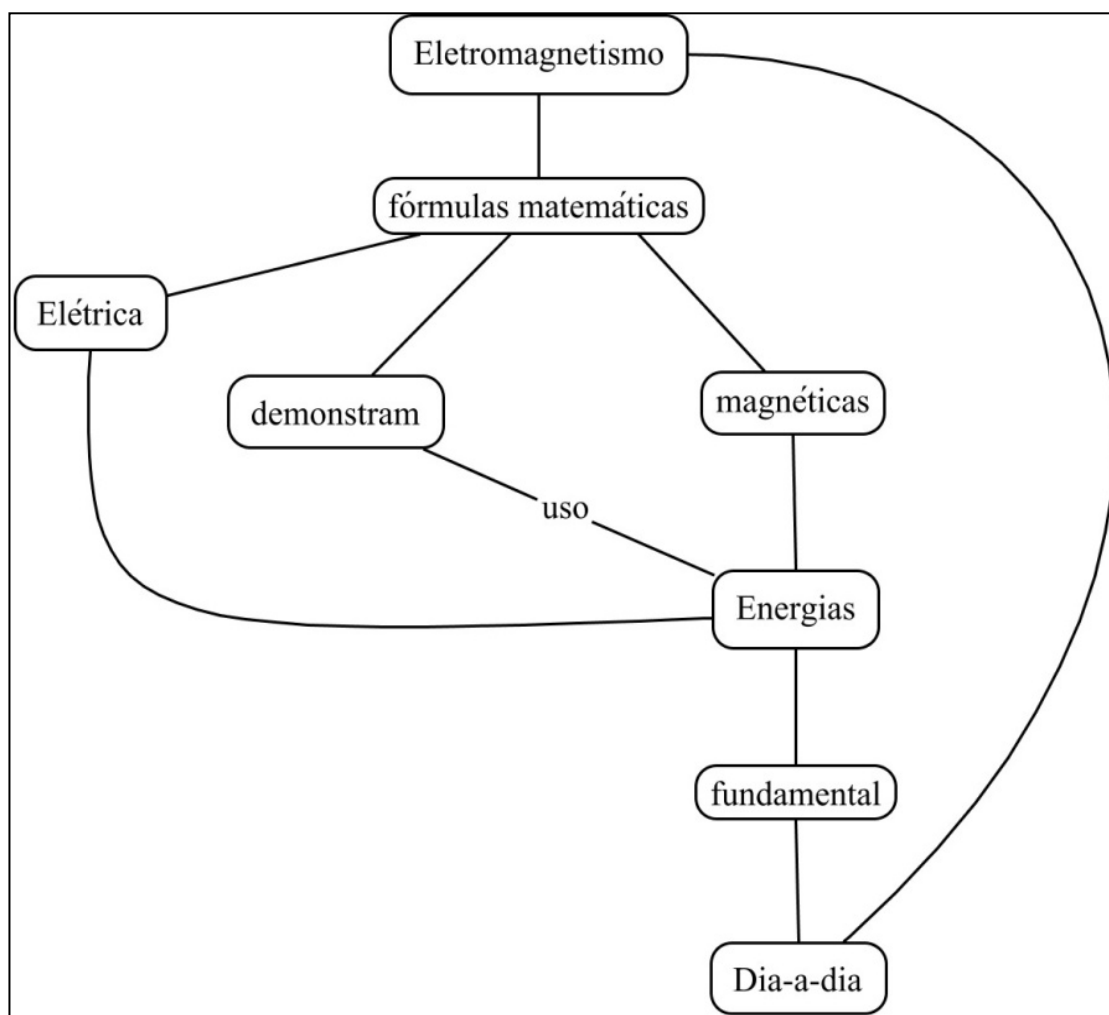


Figura 9: MC estudante S, Ensino Superior.

Ainda desta etapa de análise, apresenta-se os MCs produzidos pelos estudantes F e T (Figuras 10 e 11, respectivamente). Estes dois mapas foram agrupados na Categoria C, por indicarem subsunçores relevantes ao estudo do Eletromagnetismo, e como se trata de acadêmicos do Ensino Superior, compreende-se que esta representação clara e concisa do conhecimento advém de aprendizagens anteriores em outras ocasiões de ensino, mas que no contexto da presente pesquisa adquirem significados particulares quanto a aprendizagem de conceitos e a utilização dos MCs no processo de ensino e aprendizagem.

O MC do estudante F (Figura 10) apresenta relações entre conceitos válidas, hierarquia e diferenciação progressiva correta entre conceitos gerais e os mais abrangentes, apesar de deixar alguns deles pouco claros por repetir a palavra de enlace “definição” três vezes e não especificar estes conceitos, não desmembrá-los até pontos mais específicos. O mapa foi classificado na categoria C por apresentar

características que podem ser desenvolvidas, com base nos conceitos principais já bem formados que partem das relações de “*carga elétrica*” dispostas pelo estudante.

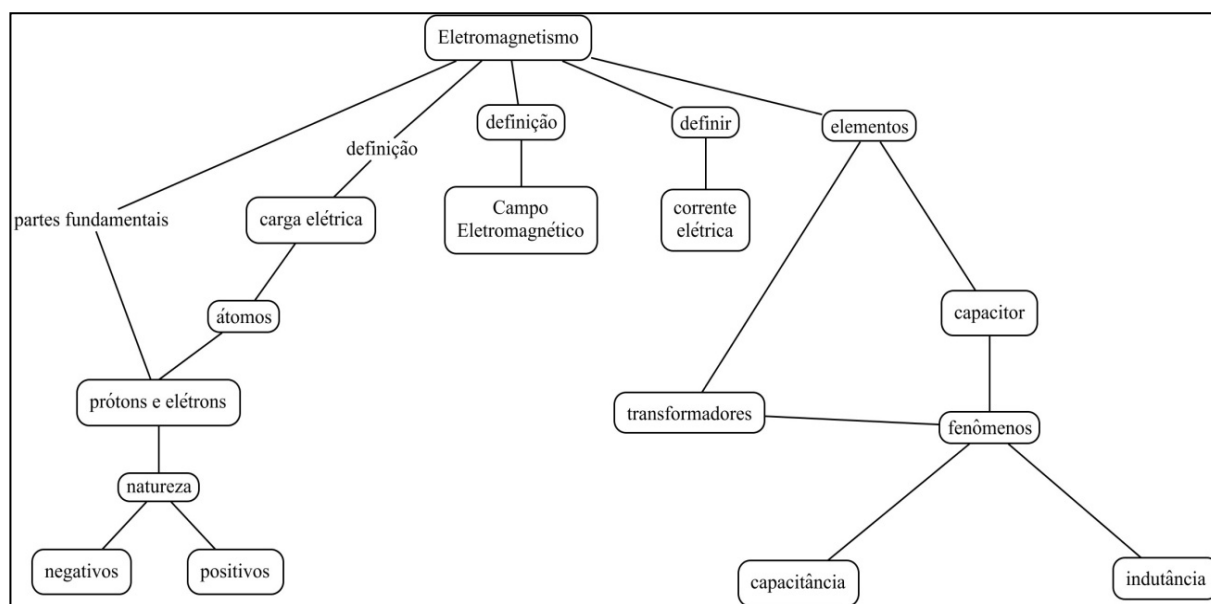


Figura 10: MC estudante F, Ensino Superior.

Entretanto o MC do estudante T (Figura 11), também classificado na Categoria C, apresenta um maior número de conceitos e proposições bem estabelecidas e relacionadas de forma correta, indicando subsunções válidas sobre o tema, que inclusive já estão elaborados de forma significativa. Deste mapa é evidente a organização estrutural, percebida pela hierarquia utilizada na representação dos conceitos, a forma de diferenciação progressiva, com a presença dos conceitos principais de carga elétrica evidente no mapa. Apenas não foi identificada a presença de ligações cruzadas entre conceitos e reconciliação integrativa, que poderiam ter sido recombinações formando novos conceitos entre si, como os de atração e repulsão entre os de carga negativa e positiva.

Nos MCs analisados na segunda etapa (Mapa 02), após parte do conteúdo referente à eletrostática ter sido trabalhado em aulas teóricas e práticas, foi possível perceber que grande parte dos alunos teve avanços satisfatórios na aprendizagem, o que pode ser facilmente identificado com base nos diagnósticos feitos. Este mapa foi elaborado com a palavra Eletrostática como tema, e na sequência serão feitas algumas análises sucintas, destacando elementos que levaram à categorização dos mapas.

Na Figura 12 tem-se o mapa do estudante F, classificado nesta etapa na Categoria B, isto é, sofreu um retrocesso na aprendizagem. Isto porque, o mapa analisado não utiliza palavras de enlace, o que atrapalha muito a interpretação das informações que estão descritas, a hierarquia não é totalmente válida, pois não relaciona conceitos mais específicos com os mais gerais de forma progressiva. Os conceitos, apesar de estarem integrados aos conteúdos trabalhados não estão sendo especificados em relação à profundidade das relações existentes entre eles e seus significados. Percebe-se também a falha na grafia da palavra indução e o mapa, devido a estas características, foi classificado como tendo poucos indícios de aprendizagem significativa.

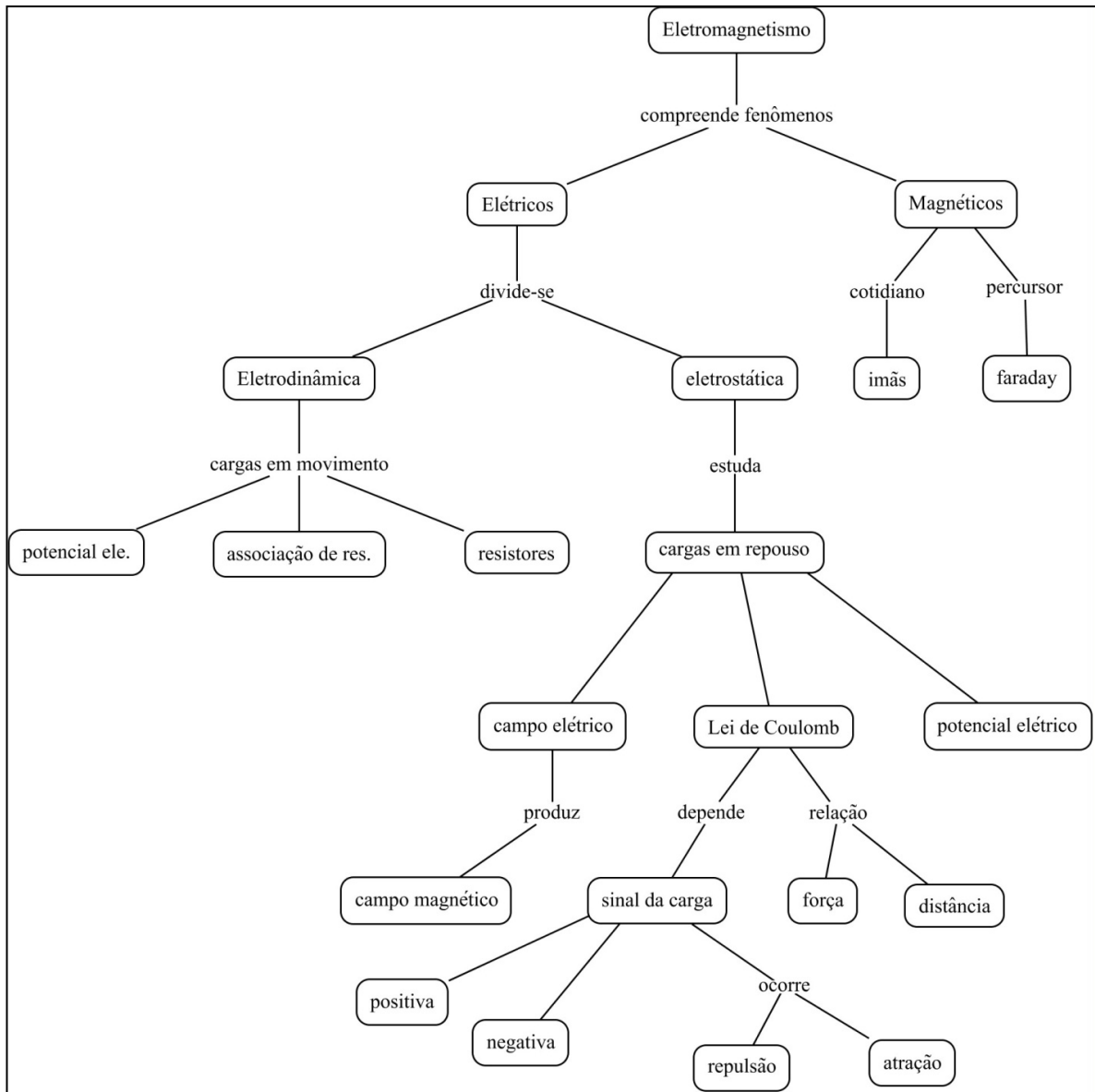


Figura 11: MC estudante T, Ensino Superior.

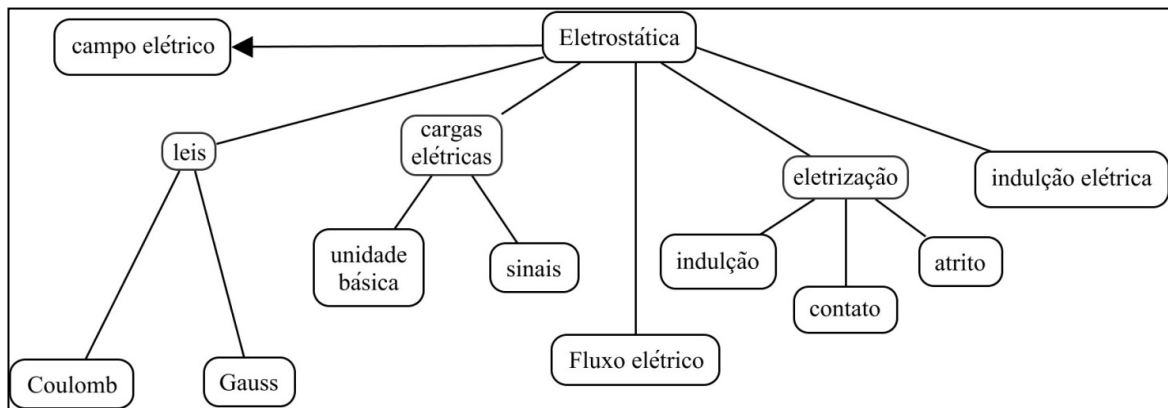


Figura 12: MC estudante F, Ensino Superior.

Nas figuras 13 e 14 estão representados os MCs dos estudantes S e T, ambos classificados na Categoria C.

O mapa do estudante S (Figura 13) apresenta conceitos interligados por palavras de enlace que atribuem sentido as associações, os conceitos principais estão relacionados de forma hierárquica, existe a diferenciação entre conceitos mais específicos e os mais inclusivos e também a recombinação entre conceitos, no caso o “*eletrizado*” adquire significados conforme a combinação entre conceito que se observa na sequência. Os termos estão de acordo com o conteúdo trabalhado, e o mapa apresenta mudanças significativas em relação ao inicial, evidenciando a aquisição de conhecimentos que se relacionam de forma coerente e organizada.

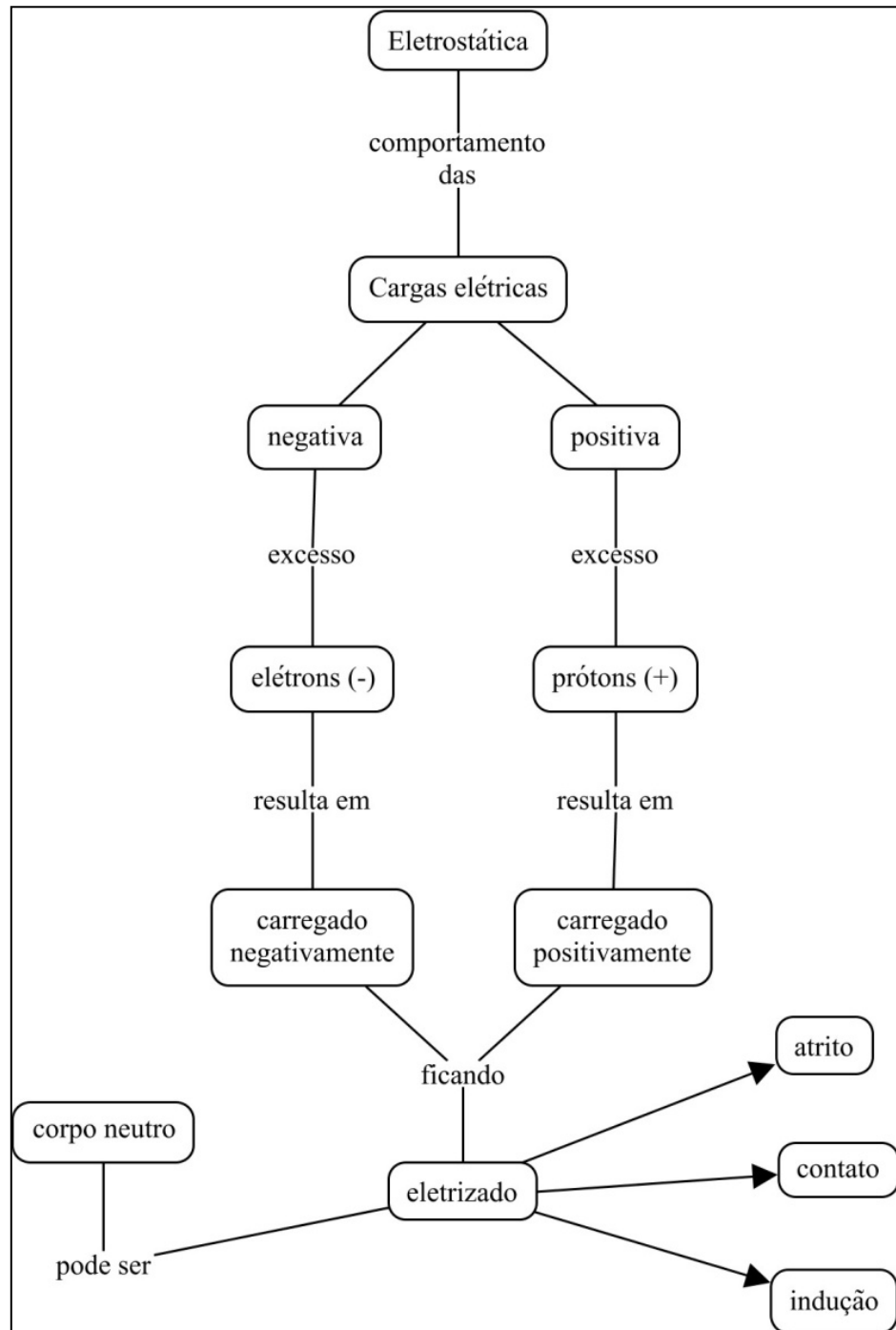


Figura 13: MC estudante S, Ensino Superior.

Na figura 14 está apresentado o mapa do estudante T. Este, inicialmente já havia sido classificado na Categoria C, e novamente está nela porque apresenta indícios de aprendizagem significativa evidentes. A estrutura do mapa sofreu alterações, os conceitos foram sendo elucidados e também se pode observar que houve a aquisição de novos conceitos, que existem relações cruzadas estabelecidas neste mapa que anteriormente não eram perceptíveis. O mapa integra, recombina e descreve de forma satisfatória os

conteúdos estudados e representa novamente, a incidência de aprendizagem significativa no processo de aprendizagem.

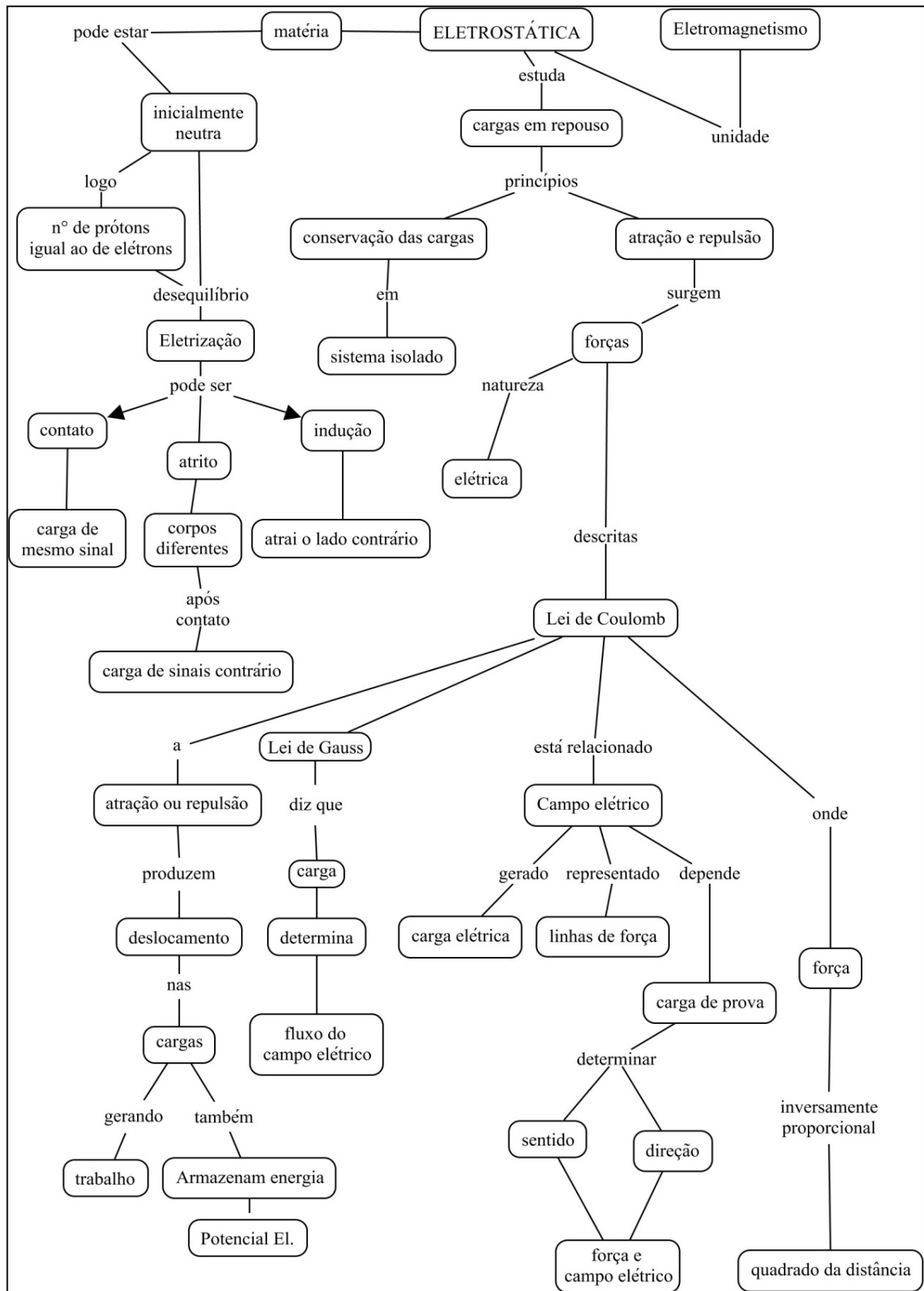


Figura 14: MC estudante T, Ensino Superior.

SÍNTESE DOS RESULTADOS

O Gráfico 1 apresenta um Comparativo Geral entre os mapas de todos os níveis de ensino: Fundamental, Médio e Superior. Se analisarmos apenas os dados nele dispostos, perceberemos que ao utilizar os MCs em todas estas ocasiões, houve a diminuição do número de alunos encontrados na Categoria A, que representa a ausência de aprendizagem significativa. Essa diminuição fez com que o número de alunos nas outras categorias aumentasse, evidenciando uma melhora conceitual dos aprendizes, sobretudo no Ensino Médio, onde o número de alunos classificados na Categoria A foi reduzido a zero e distribuído nas outras duas categorias, principalmente na Categoria C, e nos mapas do Ensino Superior, onde tanto a categoria A quanto a Categoria B tiveram diminuições expressivas, corroborando para um aumento significativo de mapas classificados na Categoria C. Nesse sentido, a utilização de MCs caracterizou-se como material potencialmente significativo que pode vir a facilitar aprendizagens significativas de conceitos relacionados à área da física nos níveis de ensino investigados no atual trabalho.

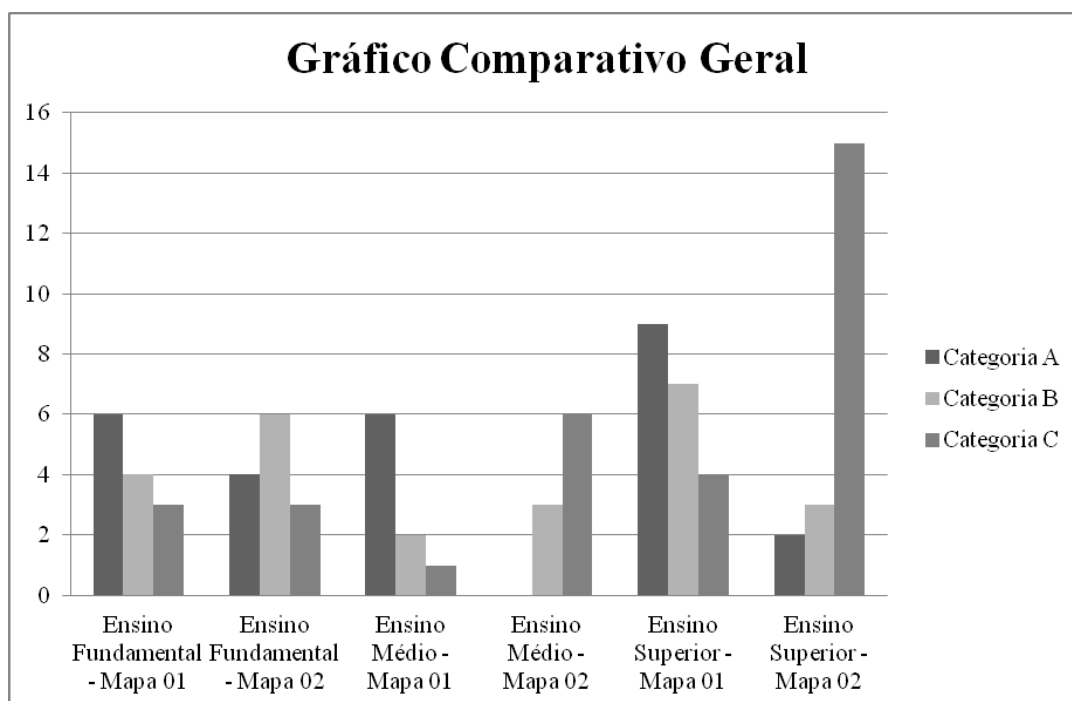


Gráfico 1: Comparativo entre MCs de acordo com as categorias de aprendizagem. Fonte: Autores.

Portanto, pode-se afirmar que em diferentes situações a utilização de MCs auxiliou os alunos a refletirem sobre os temas estudados, expressarem conhecimentos que estavam presentes na estrutura cognitiva organizando-os e sistematizando-os de forma a aprenderem durante o processo de elaboração, seja nos mapas iniciais, como nos finais. A análise permitiu reconhecer diferentes arranjos de um mesmo conteúdo, pois cada mapa analisado possuía características representacionais únicas, motivado pela qualidade idiossincrática de cada ser humano. Moreira (2005) aponta que na aprendizagem significativa, um novo conhecimento jamais é internalizado em sua forma literal, porque a partir do momento que começa a significar algo ao aprendiz, entra em cena o componente idiossincrático da significação, pois ao atribuir significados sempre estarão envolvidos elementos pessoais.

Correia, Silva e Romano (2010) afirmam que por permitirem a percepção das idiossincrasias presentes na estrutura cognitiva dos alunos, a incorporação dos MCs nas atividades de ensino exige que haja uma abertura para incertezas, opondo-se a exatidão presente nos testes e provas de múltipla escolha e questões dissertativas que apresentam apenas uma resposta considerada correta. No processo educacional é essencial que sejam feitas avaliações, por isso, sua inserção como atividade de avaliação da aprendizagem, adquire significado ímpar por deixar exposto aquilo que o aluno conhece, compreende, estabelece, associa a um tema. Com a análise dos mapas percebeu-se essa idiossincrasia, pois mesmo nos casos onde os alunos dispunham de uma lista de conceitos para associá-los na configuração que considerassem melhor, nenhum deles em sua forma final ficou igual ao outro, todos foram confeccionados com base em elementos pessoais, dificuldades e clarezas próprias de cada indivíduo.

O professor que atente a estes aspectos pode auxiliar os alunos na construção do conhecimento, não estabelecendo um padrão único de aprendizagem que deve ser alcançada por todos os alunos, mas potencializando a evolução conceitual de cada um com base naquilo que ele já sabe, isto é, o princípio fundamental da teoria de Ausubel. E, a partir da análise de instrumentos de avaliação e aprendizagem como os MCs, possa ser feito um agrupamento de alunos que estão tendo avanços semelhantes no que diz respeito a evolução da aprendizagem observada em uma turma ou grupo de alunos, evidenciando se esta vem sendo satisfatória de acordo com os objetivos do planejamento docente.

Ao iniciar o estudo referente ao tópico de um conhecimento e utilizá-lo como instrumento didático, o professor pode identificar aquilo que o aluno já sabe ou relaciona, os conceitos subsunçores que o aluno possui e são fundamentais para a aprendizagem com significado. Ainda, ao trabalhar com MCs logo no começo do conteúdo, este pode adquirir a função de um organizador prévio, iniciando o processo de aprendizagens mais significativas.

A utilização dos MCs como instrumento avaliativo também tem importância essencial ao trabalho do professor em sala de aula. Os autores Soares e Sauer (2004) alegam que para ensinar, apenas expor e dar informações não é o suficiente; é essencial incentivar os alunos a pensar, fazer suposições, ler e interpretar informações e com isso, elaborar maneiras de resolver problemas, interagindo e refletindo sobre as ações que desenvolve. Nas diferentes situações onde os mapas analisados foram utilizados em todos os níveis de ensino descritos, percebe-se que esta proposta foi colocada em prática, pois para elaborar seu MC o aluno precisou assumir uma postura crítica e reflexiva diante do que sabia e precisava demonstrar nos momentos denominados avaliativos.

Santos e Costa (2011) descrevem que ao utilizar MCs como ferramenta de avaliação este também auxilia a identificar as dificuldades e êxitos com relação ao conteúdo estudado. Ao mesmo tempo possibilita um *feedback*, uma reflexão sobre os temas abordados, fazendo do momento avaliativo novamente um momento de aprendizagem, promovendo a avaliação formativa, onde *“se avalia todo o processo de aprendizagem e não somente seu produto final. Além disso, o uso do mapa estimula a metacognição, pois o aluno aprende como aprender, ele se autorregula em seu processo cognitivo”* (Santos & Costa, 2011, p.12)

De acordo com Lima (2014), uma avaliação que tem como finalidade auxiliar o aluno a aprender e evoluir ao longo do processo de aprendizagem, denomina-se formativa. Portanto, outro modo de utilização do MC é como avaliação formativa, onde o aluno, além de demonstrar os conhecimentos que adquiriu conforme as atividades trabalhadas pelo professor consegue também reconhecer fragilidades em suas percepções e trabalhar nelas durante a elaboração do MC.

Sobre a análise feita, é possível observar ainda que houve casos onde os alunos avançaram um ou dois níveis de aprendizagem baseados nos critérios elencados pelas categorias. Contudo, a existência de retrocessos na aprendizagem de alguns alunos é algo a se considerar, principalmente porque ela não é perceptível em uma análise apenas quantitativa baseada nos números descritos nas tabelas e gráficos apresentados. Isso não quer dizer que por este motivo os mapas já não são bons instrumentos para potencializar ou mensurar a aprendizagem com significado, mas que durante o processo de aprendizagem podem existir exceções e que essas não seriam representadas apenas por números.

Por isso, uma análise qualitativa é extremamente importante para identificar subsunçores ou indícios de aprendizagem significativa de um mapa ou de um conjunto deles. Apenas um número não exprime a dimensão de situações de retrocessos na aprendizagem como foi percebido nas análises e comparações feitas.

Os casos onde através da categorização, perceberam-se retrocessos na aprendizagem foram identificados no Ensino Fundamental e Superior. Sobre esta situação, cabe valer-se do argumento que descreve a construção do conhecimento como um processo não linear e facilmente identificável, pois este é complexo, tortuoso, demorado e ao longo deste caminho podem ocorrer avanços e retrocessos, continuidades e rupturas (Moreira, 2002).

Marriott e Torres (2006, p.11) asseguram que *“um mapa representa o conhecimento de quem o faz num determinado instante”*. E se este conhecimento ao longo do processo de ensino está passando por rupturas, por desconstrução para ser novamente integrado, modificado, construído paulatinamente, logo, é possível que uma representação avance ou retroceda como foi identificado em alguns casos. O instante em que os mapas foram elaborados eram também momentos formativos, o conhecimento não deveria estar pronto, consolidado. Talvez por este motivo, em específicas situações de ensino, seja preferível utilizar um MC ao invés de um instrumento preciso que busque respostas limitadas centradas naquilo que o professor deseja saber e identificar.

Uma dificuldade existente nos MCs dos estudantes de todos os níveis de ensino se refere a utilização de palavras de ligação entre os conceitos. Isto ficou evidente porque em muitos mapas houve a repetição das palavras de ligação, ou a ausência de conectores que demonstrassem com clareza as relações que cada estudante compreendia a respeito dos conceitos expostos. Moreira (2006c) expõe não ser fácil encontrar uma palavra-chave que expresse de forma significativa a relação existente entre dois conceitos, por isso os alunos tendem a utilizar verbos e proposições que sugerem relações muito pobres e desperdiçam o potencial oferecido nos mapas para a negociação de significados. Assim como observado nos mapas analisados, o autor descreve que são utilizadas “*palavras como ‘é’, ‘são’, ‘pode ser’, ‘pertence’, ‘depende’, ‘tem’, ‘ou’, ‘de’, ‘da’ aparecem frequentemente em MCs, mas a rigor, não dizem nada sobre as relações entre os conceitos*” (Moreira, 2006c, p.46).

Referente aos casos onde foram utilizadas fórmulas matemáticas nos mapas, deixando pouco evidente as associações e representações entre os conceitos, Moreira (2006c) descreve que não é recomendável a utilização de equações no lugar dos conectores, pois estes podem disfarçar um conhecimento que não existe em relação aos conceitos expostos. O autor relata que um aluno pode realizar esta representação apenas porque os conceitos que os interligam estão presentes na fórmula e utiliza como conector mesmo não tendo a menor ideia sobre uma relação de fato significativa entre eles. Ou seja, fica difícil para o professor interpretar o mapa e identificar se houve aprendizagem significativa ou decoração literal, aprendizagem mecânica, sem interação entre aquilo que o aluno já sabe no processo de ensino.

Quanto à presença de proposições incompletas ou incorretas que foram identificadas em alguns mapas, Nunes e Pino (2008) em estudos relacionados ao uso de MCs como estratégia de avaliação constataram que, muitas vezes, o estudante possui conhecimentos relevantes, mas que não consegue expressá-los de forma satisfatória, o que demonstra sua insegurança em relação à avaliação. De acordo com estes autores, ao passo que os alunos estão habituados pela quantidade de respostas “prontas e corretas” que conseguem acertar a perguntas fechadas, acabam por se sentir inseguros quando convidados a apresentarem os conceitos e as relações que compreendem sobre um tema de forma aberta e não específica. Possivelmente não foi a situação de todos os casos de alunos classificados na Categoria A, mas pode ter havido situações semelhantes, o que gera uma dificuldade na interpretação dos mapas produzidos por estes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os MCs são instrumentos focados no aluno e não no professor. Eles colaboram com o desenvolvimento de habilidades e da capacidade do aprendiz em organizar, relacionar e representar o conhecimento que possui através da disposição e interligação de conceitos, podendo assim, ser utilizado como ferramenta de ensino e avaliação.

Portanto, investigou-se sua contribuição em diferentes níveis de ensino, verificando a progressividade de organização conceitual e indícios da aprendizagem significativa. Para tanto foram analisados de forma qualitativa mapas produzidos por alunos de nível fundamental, médio e superior.

Com a análise feita, foi possível compreender que a utilização de MCs como ferramenta didática e avaliativa durante o processo de aprendizagem contribui para a organização, representação e sistematização do conhecimento de forma eficiente nos níveis de ensino investigados. Ele representa um excelente instrumento para ser utilizado pelo professor com diferentes finalidades, como investigar aquilo que o aluno já conhece sobre o tema de estudo, acompanhar a aquisição de conhecimentos, avaliação da aprendizagem e também material didático que potencializa aprendizagens com significado.

As situações em que os mapas foram utilizados deixam evidente que com ele pode-se obter indícios de aprendizagem significativa e também da ausência dela, das dificuldades que os alunos possuem, pois quando o aluno elabora seu próprio MC exibe características pessoais, aquilo que entende. Ao fazer essa elaboração, o aluno está inserido num momento de construção e reorganização dos seus conhecimentos, avaliações onde são utilizados MCs caracterizam-se como formativas, pois não ocorre a simples reprodução de conceitos científicos em sua forma literal. Um mapa exige do aprendiz o esforço da reflexão sobre um conteúdo para poder representá-lo na forma de conceitos, onde com isso ele cria uma hierarquia, diferenciação, conexões, interligações próprias que dizem muito sobre a estrutura cognitiva de quem elabora o mapa.

Por apresentar tais características, os MCs auxiliam muito o trabalho do professor, que ao propor esta atividade em suas aulas em quaisquer das situações que foram abordadas ao longo deste trabalho

conseguirá efeitos positivos (propiciar a reflexão, incentivar o aprendiz a representar aquilo que sabe de forma crítica e particular, favorecer a visão integrada do tema de estudo e a modificação de saberes caso exista a disposição em aprender) ao longo do processo de ensino. Certamente isso exigirá maior trabalho ao longo da interpretação das informações que são construídas pelos alunos, pois não se trata de uma ferramenta mecânica, não haverá respostas literais ou específicas. Tem-se o foco da aprendizagem no aluno, ele quem irá atuar criticamente dando sentido ao que estuda, mas cabe ao professor assumir o papel de mediador deste processo. Nesse sentido é conveniente que os professores conheçam a Teoria da Aprendizagem Significativa, que embasa o uso de MCs no ensino para poder orientar os alunos a construir mapas de qualidade, avaliar os resultados obtidos e conseguir efeitos cada vez mais satisfatórios ao utilizá-los em sala de aula.

Ao longo do trabalho são expostos alguns casos de retrocessos, identificados a partir das análises feitas para categorizar os alunos conforme os indícios de aprendizagem significativa que apresentaram. Uma análise essencialmente quantitativa não seria capaz de exprimir tais informações, que também são consideradas parte do processo de aprendizagem. Ao longo das situações de ensino vão existir avanços, poucos ou satisfatórios, como ficou evidenciado, mas também podem ocorrer casos de retrocessos, porque aprender não é uma ação simples, com etapas específicas. Nesse caso os MCs demonstram as limitações e podem indicar ao professor quais alunos precisam de auxílio mais específico durante a tarefa de ensino.

Ficou perceptível que ao elaborar um MC os alunos desenvolvem habilidades e competências através da reflexão, do questionamento e da capacidade de relacionar de forma lógica os conceitos. Quando se tem a disposição em aprender, um material potencialmente significativo adquire um potencial, como a própria denominação já estabelece, em subsidiar a aquisição de conhecimentos importantes de forma progressiva. Durante a utilização dos mapas, em conjunto com outras estratégias de ensino, sejam atividades planejadas com base em UEPS ou aulas teóricas e práticas, é possível que se componha a formação eficaz, com sentido que tanto se busca atualmente.

Dessa forma, consideramos que os MCs são instrumentos didáticos e avaliativos atuais e abrangentes que contemplam diferentes níveis de ensino, fornecendo aos professores suporte para identificar os subsunçores que são tão importantes no processo de ensino e mapear evidências da existência da aprendizagem significativa. Ainda, os MCs fazem do aluno sujeito principal da aprendizagem, representam um instrumento de aprendizagem, organização e integração das informações que são estudadas.

REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, Grune and Stratton.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York, Holt, Rinehart, and Winston.
- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Tradução Lígia Teopisto. Lisboa: plátano edições técnicas.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. & Hanensian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana.
- Brasil. (1998). Secretaria de educação fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF.
- Calheiro, L. B. (2014). *Inserção de tópicos de física de partículas de forma integrada aos conteúdos tradicionalmente abordados no ensino médio* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: química da vida e saúde, Santa Maria.
- Correia, P. R. M.; Silva, A. C. & Romano Jr., J. G. (2010). Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Recuperado de <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/324402.pdf>
- Costamagna, A. M. (2001). 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.

- Falcão, R. M. A. L. (2012). *Mapas conceituais e a aprendizagem de conteúdo escolar no ensino fundamental I* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Educação, João Pessoa.
- Hilger, T. R. & Griebeler, A. (2013). Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais. *Investigações em Ensino de Ciências*. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID327/v18_n1_a2013.pdf
- Lara, A. E. & Sousa, C. M. S. G. (2009). O processo de construção e de uso de um material potencialmente significativo visando a aprendizagem significativa em tópicos de colisões: apresentações de slides e um ambiente virtual de aprendizagem. *Experiências em Ensino de Ciências*. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID82/v4_n2_a2009.pdf
- Lima, C. F. (2014). *Os mapas conceituais na autoavaliação da aprendizagem* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação, Comunicação e Artes, Londrina.
- Marriott, R. C. V. & Torres, P. L. (2006). *Tecnologias educacionais e educação ambiental: uso de mapas conceituais no ensino e na aprendizagem*. Curitiba: FAEP.
- Mendonça, C. A. S. & Moreira, M. A. (2012). Uma revisão da literatura sobre trabalhos com mapas conceituais no ensino de ciência do pré-escolar às séries iniciais do ensino fundamental. *Revista Práxis*. Recuperado de <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141154/000990838.pdf?sequence=1>
- Moraes, R. M. (2005). *A aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais* (Dissertação de mestrado). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande.
- Moraes, R. (1999). Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, 22(37), 7-32. Recuperado de http://cliente.argo.com.br/~mgos/analise_de_conteudo_moraes.html
- Moreira, M. A. (1993). Aprendizagem significativa: a visão clássica. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, monografias do grupo de ensino, série enfoques didáticos, n.1.
- Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Primeira edição. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Moreira, M. A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID80/v7_n1_a2002.pdf
- Moreira, M. A. (2003). *Linguagem e aprendizagem significativa*. In: II Encontro Internacional: linguagem, cultura e cognição. Mesa redonda linguagem e cognição na sala de aula de ciências. Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Moreira, M. A. (2005). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Revisado e publicado em espanhol, em 2005, na revista chilena de educação científica, 4(2), 38-44. Revisado novamente em 2012. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>
- Moreira, M. A. (2006). *Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica*. Porto alegre. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira>
- Moreira, M. A. (2006b). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Universidade de Brasília.
- Moreira, M. A. (2006c). *Mapas conceituais e diagramas em V*. Instituto de Física: UFRGS, Porto Alegre.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf
- Moreira, M. A. (2012). *Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física. In.: Textos de apoio ao professor de física, 23(2). Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/moreira_v23_n2.pdf

- Moreira, M. A. (2012b). O que é afinal a aprendizagem significativa? *Qurriculum*, la laguna, Espanha. Recuperado de <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>
- Moreira, M. A. & Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem Os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Platano Edições técnicas.
- Moreira, M. A.; Caballero, M. C. & Rodríguez, M. L. (orgs.). (1997). Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo*. Burgos, España. 19-44.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1998). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca. Tradução para o espanhol do original learning how to learn.
- Nunes, P. E. & Pino, J. C. (2008). Mapa conceitual como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo. *Experiências em Ensino de Ciências*. Recuperado de http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID54/v3_n1_a2008.pdf
- Pelizzari, A.; Kriegl, M. L.; Baron, M. P.; Finck, N. T. L. & Dorocinski, S. I. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências*, 2(1), 37-42.
- Rodrigues, K. G. & Barni, E. M. (2009). *Mapas conceituais: potencializador da aprendizagem na modalidade de ensino a distância do curso superior de pedagogia de uma instituição de Curitiba*. Anais do IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE: políticas e práticas educativas: desafios da aprendizagem; Anais do III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. Curitiba: Champagnat, 722-732.
- Santos, H. C. F. & Costa, K. C. (2011). Mapas conceituais: estruturas, habilidades e ferramentas. *Revista Tecnologias na Educação*. Recuperado de <http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art3-ano3-vol-4-julho2011.pdf>
- Soares, E. M. S. & Sauer, L. Z. (2004). Um novo olhar sobre a aprendizagem de matemática para a engenharia. In: *CURY*. Disciplinas matemáticas em cursos superiores. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Souza, C. M. S. G. & Moreira, M. A. (1981). Pseudoorganizadores prévios como elementos facilitadores da aprendizagem em física. *Revista Brasileira de Física*. Recuperado de <http://sbfisica.org.br/bjp/download/v11/v11a14.pdf>
- Tavares, R. (2007). Construindo mapas conceituais. *Ciências & cognição*. Recuperado de <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>
- Tavares, R. (2010). Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação*. Recuperado de <http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1205/1114>
- Trindade, J. O. (2011). *Ensino e Aprendizagem Significativa do conceito de ligação química por meio de mapas conceituais* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- Trindade, J. O. & Hartwig, D. R. (2012). O uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas. *Química Nova na Escola*. Recuperado de http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/06-PE-70-11.pdf
- Viana, O. A. (2011). Conhecimentos prévios e organização de material potencialmente significativo para a aprendizagem da geometria espacial. *Ciências e Cognição*. Recuperado de <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/viewFile/698/506>

Recebido em: 13.07.2016

Aceito em: 10.10.2016