



MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NA PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE ELETROSTÁTICA

Conceptual maps as a educational tool for promoting the meaningful learning of electrostatics

Luiz Marcelo Darroz¹
Cleci Teresinha Werner da Rosa²

(Recebido em 07/11/2016; aceito em 05/01/2017)

Resumo: Relata-se, neste artigo, uma experiência fundamentada na teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel, que utilizou mapas conceituais como ferramenta didática para a promoção da aprendizagem significativa. A proposta, cujo foco centrou-se no ensino de conceitos de eletrostática, foi desenvolvida com um grupo de 105 estudantes de terceira série do ensino médio de uma escola da rede privada do município de Passo Fundo, RS. Os resultados obtidos demonstram que o desenvolvimento de uma metodologia com ênfase nos conhecimentos prévios dos estudantes e usando mapas conceituais como recurso didático pode ser considerado uma experiência promissora, no sentido de promover a aprendizagem significativa dos conceitos de eletrostática.

Palavras-Chave: Eletrostática. Ensino de Física. Mapas conceituais. Aprendizagem significativa.

Abstract: This article reports an experience based on the Meaningful Learning Theory by David Ausubel, who used conceptual maps as a didactic tool to promote meaningful learning. The proposal, which focuses on teaching electrostatics concepts, was developed with a group of 105 students of senior high school students in the city of Passo Fundo, RS, Brazil. The results obtained show that developing a methodology focusing on the previous knowledge of students and using conceptual maps as a educational resource might be a promising experience, in order to promote the meaningful learning of electrostatics concepts.

Keywords: Electrostatics. Physics teaching. Concept maps. Meaningful learning.

Como citar este artigo: DARROZ, M. L.; ROSA, C. T. W. Mapas conceituais como ferramenta didática na promoção da aprendizagem significativa de eletrostática. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, Manaus, v.10, n.22, p. 84–98, jan-jun, 2017.

¹ Doutor em Ensino de Ciências, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS – Brasil. E-mail: ldarroz@upf.br

² Doutora em Educação Científica e Tecnológica, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS – Brasil. E-mail: cwerner@upf.br

Introdução

A Física é a ciência que estuda a natureza, buscando descrever, compreender e interpretar os fenômenos que nela ocorrem, seus princípios e suas leis. É por meio de tais estudos que são produzidos os avanços tecnológicos vivenciados na sociedade contemporânea. No entanto, o ensino dessa área em nível médio no Brasil tem se processado de forma alheia à produção da ciência e da tecnologia. O que se observa, na maioria das vezes, é uma metodologia que prioriza a memorização de conteúdos, fórmulas e técnicas de resolução de problemas abstratos em detrimento da compreensão das bases conceituais envolvidas nos conceitos e da relação destes com o funcionamento e o uso dos equipamentos tecnológicos, derivados do avanço científico, de uso diário dos educandos (RICARDO; FREIRE, 2007).

A eletrostática, que, segundo Gonzales (2011), é uma área da Física de extrema importância, por apresentar conceitos que revelam a interação existente entre a eletricidade e o magnetismo, muito presente nos equipamentos tecnológicos atuais, segue a mesma tendência metodológica. De acordo com Prata (2012), o processo de ensino e aprendizagem dessa área da Física é desenvolvido de forma fria, impregnada de termos estranhos e de difícil visualização.

No desenvolvimento desse tipo de ensino, o professor tem dificuldade de promover a problematização dos conteúdos, os quais acabam sendo transmitidos aos estudantes, que os recebem passivamente, via de regra, sem questioná-los ou discuti-los e, conseqüentemente, sem conseguir relacioná-los com os conhecimentos que já possuem (CARVALHO; BARONE; ZARO, 2010). Dessa forma, aulas dissertadoras, narradoras e com grande enfoque na quantificação, além de não despertarem a curiosidade científica e a criatividade, não têm contribuído decisivamente para a formação de um cidadão (FREIRE, 2010) e para a promoção de uma aprendizagem verdadeiramente significativa dos conceitos tratados.

Frente a essas dificuldades presentes no processo de ensinar e aprender os conceitos da eletrostática, apresenta-se uma proposta didática que aborda os conceitos de eletrostática, fundamentada na teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel, que utiliza mapas conceituais como ferramenta para a promoção da aprendizagem significativa desses temas.

Contexto teórico: a aprendizagem significativa e os mapas conceituais

Segundo Moreira (1999), a teoria da aprendizagem significativa, de Ausubel, prioriza a aprendizagem cognitiva. Nessa teoria, a aprendizagem é compreendida como o processo por meio do qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) a algum conhecimento presente na mente do aprendiz. Esse conjunto de conhecimentos, conteúdos informacionais e o modo como eles estão organizados na mente de um indivíduo constituem-se, conforme Ausubel, Novak e Hanesian (1980), como “estrutura cognitiva”.

Para esses autores, os conceitos ou ideias já existentes na estrutura cognitiva, por sua vez, são chamados de “conceitos subsunçores”, os quais são os “pontos de ancoragem” para a aprendizagem significativa. Nesse sentido, o fundamental é identificar os conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aprendiz e ensinar a partir deles. Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 13), “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos”.

A aprendizagem significativa contrasta, fundamentalmente, com a aprendizagem mecânica, na medida em que, nesta, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com informações existentes na estrutura cognitiva. Já naquela, a nova informação interage com algum subsunçor existente na estrutura cognitiva, contribuindo para sua elaboração e diferenciação. Ausubel (1976) entende que essas duas formas de aprendizagem se complementam, tendo em vista que a primeira pode levar à segunda. Isto é, muitas vezes, um indivíduo pode aprender mecanicamente e somente mais tarde perceber que esse aprendizado se relaciona com algum conhecimento anterior já dominado. Com o passar do tempo, tais conhecimentos ficam mais complexos e são capazes de servir de ancoragem para novos conhecimentos.

No entanto, para que a aprendizagem significativa ocorra, Ausubel (1976) salienta que algumas condições devem ser satisfeitas. A primeira é que, para ser considerado potencialmente significativo, o material a ser aprendido precisa ter estruturação lógica e relacionar-se com a estrutura cognitiva do estudante, de maneira não arbitrária e não literal. Também, é necessário que o aprendiz apresente disposição para aprender significativamente, isto é, ele não pode ter a intenção de memorizar ou decorar o material, sendo essa a segunda condição para a ocorrência da aprendizagem significativa. Estando ausente uma dessas condições, ocorrerá, segundo o autor, a aprendizagem mecânica. Para facilitar a aprendizagem significativa, o teórico recomenda o uso de organizadores prévios, que são materiais que servem de ponte entre o conhecimento prévio e os assuntos que se pretende ensinar.

No desenvolvimento da aprendizagem significativa, os conceitos subsunçores que interagem com o novo conhecimento e servem de base para a atribuição de novos significados vão também se alterando, ou seja, vão adquirindo novos significados e diferenciando-se progressivamente. A esse processo dinâmico da estrutura cognitiva denomina-se “diferenciação progressiva” (MOREIRA, 1999). Outro processo que se opera durante a ocorrência da aprendizagem significativa é a “reconciliação integrativa”, na qual há o estabelecimento de relações entre conceitos subsunçores já constituídos na estrutura cognitiva. Isto é, os elementos existentes na estrutura cognitiva com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação são combinados entre si para a aquisição de novos significados, originando uma reorganização dessa estrutura.

Moreira (2006) salienta que a promoção da integração, da reconciliação e da diferenciação de significados dos conceitos que levam a uma aprendizagem

significativa pode ser facilitada com o uso de mapas conceituais como uma estratégia de ensino. Nas palavras do autor:

[...] mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. A análise do currículo e o ensino sob uma abordagem ausebeliana, em termos de significados, implicam: 1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os conceitos subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa na matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem (MOREIRA, 2006, p. 8).

Esses mapas são diagramas que indicam relações entre conceitos, ou entre palavras usadas para representar conceitos. Eles podem ser considerados um estruturador do conhecimento, na medida em que permitem mostrar como o conhecimento sobre determinado assunto está organizado na estrutura cognitiva de seu autor, que, assim, pode visualizar e analisar sua profundidade e extensão. Também, podem ser entendidos como uma representação visual utilizada para partilhar significados, pois explicam como o autor entende as relações e as hierarquizações entre os conceitos listados.

Nesse sentido, o mapeamento conceitual é considerado por Gil, Tobaja e Solano (2012) como uma metodologia facilitadora para explicar conceitos e associações, tanto por professores como por estudantes, trocando e negociando seus pontos de vista sobre uma determinada relação. Os autores defendem, ainda, que esse recurso favorece habilidades importantes em situação de aprendizagem, principalmente com troca de sinergia em desenvolvimento de trabalho em grupo.

Na experiência relatada, objetiva-se oferecer uma alternativa aos docentes de Física do ensino médio para seu fazer pedagógico, em especial, para o desenvolvimento dos conceitos da eletrostática.

Contextos metodológicos

A experiência aqui relatada foi desenvolvida em julho de 2016 e constituiu-se como um estudo de caso, uma vez que seu objetivo era aprofundar a descrição de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1992). Para tanto, contou com a participação de 105 estudantes de três turmas de terceira série do ensino médio de uma escola da rede privada de ensino de um município do interior do Rio Grande do Sul.

Os procedimentos metodológicos da proposta iniciaram após os estudantes das três turmas obterem um rendimento insatisfatório numa avaliação composta por dez questões de múltipla escolha, as quais abordavam os conceitos de eletrização, força elétrica, campo elétrico, potencial elétrico e condutores em equilíbrio eletrostático. Cumpre esclarecer, inicialmente, que os conteúdos abordados nesta experiência não eram desconhecidos para os estudantes, tendo em vista que lhes haviam sido apresentados de forma expositiva. Logo, esses sujeitos dispunham de conceitos subsunçores em sua estrutura cognitiva. Porém, os resultados da avaliação revelaram existir várias lacunas referentes a esses conceitos na mente dos estudantes.

Para a realização da experiência, em cada uma das turmas, os estudantes foram organizados em sete grupos de cinco participantes. Como primeira parte da atividade, que compreendeu dois períodos de 50 minutos, solicitou-se que cada grupo assistisse a um vídeo contendo a demonstração de uma atividade experimental de eletrostática (MANUAL DO MUNDO, 2013). Solicitou-se que os estudantes fossem observando e anotando numa folha os conceitos eletrostáticos envolvidos. A intenção era que esse vídeo servisse como organizador prévio, uma vez que ele era capaz de tornar presentes, na estrutura cognitiva dos estudantes, os conceitos sobre eletrostática, já abordados.

Logo após, os componentes, dentro de cada grupo, deveriam conversar sobre os conceitos anotados. Partindo dessa discussão e da relação de conceitos anotados, cada grupo foi instigado a elaborar um mapa conceitual sobre eletrostática. Inicialmente, esses mapas deveriam ser elaborados em uma folha de papel, como forma de rascunho. Quando fossem considerados prontos, deveriam ser transcritos no *software CmapTools*. Essa tarefa, que teve duração de mais dois períodos de 50 minutos, buscava que os estudantes negociassem significados entre si, tornando claros os conceitos abordados, organizando-os em uma ordem sistemática, reforçando sua compreensão, elencando os conceitos-chave e resumindo suas inter-relações.

Na etapa seguinte, que teve duração de aproximadamente três períodos de 50 minutos, os mapas que cada grupo havia construído foram apresentados oralmente aos demais estudantes de cada turma. Nessa atividade, o objetivo era que os estudantes pudessem externalizar, de forma clara e explícita, a maneira como o conhecimento em pauta estava organizado em sua estrutura cognitiva, compartilhando e atingindo novos significados acerca dos conceitos estudados, de modo a fortalecer a aprendizagem significativa.

As versões iniciais dos mapas produzidos por todos os grupos apresentaram semelhanças na quantidade e na disposição de conceitos, bem nos conectores utilizados. Para exemplificar esse dado, apresentam-se, nas Figuras 1, 2 e 3, três dessas versões, sendo uma de cada turma.

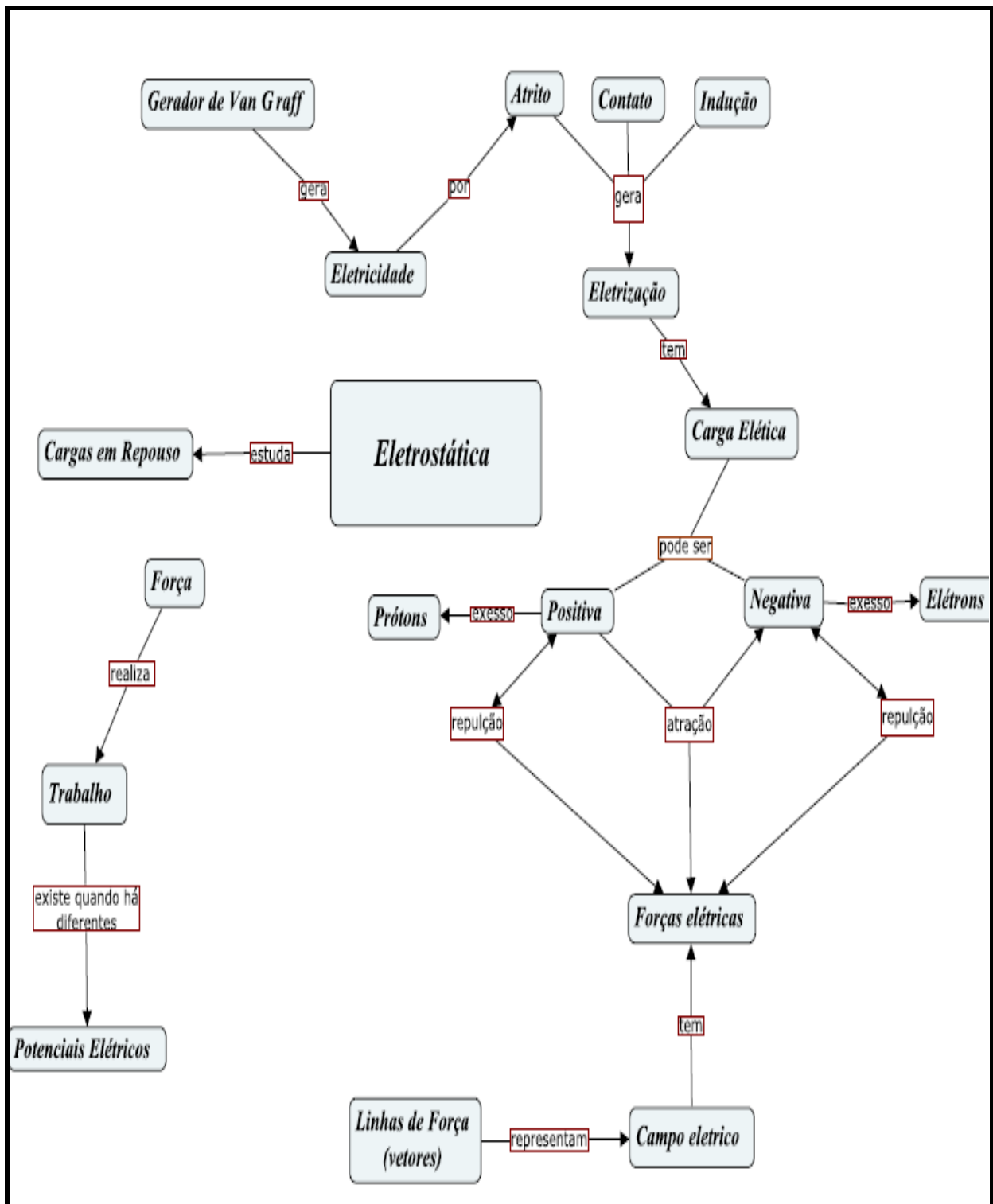


Figura 1: Versão inicial do mapa conceitual sobre eletrostática construído pelo grupo 5 da turma A. Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

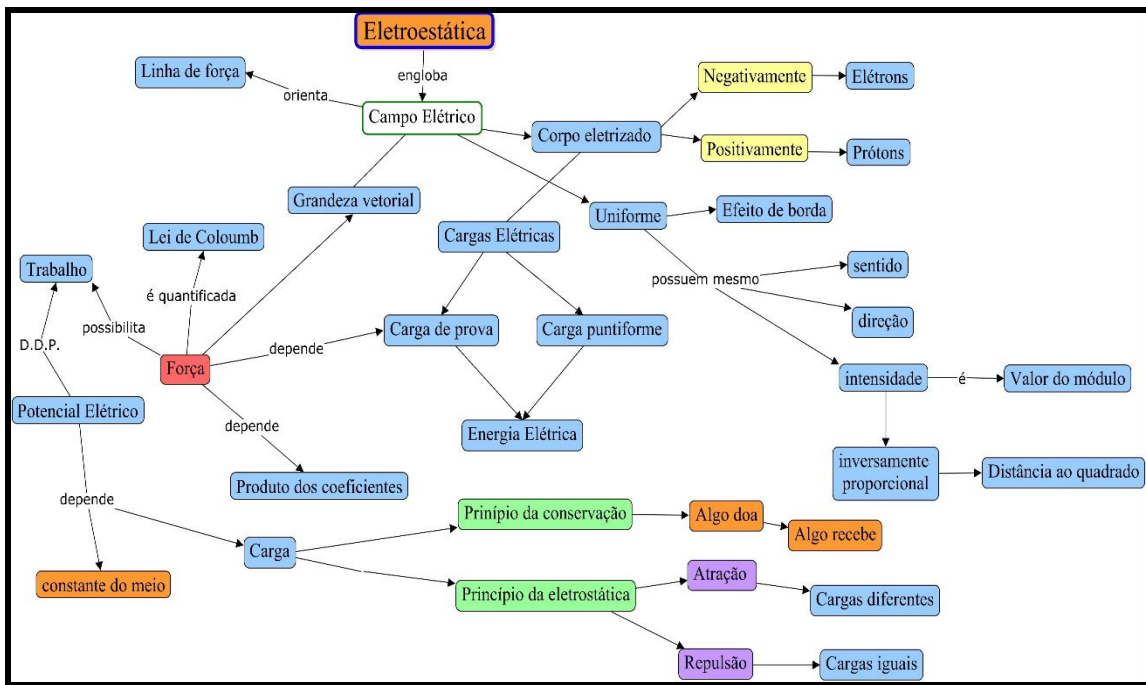


Figura 2: Versão inicial do mapa conceitual sobre eletrostática construído pelo grupo 2 da turma B. Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

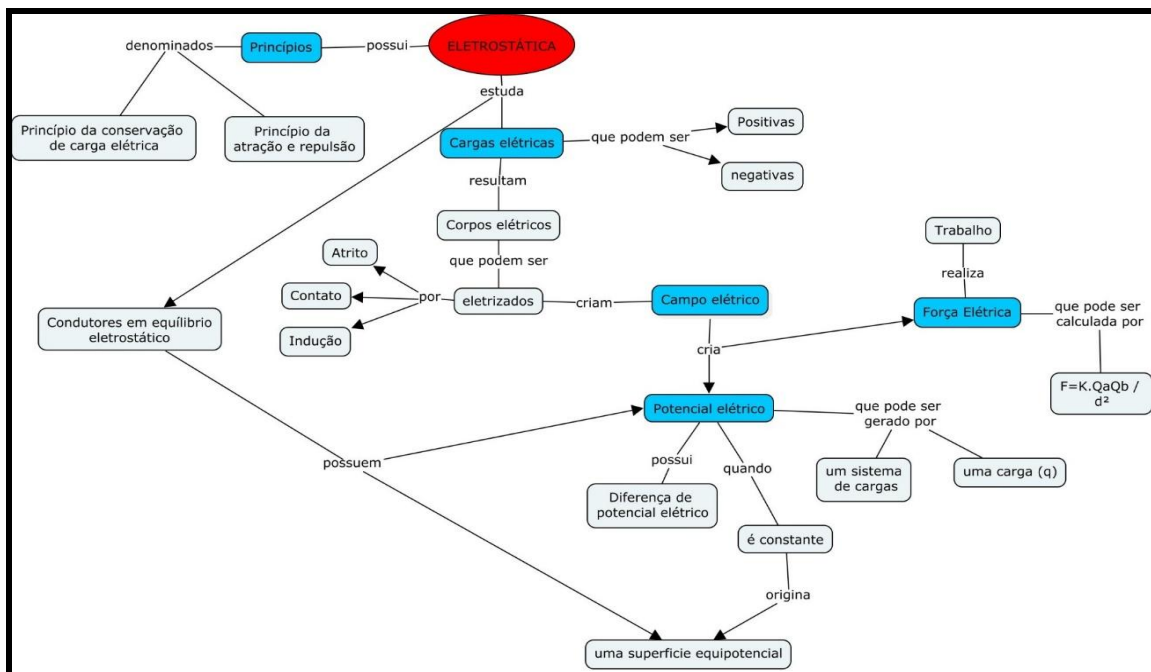


Figura 3: Versão inicial do mapa conceitual sobre eletrostática construído pelo grupo 1 da turma C. Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Após a explanação sobre os mapas por parte dos grupos, os demais estudantes foram motivados a comentar, indagar e sugerir mudanças para a melhoria e a ampliação das versões iniciais, buscando-se oportunizar a partilha, a troca e as atribuições de significados idiossincráticos sobre os conceitos de eletrostática. Em seguida, os componentes retornaram aos seus grupos de origem, para, com base nos comentários, reelaborar os mapas. Tal fato, contudo, não significava que a versão inicial estivesse errada ou incompleta, pois, segundo Moreira (1999), os mapas conceituais são, de fato, dinâmicos, estando constantemente em mudança no curso da aprendizagem significativa. Durante a exposição da versão inicial dos mapas, a estrutura cognitiva de cada participante estava continuamente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Logo, era natural que os mapas traçados num determinado instante fossem reformulados de forma diferente no momento seguinte. As Figuras 4, 5 e 6 mostram a versão final dos mapas anteriormente apresentados.

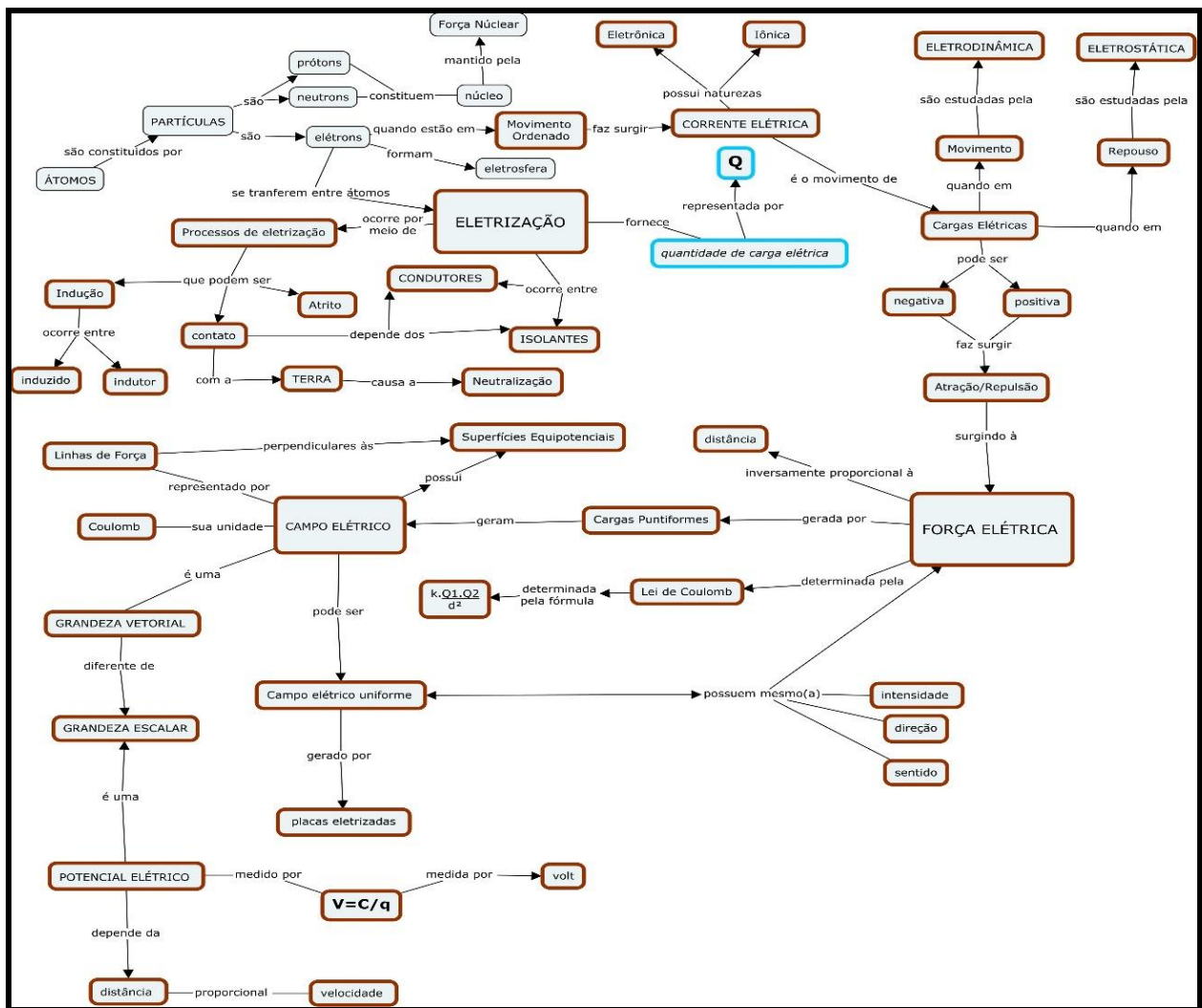


Figura 4: Versão final do mapa conceitual sobre eletrostática construído pelo grupo 5 da turma A. Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

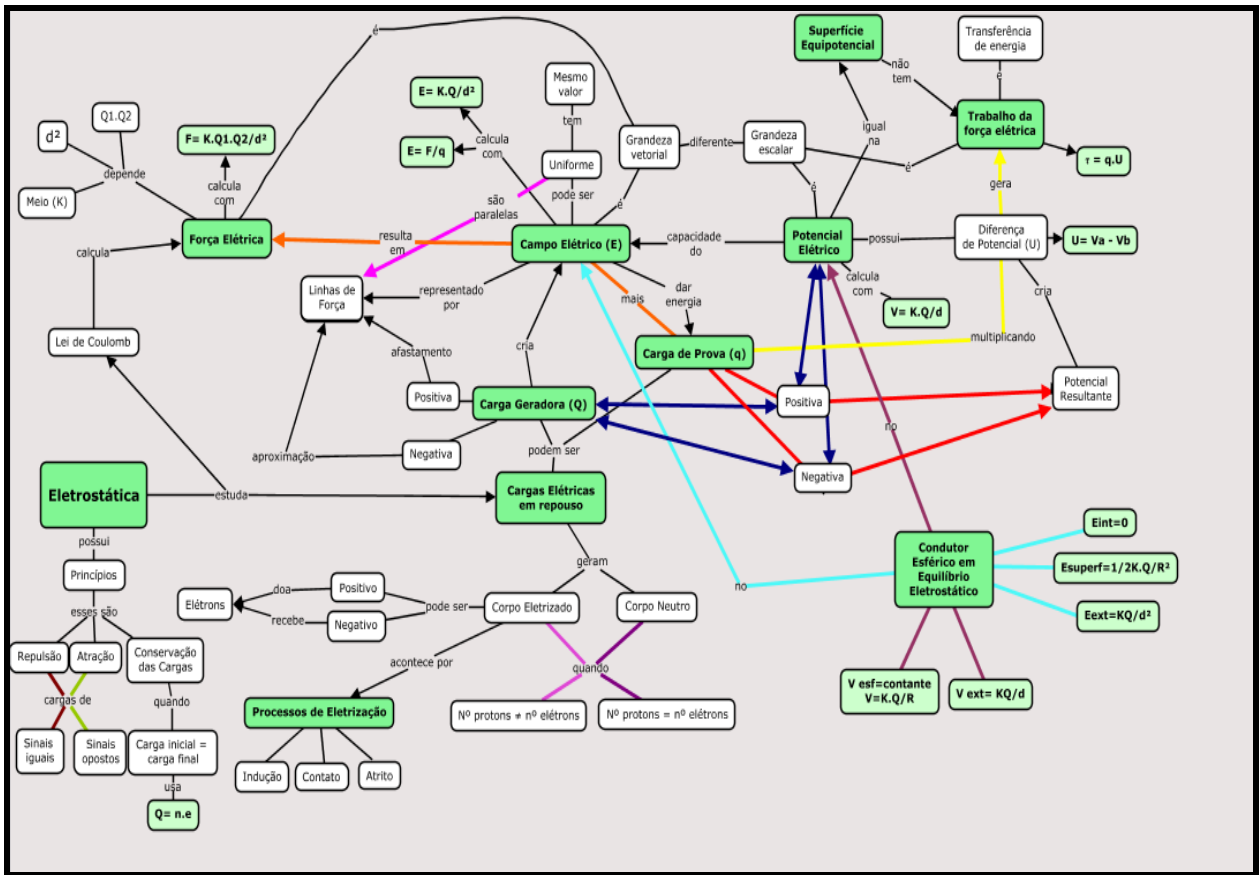


Figura 5: Versão final do mapa conceitual sobre eletrostática construído pelo grupo 2 da turma B. Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

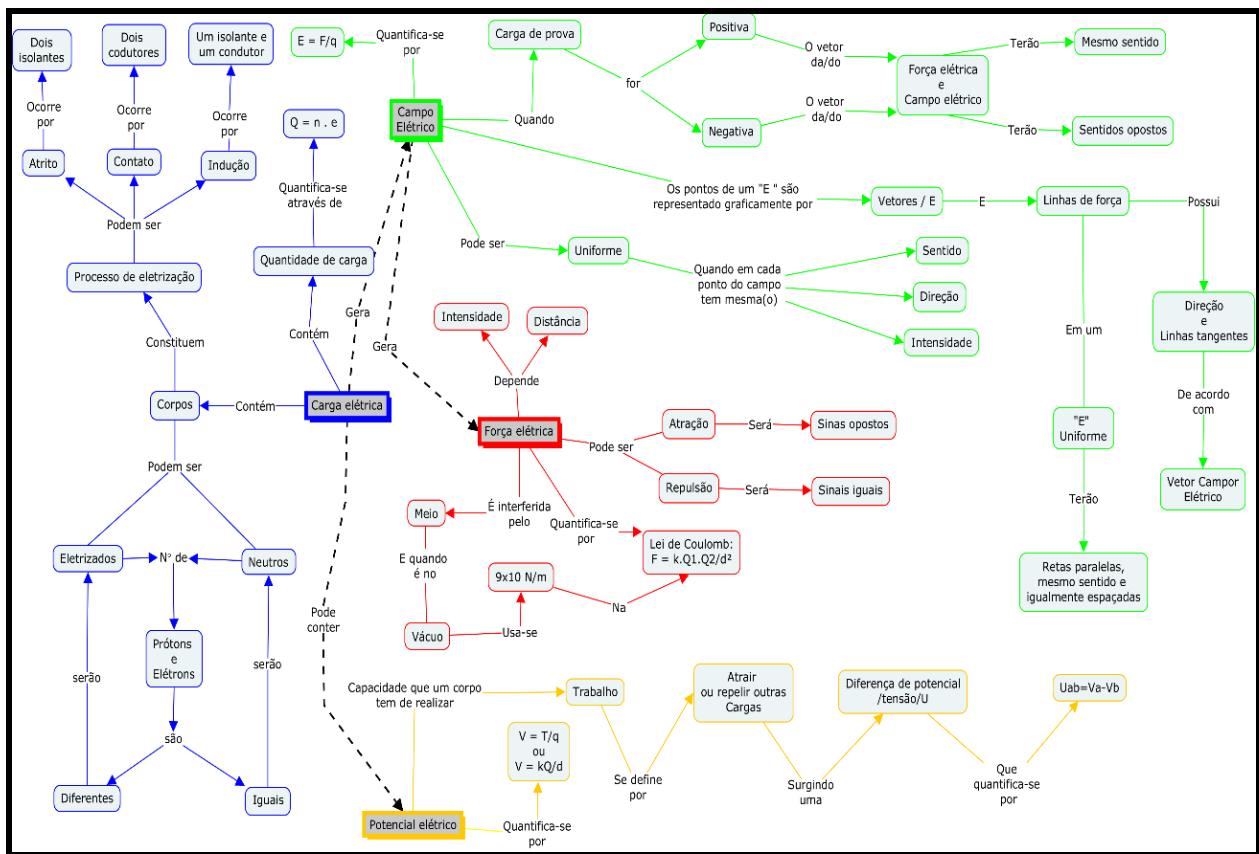


Figura 6: Versão final do mapa conceitual sobre eletrostática construído pelo grupo 1 da turma C. Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Como última atividade desta experiência, solicitou-se que todos os grupos apresentassem aos demais a versão final do seu mapa conceitual sobre eletrostática. Por fim, todos os estudantes responderam novamente a avaliação que havia sido aplicada no início da atividade, contendo as mesmas questões de múltipla escolha.

Análise dos mapas e resultados alcançados

A análise da primeira versão dos mapas demonstrou que os estudantes conheciam muitos conceitos de eletrostática, o que era esperado, na medida em que o assunto já havia sido explanado. Sendo assim, a aprendizagem combinatória, ou mecânica, já existia. Nesse sentido, as primeiras versões contemplaram os principais conceitos abordados, porém, a forma de conexão linear apresentada pela maioria dos grupos, somada à exploração pouco adequada dos conectores, ratificou a dificuldade em perceberem, nitidamente, as relações entre esses conceitos. Ainda, pode-se acrescentar a essa dificuldade a falta de hábito de construir mapas conceituais, evidenciada pelos participantes.

É importante destacar, além disso, que, durante o processo de construção dos mapas, os estudantes não tinham muita clareza sobre quais eram os conceitos eletrostáticos

mais relevantes e as conexões existentes entre eles. Por esse motivo, constantemente, necessitavam reler os textos presentes no livro didático e, assim, apropriar-se de novos significados relacionados com os conceitos. Acredita-se que esse ir e vir entre o material instrucional e a construção do mapa possibilitou-lhes uma reelaboração conceitual eficaz, servindo de oportunidade para elucidar possíveis lacunas sobre o assunto.

Ao analisar e comparar as versões iniciais e finais dos mapas, procurou-se identificar indícios que pudessem confirmar se a metodologia utilizada na experiência foi capaz de promover uma organização hierárquica dos conceitos de eletrostática na estrutura cognitiva dos estudantes. Também, buscou-se perceber se a forma como os estudantes organizaram e relacionaram os conceitos nos mapas aponta uma diferenciação progressiva e uma reconciliação integrativa que proporcione uma aprendizagem significativa. Nas comparações, evidenciou-se uma significativa melhora entre as versões iniciais e finais, que pode ser atribuída aos momentos de apresentação e discussão dos mapas. Essas ocasiões, que se constituíram em um período importante da atividade, proporcionaram, durante a explanação de cada grupo, oportunidades para que os colegas participassem com críticas e sugestões de alterações nos mapas e compartilhassem novos significados, somando-os ao que estavam estudando. Em todas as apresentações, houve debate e discussão, contribuindo muito para a qualificação dos mapas finais e fortalecendo a aprendizagem significativa.

Em todas as versões finais, houve a manutenção da ordem de importância hierárquica dos conceitos, com ampliação do número de conceitos fundamentais. Nessas versões, ocorreram desdobramentos de conceitos mais globais em outros menos inclusivos, indicando a capacidade dos participantes de realizar a diferenciação conceitual progressiva. Observou-se, ainda, a inserção de novos elos entre tópicos de ramos conceituais distintos, ou seja, determinados conceitos foram relacionados com outros aparentemente diferentes, indicando que os participantes conseguiram, também, promover a reconciliação integrativa dos temas abordados. A análise dos mapas conceituais permitiu perceber como os conceitos de eletrostática estão organizados na estrutura cognitiva dos estudantes participantes da experiência aqui descrita. Nessas representações, constataram-se a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa que os estudantes conseguiram estabelecer quanto a esses conceitos, proporcionando um aumento significativo no índice de respostas corretas dadas às questões de múltipla escolha que compunham a avaliação aplicada no final da atividade, como demonstra o gráfico da Figura 7.

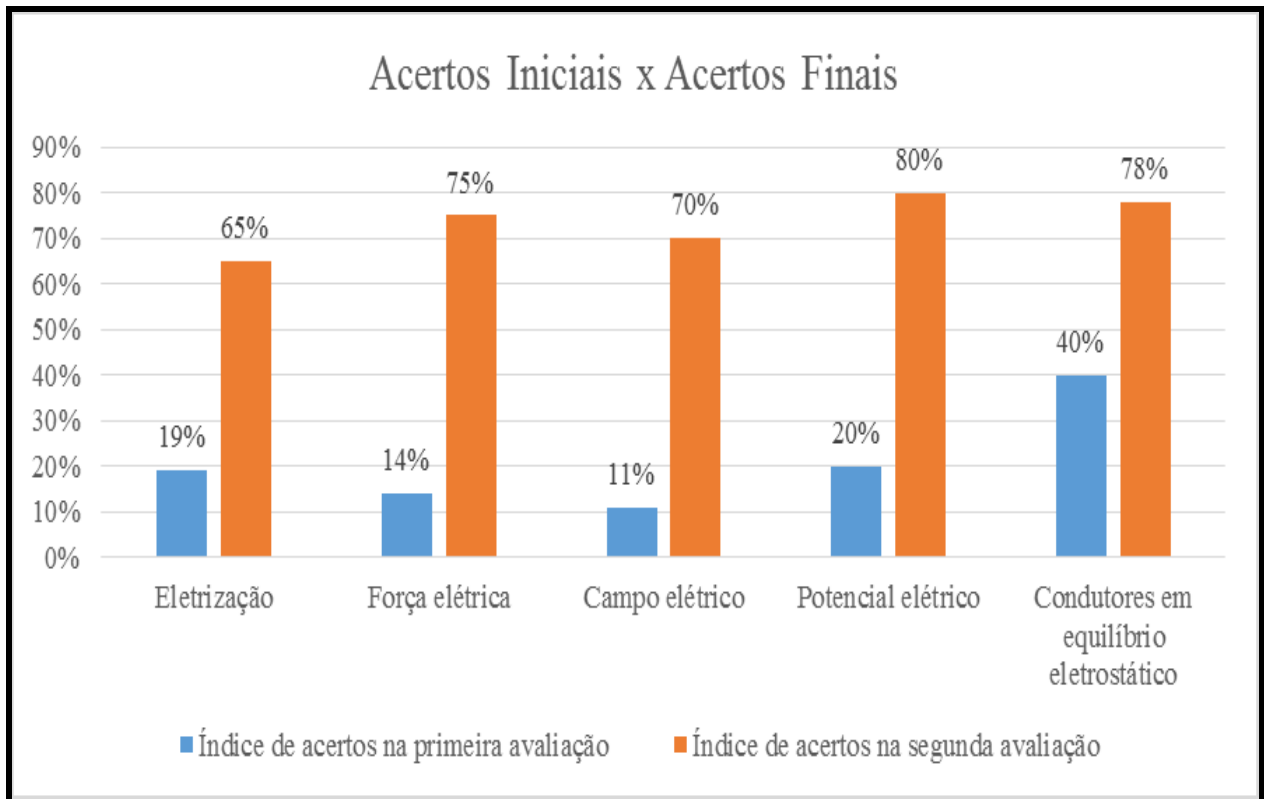


Figura 7: Índice de acertos na primeira aplicação da avaliação *versus* índice de acertos na segunda aplicação da avaliação. Fonte: Autores, 2016

Por meio do gráfico, é possível perceber um aumento de 46 pontos percentuais no número de acertos nas questões sobre eletrização, revelando que a maioria dos estudantes conseguiu compreender quando um corpo está eletrizado e as diferentes formas de eletrizá-lo. O gráfico também apresenta um aumento de 61% de acertos nas questões que relacionam o conceito de força elétrica, de 59% nas questões de campo elétrico, de 60% nas questões sobre potencial elétrico e de 38% naquelas que abordam os conteúdos relacionados com condutores em equilíbrio eletrostático. Diante disso, constata-se que a maioria dos estudantes passou a compreender que o campo elétrico corresponde a uma região ao redor de um corpo eletrizado; a força elétrica origina-se da existência de um campo elétrico; essas grandezas apresentam caráter vetorial diferente do conceito de potencial elétrico – grandeza escalar relacionada à capacidade que um corpo energizado tem de realizar trabalho –; e que, no interior do condutor em equilíbrio eletrostático, não existem cargas em excesso – e, assim, o campo elétrico é nulo e o potencial elétrico, constante; caso contrário, haveria movimento ordenado de elétrons devido à diferença de potencial.

Considerações Finais

A experiência aqui descrita reforça a hipótese de que uma metodologia com enfoque em um conteúdo significativo é fundamental para despertar no aprendiz o prazer pela ciência, a construção de significado e a valorização do que está sendo aprendido. Em outras palavras, quando a metodologia é desenvolvida a um grupo de estudantes que percebem ligação direta entre os conteúdos a serem discutidos e os que já conhecem, interpretando-os como importantes para suas vidas, observa-se um potencial maior para a aprendizagem. Afinal, esses novos conhecimentos passam a fazer sentido.

No decorrer do desenvolvimento da proposta, o vídeo, que serviu como organizador prévio, teve uma importante função no processo de aprendizagem, mostrando-se eficaz na ativação dos conteúdos estudados anteriormente e servindo, ainda, como instrumento motivador para a aprendizagem. Notou-se que, quando se sente motivado à aprendizagem, o aprendiz mostra-se livre para perguntar e debater sobre os conceitos apresentados.

Representar os conceitos eletrostáticos através de um diagrama ou mapa; conectar esses conceitos por meio de relações que demonstrem a hierarquia existente entre eles; debater, questionar e refletir sobre os assuntos abordados levaram a que o índice de acertos nas questões da avaliação aplicada no início e no término da atividade aumentasse significativamente. No entanto, é importante salientar que esses resultados podem ter sido alcançados em razão de vários fatores, como, por exemplo, um intervalo maior de tempo para o estudo dos conceitos abordados e uma dedicação mais intensa dos estudantes na realização das atividades solicitadas. Porém, acredita-se que todos esses fatores foram potencializados na atividade proposta e auxiliaram na promoção da aprendizagem pretendida. Isso porque a estratégia utilizada possibilitou, no decorrer do processo, que os estudantes representassem, ampliassem e organizassem seu conhecimento sobre o tema, transformando conceitos antes abstratos em conceitos concretos.

Dessa forma, a experiência de desenvolver uma estratégia didática fundamentada na teoria da aprendizagem significativa, e na qual se recorra ao uso de mapas conceituais como ferramenta pedagógica, pode ser considerada bem-sucedida, uma vez que esse mapeamento, de maneira geral, torna mais fáceis a percepção e a compreensão dos conceitos. E isso se dá por diversos motivos, dentre os quais, a grande proximidade existente entre a memória visual e os conteúdos que são apresentados, ou as suas propriedades visuoespaciais, pois seu processamento requer um número menor de transformações cognitivas em comparação com o processamento de um texto, e, desse modo, não excede as limitações da memória de curto prazo (VEKIRI, 2002, p. 281).

Nesse sentido, a construção dos mapas conceituais permitiu aos estudantes estabelecer uma visão idiossincrática entre o que se estava estudando e a sua realidade vivenciada. Com efeito, quando elabora o seu mapa conceitual, o estudante desenvolve e exercita a sua capacidade de perceber as generalidades e peculiaridades do assunto estudado e consegue estabelecer uma hierarquia conceitual, partindo de

características mais inclusivas para mais específicas, tornando clara a diferenciação progressiva. Também, constrói relações de significados entre conceitos aparentemente díspares, tornando clara a reconciliação progressiva.

Por tudo isso, a experiência descrita revela-se como um facilitador da meta-aprendizagem, ao permitir que os estudantes adquiram a habilidade necessária para construir seus próprios conhecimentos. Assim, considera-se que a atividade foi exitosa e pode ser repetida, com convicção de sucesso, com diferentes conceitos das diversas áreas do conhecimento.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Psicología educativa**: um punto de vista cognoscitivo. Traducción al español de Roberto Helier D., de la primera edición de Educational psychology: a cognitive view. México: Editorial Trillas, 1976.

_____.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

CARVALHO, A. S.; BARONE, D. A. C.; ZARO, M. A. A aprendizagem significativa no ensino de engenharia de controle de automação. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.8, n.3, Pp. 223-258, 2010.

FREIRE, J. C. A.; RICARDO, E. C. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.29, n.2, Pp. 321-358, 2007.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010.

GIL, J.; TOBAJA, L. M.; SOLANO, F. Aprendizaje colaborativo en el aula: utilización de la técnica jigsaw aplicada a la elaboración de mapas conceptuales en física. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; VANHEAR, J. (orgs.). Conferencia em conceito de mapeamento, Concept Maps: Theory, Methodology, 20, 2006, Malta. **Anais**. Malta: Technology Proc. Valletta. 2006. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/cmc2012papers/cmc2012-p104.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2006.

GONZALES, E. G. **Aprendizagem Significativa e Mudança Conceitual**: utilização de um ambiente virtual para o ensino de Circuitos Elétricos na Educação de Jovens e Adultos. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul). Disponível em: <http://www.ppec.ufms.br/Dissertacoes/Dissertacao_Elieverson_Guerchi_Gonzales.pdf>. Acesso em: 10 set. 2016.

MANUAL DO MUNDO. **Telepatia do palito** (experiência de eletrostática). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=x6ddQDBrbV8>>. Acesso em: 26 set. 2016.

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

_____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

PRATA, L. A. **Entendimento dos alunos do ensino médio de duas escolas públicas de Ijuí em relação à disciplina de Física.** Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1547/Jamile%20Vieira%20Goi.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 19 set. 2016.

TRIVIÑOS, A. N. S. **A pesquisa em Ciências Sociais.** São Paulo: Atlas, 1992.

VEKIRI, I. What is the value of graphical displays in learning? **Educational Psychology Review**, v.14, n.3, Pp. 261-311. 2006. Disponível em: <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/44453/10648_2004_Article_374334.pdf;jsessionid=7B04DE3C2513291D106959E77AE98011?sequence=1>. Acesso em: 12 ago. 2016.