

Mapa Conceitual como Instrumento de Avaliação em um Curso Introdutório de Eletricidade

Conceptual Map as an Evaluation Tool in an Introductory Course in Electricity

Patrícia Beneti de Oliveira^{a*}; Givan José Ferreira dos Santos^b; Alcides Goya^b

^aUniversidade Tecnológica do Paraná, Programa Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza, PR, Brasil.

^bUniversidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, Brasil.

*E-mail: patriciabenedi@gmail.com.

Resumo

Este trabalho analisa a utilização do gênero textual mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem dos conceitos de Eletricidade. O mapa foi utilizado no contexto de uma sequência de aulas, que envolviam o uso de multimodos e múltiplas representações do conteúdo de estudo. Desta forma, após a sequência de aulas, foi proposto aos alunos o desenvolvimento do mapa conceitual, relevando a presença dos conceitos-chaves: corrente, resistência, tensão e potência elétrica. Os critérios de avaliação foram: a) se os mapas apresentaram os conceitos básicos da Eletricidade; b) se os alunos conseguiram produzir o mapa com interconexões para cada conceito-chave; c) se o mapa demonstrou pela organização e qualidade das relações entre os conceitos indícios de aprendizagem significativa a respeito do conteúdo de Eletricidade. O corpus é composto de 28 alunos do curso de Graduação em Engenharia e, por ser uma disciplina da grade básica: Princípios de Eletricidade e Magnetismo, há alunos do 4º ano e 3º ano de Engenharia de Produção e 4º ano de Engenharia Mecânica. Os mapas avaliados foram comparados com os resultados obtidos por outras formas de avaliação. A discussão é feita à luz da aprendizagem significativa e teoria de multimodos e múltiplas representações.

Palavras-chave: Mapas Conceituais. Aprendizagem Significativa. Eletricidade. Avaliação.

Abstract

This paper analyzes the use of textual genre conceptual map as an evaluation tool for Electricity concepts learning. The map is used in the sequence of classes context involving the use of multi-mode and multiple representations of the study content. Thus, after the sequence of classes the students were offered the conceptual map development, revealing the presence of the key concepts: current, resistance, voltage and electric power. The students' maps were evaluated according to the criteria: a) if the maps showed the electricity basic principles ; b) if the students were able to produce the map with interconnections for each key concept; c) if the map showed the organization and quality of relationships among the concepts, which are evidences of meaningful learning regarding the Electricity content. The corpus is composed of 28 Engineering undergraduation students, and due to the fact that it is a basic syllabus subject: Electricity and Magnetism Principles, there are students from the 4th year and 3rd year of Industrial Engineering and 4th year of Mechanical Engineering. The evaluated maps were compared with the results obtained by other evaluation methods. The discussion is made in the light of meaningful learning and multimode theory and multiple representations.

Keywords: Conceptual Maps. Meaningful Learning. Electricity. Evaluation.

1 Introdução

O uso do gênero textual mapa conceitual, em sala de aula, estimula o pensamento e raciocínio do aluno, pois este terá que fazer uso da linguagem escrita e apresentar frases de conexão, que permitam relações significativas entre os conceitos, diminuindo as chances de apenas decorar a matéria, podendo ser representado em uma, duas ou mais dimensões.

Os mapas unidimensionais indicam a sua relação de hierarquização apenas em uma organização vertical, por isso trazem poucos, ou quase nada, de significados na relação entre conceitos. Os bidimensionais são os mais utilizados, apresentam relações de conceitos a exemplos nas dimensões horizontal e vertical, trazendo mais significado e compreensão na leitura do mapa (BORUCHOVITCH; SOUZA, 2010).

Todo o processo do aluno pensar, elaborar ou, na maioria das vezes, reelaborar frases e conceitos no mapa conceitual proporciona ao estudante organizar e representar

o conhecimento – entre seus conhecimentos prévios e os novos conhecimentos, que se encontram em conflito com os já existentes – por meio de conexões estabelecidas entre os conceitos-chaves, propostos pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (NOVAK, 2008).

O gênero mapa conceitual é uma técnica muito flexível e aplicada em diversas situações, com finalidades distintas, para esta pesquisa a proposta foi o uso como instrumento de avaliação de aprendizagem dos conceitos de Eletricidade, abordados na disciplina de Princípios de Eletricidade e Magnetismo. Para a avaliação dos mapas conceituais priorizaram-se os seguintes critérios: a) se os mapas apresentaram os conceitos básicos da Eletricidade; b) se os alunos conseguiram produzir o mapa com interconexões para cada conceito-chave; c) se o mapa demonstrou pela organização e qualidade das relações entre os conceitos uma aprendizagem significativa a respeito do conteúdo de Eletricidade.

2 Material e Métodos

A aplicação desta pesquisa ocorreu durante as aulas da Disciplina de Princípios de Eletricidade e Magnetismo. Por ser uma disciplina da matriz curricular básica do curso, participaram alunos do 3º ano e 4º ano de Engenharia de Produção e 4º ano de Engenharia Mecânica, ou seja, uma turma mista e composta por 28 alunos.

No decorrer do curso, os alunos foram expostos a uma sequência de aulas, que compreenderam momentos de compreensão e discussão dos conceitos de Eletricidade, sob instrumentação da teoria de multimodos e múltiplas representações (LABURÚ *et al.*, 2011), utilizando-se dos seguintes momentos em aula: a) uso do painel elétrico, b) definições dos conceitos em quadro de giz, c) representações de expressões matemáticas, d) esquemáticos de circuitos elétricos, e) atividades práticas em simulador e f) atividades práticas em laboratório de eletricidade. Após estes momentos, e a explicação inicial de como construir um mapa conceitual, foi solicitado pela professora que o aluno desenvolvesse o MC individualmente, a fim de que o mesmo demonstrasse sua compreensão e aprendizagem dos conceitos de eletricidade.

O procedimento adotado, em sala de aula, para a elaboração dos mapas conceituais envolveu os seguintes passos:

1. A partir da exposição dos conteúdos pela sequência didática citada acima, a professora solicitou que o MC apresentasse, em sua estrutura, os conceitos de resistência elétrica, corrente elétrica, tensão elétrica e potência elétrica abordados anteriormente em aula.
2. Depois deste desenvolvimento, foi utilizado um exemplo de mapa conceitual para a apresentação do conceito de MC. A partir da visualização do mapa, a professora apresentou noções básicas para a elaboração do mapa, como: definição dos termos utilizados e sua hierarquização complementada pela formação das frases de ligação entre os conceitos, também a estrutura e disposição do mapa.
3. Os alunos elaboraram individualmente o MC. O tempo disponibilizado para a organização do mapa conceitual foi de três horas, um encontro completo.
4. Ao final do encontro, os alunos entregaram 28 mapas, os quais integram o material empírico desta pesquisa.

A partir dos procedimentos adotados para a construção dos mapas conceituais foram abordados os seguintes critérios para análise: Conceitos, Interconexões e Estrutura do mapa

Conceitos: verificação da qualidade e quantidade dos conceitos abordados, sendo os principais solicitados anteriormente; apresentação de níveis de hierarquia, buscando identificar os conceitos mais amplos até os mais específicos, citando exemplos; obtenção de uma média aritmética dos parâmetros analisados, comparando ao modelo tradicional de avaliação.

Interconexões: apresentação de frases de ligação e

proposições com significado lógico, do ponto de vista semântico; além da quantificação das frases de ligação e linhas conectivas com base no significado lógico do conceito.

Estrutura do mapa: apresentação horizontal e/ou vertical, presença de ligações entre os conceitos e ligações entre conceitos distantes no mapa, apresentando indícios de uma aprendizagem significativa.

Esses critérios demonstram uma análise quantitativa do mapa conceitual e uma integração com a análise qualitativa, a fim de traduzir pela avaliação a aprendizagem demonstrada pelos alunos a respeito dos conceitos de Eletricidade.

3 Resultados e Discussão

3.1 Análise quantitativa

A partir da análise e uso do mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem, este gênero textual revela aspectos cognitivos, atitudinais e procedimentais do aluno, evidenciando o processo de elaboração do mapa, como organização dos conceitos e qualidade das relações, interagindo com os aspectos motivacionais integrados à capacidade de pensar e atuar (RUIZ-MORENO *et al.*, 2007), pois a característica fundamental do MC não é atribuir notas ou conceitos aos alunos, mas avaliar a estrutura cognitiva e as mudanças qualitativas ocorridas em decorrência do processo de instrução, isto é, a evolução do conhecimento dos alunos (NOVAK; GOWIN, 1984).

Logo, os mapas conceituais foram quantificados segundo os critérios e indicadores especificados por Novak e Gowin (1984): proposições/frases de ligação válidas: um ponto cada; relações hierárquicas com níveis válidos: cinco pontos cada nível; conexões cruzadas válidas e significativas: dez pontos cada conexão; exemplos válidos: um ponto cada. O somatório dos pontos obtidos, pelo aluno, corresponde à pontuação obtida no mapa conceitual, e estes estão dispostos no Quadro 1.

Quadro 1: Pontuação obtida pela análise dos mapas conceituais

Fator	Média	D.P.	Mínimo	Máximo
Hierarquia (peso 5)	2,75	5,6	5	25
Ligação/Proposição (peso 1)	2,41	2,1	1	8
Conceitos Cruzados (peso 10)	4,13	8,5	0	30
Exemplo (peso 1)	0,31	0,53	0	2
Total (somatório dos pontos)	9,6	16,7	6	65

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados quantitativos demonstram a irregularidade de hierarquia entre os conceitos e poucos exemplos, ou seja, os princípios básicos de cada conceito não foram expressos de maneira clara e hierarquicamente posicionados. Assim, para Grillo e Lima (2003, p.1), os mapas: “são sempre representações pessoais, portanto não são autoexplicativos”, ocorrendo a necessidade de explicação própria do autor aos significados

atribuídos para os conceitos e relações ao elaborar o mapa conceitual.

Acredita-se que o processo de elaboração e/ou criação levou os estudantes a principiar as relações entre os novos conceitos e os seus conhecimentos prévios, criando maiores possibilidades de interação. Moreira (2012) aponta que não há regras para a criação de um mapa conceitual e estes não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los.

Portanto, mapa conceitual é o resultado da organização de conceitos daquele indivíduo que, ao fazer uso desta ferramenta, aprendeu pela interação e formulação/sintetização dos conceitos-chaves. Isto permite ao mesmo aprimorar os seus conhecimentos prévios, mas ao mesmo tempo causa um conflito, ao ter que interpretar e interligar novos conceitos, estudados naquele momento de tempo, traduzindo-se no aprendizado do aluno.

Desta forma, como pode ser verificado no Quadro 1, o grupo, em geral, demonstrou baixa interação entre o posicionamento e interligação de um conceito com dois ou mais conceitos-chaves, não sendo significativo frente à quantidade de mapas apresentados, sendo que dos 28 mapas, apenas quatro demonstraram a interconexão entre dois ou mais conceitos não hierarquizados, mas inter-relacionados, com uma possível formação de novas proposições.

Assim, a avaliação proposta, a partir do mapa conceitual, revela certa dificuldade e carrega certo nível de arbitrariedade por quem avalia como é colocado pelo próprio Novak (NOVAK; GOWIN, 1984), o que acaba satisfazendo a necessidade do sistema avaliativo baseado em número, em uma pontuação; o que faz o próprio autor discordar e destacar que o mapa conceitual avalia a estrutura cognitiva e as mudanças qualitativas ocorridas em decorrência do processo de instrução, isto é, a evolução do conhecimento dos alunos.

3.2 Análise qualitativa

A fim de manter o mesmo pensamento da análise quantitativa, os mapas foram submetidos à análise pela professora nos mesmos critérios abordados: a apresentação dos conceitos, interconexões e estrutura do mapa.

Moreira (2012) aponta que não há regras para a criação de um mapa conceitual e estes não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los. Portanto, mapa conceitual é o resultado da organização de conceitos daquele indivíduo que, ao fazer uso desta ferramenta, aprendeu pela interação e formulação/sintetização dos conceitos-chaves. Isto permite ao mesmo aprimorar os seus conhecimentos prévios, mas ao mesmo tempo causa um conflito ao ter que interpretar e interligar novos conceitos, estudados naquele momento de tempo, traduzindo-se no aprendizado do aluno. Cada vez que ocorre a releitura do material, um novo mapa poderá ser apresentado.

Ao construir um mapa conceitual, o que deve ficar evidenciado é a compreensão dos conceitos interligados entre

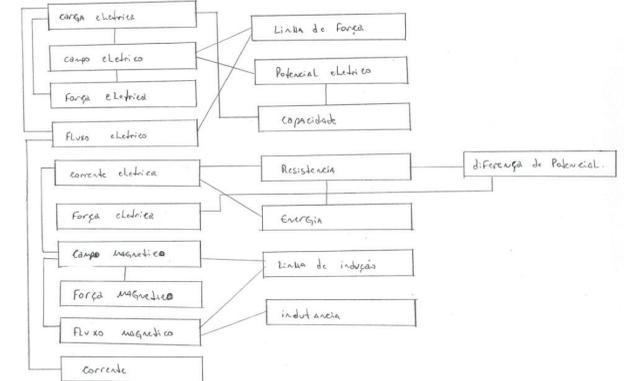
si do conteúdo proposto. Não é regra, mas Moreira (2012) orienta em alocar os conceitos mais abrangentes ao topo, e os conceitos específicos ou secundários na parte inferior, sequencialmente, a exemplos do conteúdo estudado.

Desta forma, dos 28 alunos que participaram da atividade, apenas seis (21%) demonstraram mapas com níveis de hierarquia, em que se buscaram identificar os conceitos mais amplos até os mais específicos. Deste grupo, quatro alunos demonstraram interconexões com dois ou mais conceitos-chaves apresentados no mapa, ou seja, foram os alunos que conseguiram apresentar relativa formação de novas proposições confrontando os conhecimentos prévios com os adquiridos durante a sequência de aula apresentada no curso.

Os alunos restantes apresentaram os mapas com algum distanciamento das orientações passadas em aula: dois alunos (7%) apresentaram os mapas como organogramas, com interligação dos conceitos, mas sem o uso de frases ou proposições de interligação (Figura 1); sete alunos (25%) não construíram mapas, do ponto de vista gráfico, e apresentaram sentenças descritas sequencialmente (Figura 2); e, finalmente, treze alunos (46%) apresentaram mapas com o formato de listas e/ou diagramas de árvores, ora em formato vertical e/ou horizontal e ora explicitando proposições, ou não, deixando margem para a devida interpretação do leitor.

Figura 1: Dificuldade na apresentação de proposições de interligação para os conceitos-chaves. (Aluno nº 4)
Fonte: Os autores.

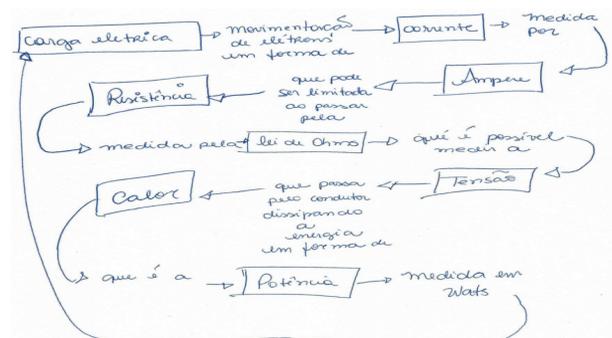
Figura 2: Dificuldade na construção do mapa. o aluno elabo-



rou uma lista dos conceitos dispostos em linha sem diferenciação hierárquica (Aluno nº 26)

Fonte: Os autores.

Pode-se identificar que houve uma dificuldade na



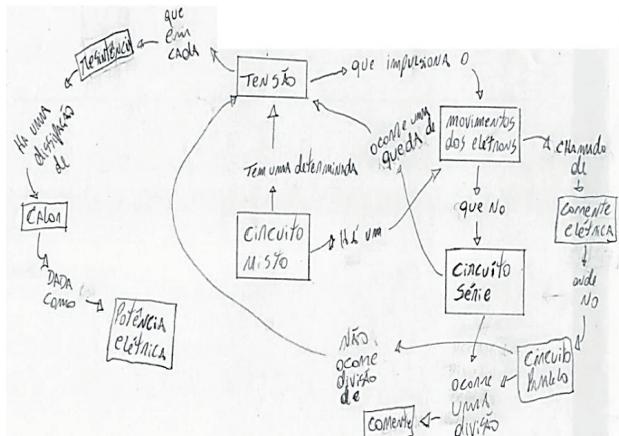
expressão dos conceitos, utilizando-se do mapa conceitual,

explicitação da natureza da relação entre esses conceitos (por exemplo, a corrente elétrica é formada pela movimentação de cargas elétricas negativas, os elétrons).

Seguindo a hierarquização dos conceitos, um aluno dos quatro que apresentaram a diferenciação progressiva dispôs o mapa hierarquicamente, seguindo a lógica do conhecimento geral para o específico (Figura 3) e, o aluno nº 30 comenta: “No começo foi difícil, porém quando parei para pensar na relação ente os conceitos, ficou mais fácil”.

Em geral, não foi possível identificar qual foi a predominância nos mapas restantes, se do conhecimento específico para o geral, ou do geral para o específico, pois alguns mapas demonstraram certa desorganização na hierarquia (Figura 4), ausência de um conceito central de maior importância e de inter-relações entre dois ou mais conceitos (Figura 5), ou por causa do pequeno número de conceitos apresentados (Figura 1).

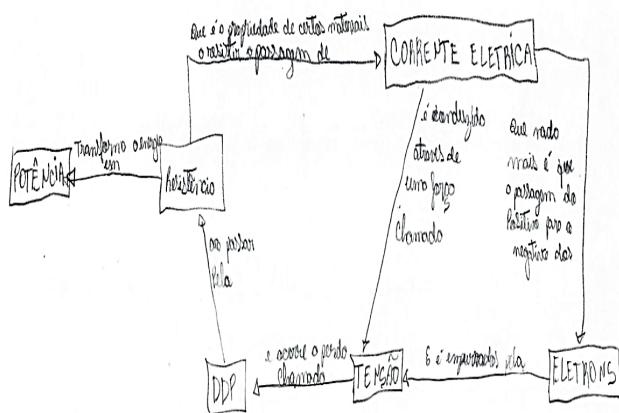
Figura 4: Mapa conceitual com desorganização hierárquica.



(Aluno nº2)

Fonte: os autores.

Figura 5: Ausência de conceito central e pequeno número de



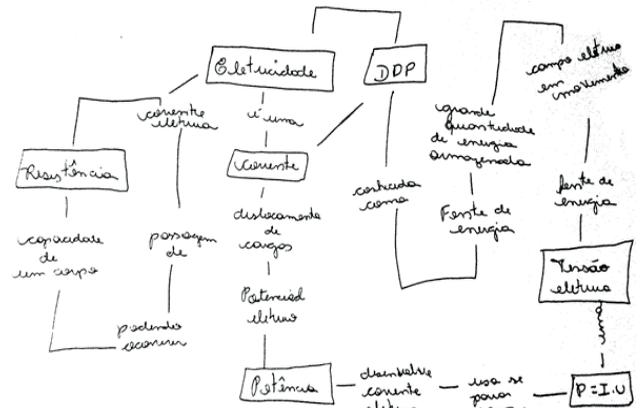
conceitos apresentados. (Aluno nº 22)

Fonte: os autores.

Ademais, nem todas as conexões apresentaram palavras de ligação, o que, em alguns momentos, deixaram comprometidas

a análise e julgamento da aprendizagem (Figura 6).

Figura 6: Ausência de palavras de enlace entre os conceitos



e determinação de conceitos-chaves sem a representação em caixas. (Aluno nº 21)

Fonte: os autores.

Em geral, a maioria dos mapas analisados, os conceitos e as palavras escolhidas para a construção do mapa apresentaram um significado lógico, auxiliando o entendimento no processo de apropriação dos conteúdos trabalhados durante a disciplina.

4 Conclusão

A partir do estudo pela Teoria da Aprendizagem Significativa, acredita-se que a aplicação do gênero textual mapa conceitual, em sala de aula, levou os estudantes a repensarem a forma de vinculação entre os conceitos, favoreceu a organização de ideias e o surgimento de relações que não tinham sido reveladas, já que os significados são, em grande medida, pessoais.

Por ser, para muitos alunos, o primeiro contato com o mapa, as dificuldades foram evidentes em expressar o significado de cada conceito de forma pessoal, ou seja, a natureza do raciocínio e suas interconexões. Principalmente, porque o mapa evidencia justamente a compreensão do processo de ensino e aprendizagem do aluno, entendendo que este se manifesta pela organização e qualidade de relações pessoais a respeito de um determinado conhecimento, representados na estrutura cognitiva.

A partir da aplicação do mapa conceitual como ferramenta de avaliação, dispõe o aluno de maior autonomia em seu próprio processo de ensino e aprendizagem, pois para que o mesmo consiga expor seus conhecimentos fazendo uso do mapa, deve inferir relativamente à formação de novas proposições, confrontando os conhecimentos prévios com os adquiridos durante a sequência de aula apresentada.

O talento para conceituar, definir, explicar ou mesmo descrever um conceito requer o desenvolvimento de habilidades, que envolvem funções de atenção, memória,

abstração, comparação e diferenciação, para eleger conteúdos considerados significativos, estabelecer relações entre eles e com os conhecimentos prévios, e elaborar uma síntese gráfica das proposições. Desta maneira, de forma geral, os mapas apresentaram um significado lógico, auxiliando o entendimento no processo de apropriação dos conteúdos trabalhados durante a disciplina.

Alguns mapas revelaram baixíssimo conhecimento das interconexões entre os conceitos e a própria definição do conceito-chave, demonstrando assim a inexperiência na elaboração de mapas conceituais e a dificuldade de expressar o significado pessoal de cada conceito.

Assim, ao se utilizar o gênero mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem, deve-se elaborar os critérios de análise, superando uma avaliação numérica (pontuação) e propiciando uma rede de experiências inovadoras ao professor e ao aluno, pois a concepção do mapa conceitual está diretamente integrada à capacidade de pensar

e atuar.

Referências

BORUCHOVITCH, E; SOUZA, N.A. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. *Educ. Rev.*, v.26, n.3, p.195-218, 2010.

GRILLO, M; LIMA, V. M. *Mapas conceituais e sua utilização na educação*. Porto Alegre: PUCRS, 2003.

LABURÚ, C.E. *et al.* Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. *Ciênc. Educ. (Bauru)*, v.17, n.2, p.469-487, 2011.

MOREIRA, M.A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Porto Alegre: UFRGS, 2012.

NOVAK, J.D. *The teory underlying concept maps and how to construct them*. Pensacola, 2008. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/publications/researchpapers/theorycmaps/TheoryUnderlyingConceptMaps.bck-11-01-06.htm>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D. *Learning how to learn Cambridge*: Cambridge University Press, 1984.