

MODELO INTERDISCIPLINAR DE ENSINO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS E CIRCUITOS ELÉTRICOS

Eduardo D. do Nascimento - eduardod_nascimento@hotmail.com

Departamento de Ciências Exatas e da Terra - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI)

98802-470 - Santo Ângelo – RS

Antônio V. dos Santos - vandao@urisan.tcche.br

Departamento de Ciências Exatas e da Terra - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI)

98802-470 - Santo Ângelo – RS

Ângelo T. Lucca - engeserv@brturbo.com.br

Departamento de Engenharias e Ciências da Computação - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI)

98802-470 - Santo Ângelo – RS

***Resumo:** O presente trabalho tem por objetivo desenvolver uma proposta de ensino-aprendizagem de equações diferenciais ordinárias aplicadas ao ensino de circuitos elétricos para o curso de engenharia elétrica, integrando os métodos de ensino das mesmas e utilizando mapas conceituais para melhor visualização de conceitos aplicados. Visto que o ensino de equações diferenciais é relevante tanto no ponto de vista matemático quanto no ponto de vista físico, é possível notar algumas dificuldades quando se analisadas em suas aplicações em sala de aula. No trabalho será enfatizado o ensino de equações diferenciais de 1ª e 2ª ordens voltados ao ensino da disciplina de circuitos elétricos. A realização do trabalho se dividirá em quatro etapas, sendo elas: Estudo das grades curriculares dos cursos de engenharia elétrica do sul do Brasil; estudo das aplicações de equações diferenciais; estudo de conceitos de circuitos elétricos; breve histórico do uso de mapas conceituais, possibilitando melhor compreensão dos conceitos; elaboração da proposta de estratégias facilitadoras de aprendizagem. Serão desenvolvidas demonstrações quantitativas e qualitativas, utilizando-se de recursos como: mapas conceituais, desenvolvimento algébrico do conteúdo, bem como uso de software como auxílio, para facilitar a visualização de representações gráficas constituídas a partir de soluções específicas resultantes.*

***Palavras-chave:** Equações Diferenciais, Mapas Conceituais, Circuitos Elétricos*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos de governo ocorreram incentivos ao desenvolvimento tecnológico do país, que juntamente com a criação do Programa de Financiamento Estudantil, o FIES, ocasionaram na abertura de novas universidades e novos cursos em todas as áreas do conhecimento. Com toda a quantidade de novos cursos sobrecarregando o sistema de ensino, houve uma diminuição na qualidade do ensino, em geral dos cursos de engenharia, haja vista, algumas notas baixas no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE).

Os cursos de engenharia elétrica abrangem conteúdos de várias áreas das ciências, dentre eles as equações diferenciais e os circuitos elétricos. Para Machado (1999) “o ensino de equações diferenciais, é um tema relevante tanto no ponto de vista matemático como no ponto de vista físico”. Sendo assim, “é importante compreender e descrever fenômenos físicos através de uma linguagem matemática adequada, possibilitando habilitar para uma boa prática.” (MEDEIROS & MEDEIROS, 2002)

Por semelhanças culturais, por ser uma região que possui bons índices no ENADE e pela organização dos sites dos Conselhos Regionais de Engenharia e Arquitetura (CREA) da região sul, optou-se por um estudo dos cursos de engenharia elétrica apenas dos estados do sul do país. Observou-se que nos cursos de engenharia elétrica além de conhecer métodos de resolução de equações diferenciais, é importante que sejam estudadas também suas aplicações aos fenômenos físicos. “Mas mesmo assim existe essa deficiência na maneira que esses conteúdos são trabalhados em sala de aula” (LÜDKE & GOMES, 2011),

A conexão entre o ensino desses conteúdos, nesses cursos não é clara para os alunos, sendo um desafio para o professor proporcionar atividades que levem a aprendizagem significativa, agregando o ensino entre os conteúdos de cálculo e física. Nesse sentido, em se tratando de métodos de ensino aprendizagem de equações diferenciais:

O ensino desta disciplina, nos cursos de graduação, se dá através da apresentação de vários métodos de resolução de tipos de equações diferenciais integráveis, com a aplicação de listas de exercícios, as quais podem ser resolvidas pelos métodos apresentados, tornando-os assim um ensino fundamental. Richit (2007, apud, JAVARONI)

A autora ainda completa, “[...] a abordagem que privilegia processos algébricos, determina a solução analítica, e por muitas vezes acaba minimizando a interpretação e o comportamento da solução do modelo analisado [...]”. Esta realidade, onde se trabalha apenas o método analítico, o aluno aprende por execução e repetição de exercícios, não contextualizando o ensino dessas disciplinas, equações diferenciais e conteúdos físicos.

Fisicamente ao analisar um fenômeno, procura-se levantar dados para descrevê-lo sob a forma de um modelo escrito por meio de equações. Para boa parte dos sistemas físicos conhecidos essas equações que descrevem os fenômenos são as equações diferenciais. Uma área de suma importância para conhecimento do futuro engenheiro elétrico é a área de circuitos elétricos, onde os conceitos físicos e matemáticos são aplicados até resultarem em equipamentos usados na construção dos circuitos.

A proposta do trabalho é criar um modelo de ensino denominado “mecânica de aula” com objetivo de construir uma aprendizagem significativa voltada para as disciplinas de circuitos elétricos do curso de engenharia elétrica. Essa mecânica de aula integra os conteúdos de equações diferenciais e aplicações dos circuitos elétricos utilizando processos de cálculo e ferramentas auxiliares. Os mapas conceituais visam relacionar os conceitos, aplicações e tipos de equações diferenciais, já o uso de softwares matemáticos objetivam melhor visualização e compreensão do comportamento gráfico das funções que caracterizam um fenômeno físico.

Os mapas conceituais são defendidos por vários autores, MOREIRA (2010) tratando do assunto, coloca que, “[...] Mapas conceituais são apresentados como instrumentos potencialmente úteis no ensino, na avaliação da aprendizagem e na análise do conteúdo curricular [...]”. Uma ferramenta que pode auxiliar na compreensão de, porém ainda são pouco utilizados na área das exatas e no ensino de equações diferenciais.

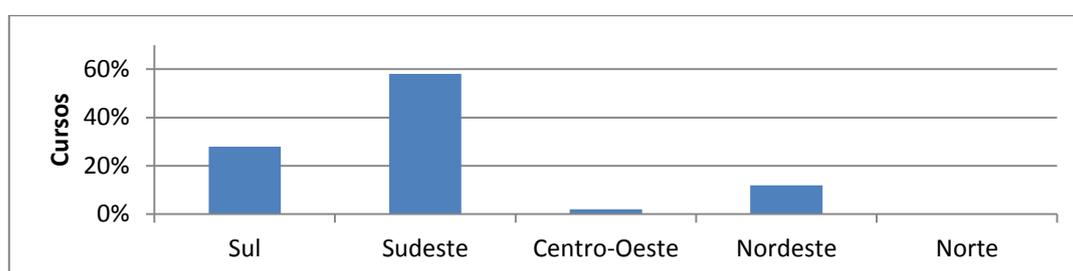
A realização do trabalho se dividirá em quatro etapas, sendo elas: Estudo das grades curriculares dos cursos de engenharia elétrica do sul do Brasil; breve histórico do uso de mapas conceituais, possibilitando compreensão dos conceitos; estudo das aplicações de equações diferenciais; e estudo de conceitos de circuitos elétricos seguido da proposição de estratégias facilitadoras de aprendizagem. Na próxima etapa do trabalho, se iniciará a análise das grades curriculares dos cursos de engenharia elétrica do sul do Brasil.

2. ANÁLISE DAS GRADES CURRICULARES DOS CURSOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL

O estudo das grades curriculares com ênfase nas universidades que disponibilizam o curso de engenharia elétrica nos estados do sul do Brasil iniciou-se pela análise do desempenho desses cursos nas provas do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) em 2011.

De acordo com dados publicados no site do MEC, a região sul obteve 14 cursos entre os 50 melhores nos índices do Exame em todo o país, totalizando 28%, se destacando com uma das regiões mais desenvolvidas no âmbito educacional a nível nacional, ficando atrás apenas da região Sudeste.

Figura 1 – Universidades melhores colocadas no ENADE 2011

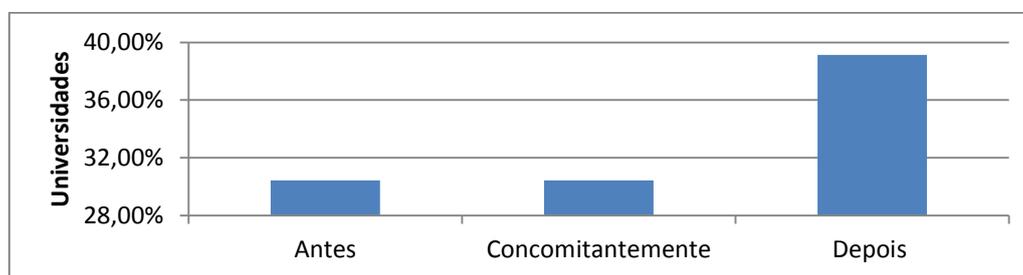


Fonte: Dados retirados do site <<http://ultimosegundo.ig.com.br/educacao/2012-12-10/veja-o-ranking-de-cursos-superiores-avaliados-no-enade-2011.html>>

Na Figura 2 é apresentada a distribuição das disciplinas nos cursos da região sul, são apresentados três tipos de distribuição, quando o conteúdo de equações diferenciais é dado antes de circuitos, concomitantemente e depois.

Utilizando os sites estaduais dos CREA, chegou-se a um total de 28 cursos superiores em engenharia elétrica, sendo 12 no estado do Rio Grande do Sul, 11 em Santa Catarina e 5 no estado do Paraná. Os quais foram encontrados 23 grades curriculares disponíveis nos sites das próprias instituições.

Figura 2 – Ordem em que são ministradas as disciplinas de Equações Diferenciais e Circuitos Elétricos



Fonte: CREA

Observa-se no gráfico, os três modos em que são trabalhados os conteúdos de equações diferenciais com relação a circuitos elétricos. Em pouco mais de 30% dos cursos, os conteúdos de equações diferenciais estão sendo ministrados cronologicamente antes dos conteúdos de circuitos elétricos. O ensino das duas matérias em concomitância obteve o mesmo índice de aplicação, ocorrendo em pouco mais de 30% dos casos. Já o terceiro caso, o

ensino de equações diferenciais depois do ensino de circuitos elétricos, ocorre em aproximadamente 39% dos casos, representando a maioria das ocorrências.

É possível constatar que os alunos não possuem os conceitos matemáticos estabelecidos para o uso nos conteúdos de circuitos quando as equações diferenciais são ministradas depois de circuitos elétricos. Por exemplo, pode-se citar um circuito RC (resistor-capacitor), que é resolvido por uma equação diferencial de primeira ordem, da carga em função do tempo, mostrando assim, que sem o ensino prévio de equações diferenciais, o conteúdo é dado em nível de ensino médio.

Segue no próximo capítulo a discussão sobre o uso de mapas conceituais.

3 O USO DE MAPAS CONCEITUAIS NOS PROCESSOS DE ENSINO

A utilização de Mapas Conceituais como ferramenta auxiliar no ensino foi difundida por Josep Novak, entre as décadas de 60 e 70. Desde então o método vem sendo difundido nas diversas áreas do conhecimento. A inspiração de Novak para a construção e utilização desse método, surgiu das pesquisas de David Ausubel na área de aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa [...] ocorre quando a tarefa da aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva, uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia correspondente, para assim proceder. Santos, Santos e Fraga (1980, apud, AUSUBEL, NOVAK & HANESIAN).

A fim de correlacionar o novo aprendizado com outros conhecimentos do cotidiano do aluno, é que Novak introduziu o método de Mapas Conceituais, o qual é definido por Moreira (2010) como “[...] diagramas que indicam relações entre conceitos, ou entre palavras que são usados para representar conceitos.” O autor ainda completa: “Embora normalmente tenham uma organização hierárquica e, muitas vezes, incluam setas, tais diagramas não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder.”

“O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usada em diversas situações, e para diferentes finalidades: instrumento de análise curricular, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação.” Moreira (1993, apud MOREIRA e BUCHWEITZ).

Sendo assim, os mapas podem funcionar como uma capacidade de produção, organização, e compreensão conceitual. O contexto da aprendizagem significativa está intimamente ligado ao entendimento que cada pessoa tem de certo conceito ou conteúdo e é por meio desse entendimento que a aprendizagem toma seu significado, portanto “um mapa conceitual nunca pode ser considerado totalmente correto” (MOREIRA, 2010), pois ele é construído a partir do entendimento que certa pessoa tem sobre determinado conteúdo, seja ele aluno, ou professor.

No próximo capítulo se dissertará sobre as aplicações das equações diferenciais.

4 AS FUNCIONALIDADES E APLICAÇÕES DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

As Equações Diferenciais abrangem um campo da matemática pura e aplicada muito amplo e sua utilização é de suma importância na Física, Engenharia, entre outras carreiras acadêmicas. Uma Equação Diferencial “[...] tem uma incógnita em função das respectivas derivadas, sendo frequentemente usada para descrever processos nos quais a mudança de uma medida ou dimensão é causada pelo próprio processo.” (GUERRINI et al., 2002).

A natureza, de um modo geral, apresenta algumas leis que se expressam matematicamente em termos de Equações Diferenciais, tais como as leis do Eletromagnetismo (equações de Maxwell), da Mecânica dos Fluidos (equações de Euler e de

Navier-Stokes), da Mecânica Quântica (equações de Schrödinger, Klein-Gordon e de Dirac), da Teoria da Relatividade Geral (equação de Einstein), entre outras (HALLIDAY, 1996).

Por essas inúmeras aplicações das equações diferenciais na física é que os cursos de Engenharia fazem uso intensivo delas, visto que essa disciplina está presente na grade curricular dos cursos do país. Mas, mesmo assim, existe uma deficiência na conexão de seus conceitos, apesar destas disciplinas e suas aplicações na Engenharia estarem intimamente ligadas, principalmente os conceitos do eletromagnetismo e de circuitos elétricos.

Em se tratando do ensino de equações diferenciais, objetiva-se utilizar novos conceitos de ensino e tecnologia, na Engenharia, por exemplo, “existem trabalhos usando ilustrações visuais e softwares” (FIOLHAIS & TRINDADE, 2003). Porém, o simples uso de softwares pode apenas auxiliar os processos de ensino, mas não garantem o sucesso nesses processos. Por esse motivo, o presente trabalho chega no seu ápice na próxima seção onde será descrita a proposta de uso de sistema inovador de ensino, a fim de construir conceitos e realizar aprendizagem significativa de equações diferenciais e circuitos elétricos, integrando ambos os conteúdos por meio dos mapas conceituais, cálculo algébrico das equações diferenciais e ainda o uso da tecnologia, por meio dos softwares Derive e Mathcad.

5 PROPOSTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

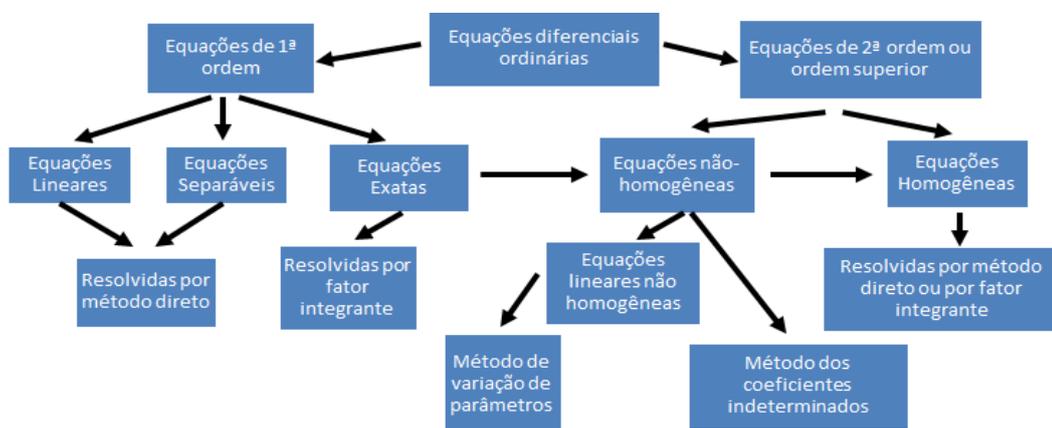
O ensino de modo geral vem passando por mudanças geradas principalmente pelas inúmeras inovações tecnológicas que surgem no mundo atual. Os alunos desde jovens têm acesso a tecnologia, o que torna o ensino tradicional de quadro e giz obsoleto.

“As ferramentas tecnológicas existentes no mundo atual por si só não garantem o sucesso no processo de ensino aprendizagem.” (FIOLHAIS & TRINDADE, 2003). No entanto todos devem estar preparados para usá-las, compreendendo a sua importância em termos de cálculos e representações, na realização de práticas de ensino e situações de aprendizagem bem sucedidas.

A sequência do trabalho visa propor o ensino de equações diferenciais aplicados aos conteúdos da disciplina de circuitos elétricos, utilizando diferentes ferramentas auxiliares nesse processo. As ferramentas utilizadas são os mapas conceituais; os circuitos elétricos que são resolvidos algebricamente por meio de equações diferenciais; os softwares Derive e Mathcad, utilizados no cálculo das equações e na construção dos gráficos.

Iniciando a apresentação do método proposto, a mecânica de aula, apresenta-se aqui o mapa conceitual que resume e relaciona os tipos de equações diferenciais e seus métodos de resolução.

Figura 3 – Mapa conceitual equações diferenciais ordinárias



Fonte: alunos da graduação em engenharia

Na figura 3, observa-se que as equações diferenciais ordinárias são classificadas quanto à ordem, de acordo com a ordem maior que aparece na equação, sendo de 1ª ordem quando a maior ordem da derivada for 1, por exemplo $\frac{dy}{dx}$; 2ª ordem se a maior ordem da derivada for 2, por exemplo $\frac{d^2y}{dx^2}$; e assim sucessivamente para ordens superiores.

As equações também podem ser classificadas em lineares ou não-lineares, Boyce & DiPrima (2002) define, “ $f(t, y, y', \dots, y^n) = 0$, é dita linear se f é uma função linear das variáveis y, y', \dots, y^n ”. As equações lineares, bem como as separáveis são resolvidas pelo método direto de integração. Uma equação diferencial é dita exata quando pode ser descrita na forma $\frac{\partial M}{\partial x} = \frac{\partial N}{\partial y}$. Isto ocorre quando, por exemplo, tem-se a equação $2x + y^2 + 2xyy' = 0$ e quando calcula-se as derivadas parciais da função $f(x, y) = x^2 + xy$ encontra-se $2x + y^2 = M$ e $2xy = N$, podendo dessa forma fazer a substituição para posterior resolução.

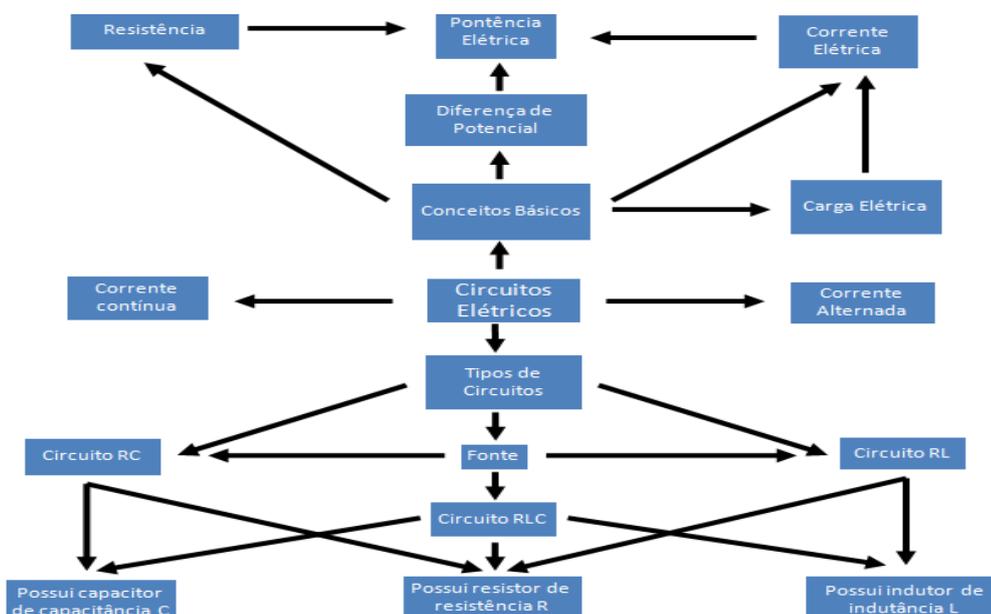
Uma equação é dita homogênea “se uma função f satisfaz a relação $f(tx, ty) = t^n f(x, y)$ para algum número real n , então dizemos que f é homogênea de grau n .” (BOYCE E DIPRIMA, 2002).

Posterior a construção e entendimento dos conceitos de equações diferenciais, dá-se sequência à mecânica de aula com a construção dos conceitos de circuito elétricos, por meio da construção dos mapas conceituais envolvidos, ou seja, primeiramente será tratado de um modo geral, com todos os conceitos de circuitos, na figura 4, encontra-se o mapa conceitual que trata dos elementos e conceitos básicos de um circuito elétrico.

É possível observar na figura 4 que os circuitos podem ser classificados em circuitos de corrente contínua ou corrente alternada, no caso do circuito a ser estudados no trabalho, o circuito RC possui corrente contínua.

Observa-se que todos os circuitos possuem uma fonte de energia, e que os mesmos são classificados e denominados quanto aos outros elementos que o compõem, por exemplo, um circuito RC, possui um resistor de resistência R e um capacitor de capacitância C ; um circuito RL possui um resistor de resistência R e um indutor de indutância L ; e o circuito RLC possui os três elementos envolvidos no circuito RL e RC.

Figura 4 – Mapa conceitual equações diferenciais



Fonte: alunos da graduação em engenharia

Cada uma dessas grandezas tem uma relação com a carga elétrica q ou a corrente elétrica i que atravessa o elemento e com uma diferença de potencial V a que ele está submetido, conforme mostram as equações (MACHADO, 1999)

$$V_C = \frac{q}{C} \quad (1)$$

$$V_R = Ri \quad (2)$$

Além disso, Halliday usa como definição da corrente i , “quantidade de cargas que fluem por unidade de tempo” (2009), ou seja, pode ser representada pela diferencial

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (3)$$

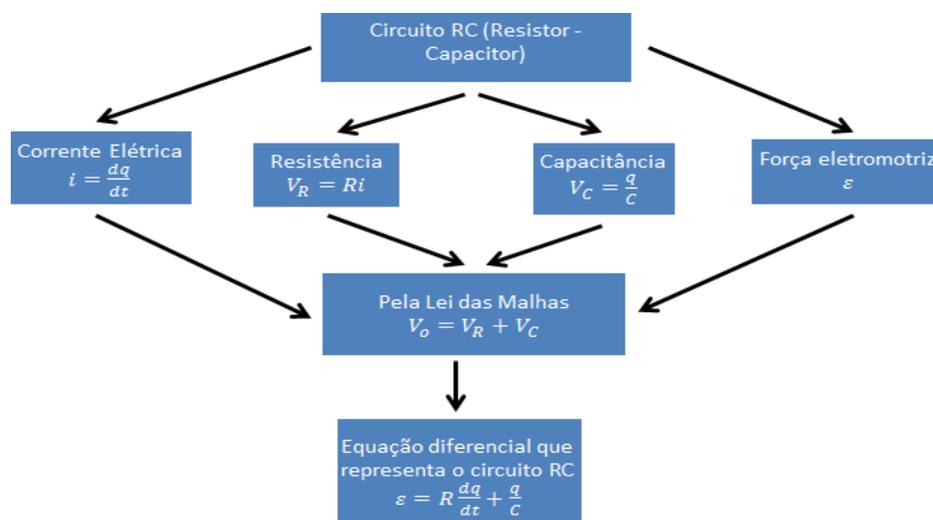
A partir dessas equações, é possível denotar as equações que descrevem o comportamento de circuitos como o circuito de corrente contínua RC.

5.1 O Circuito RC

A função do capacitor C em um circuito RC é acumular cargas, e o resistor R tem como principal função dissipar energia em forma de calor, para que essa energia seja utilizada em outro fim, como por exemplo, em um chuveiro elétrico. Na Figura 5 encontram-se os mapas conceituais que visam correlacionar os elementos de um circuito RC.

Após compreender os conceitos do circuito RC, se fará o desenvolvimento algébrico das equações diferenciais que descrevem o carregamento de um capacitor nesse circuito, aplicando as técnicas de resolução de equações visando compreensão desses métodos, e finalmente chegará à culminância da mecânica de aula onde se farão cálculo da solução por meio do software *Derive*, provando os resultados do cálculo algébrico manual, seguido da construção dos gráficos a fim de visualizar o comportamento das equações por meio do uso do software *Mathcad*.

Figura 5 – Mapa conceitual Circuito RC



Fonte: Nascimento & Santos, 2013

O circuito possui uma corrente elétrica i , que consiste na variação da carga q em função do tempo t ; a diferença de potencial V_R no resistor é igual a corrente i multiplicada pela resistência R ; a diferença de potencial V_C no capacitor é igual a razão da carga q em função da capacitância C . Todos eles impulsionados por uma força eletromotriz ε gerada pela fonte. Se a Lei das Malhas é

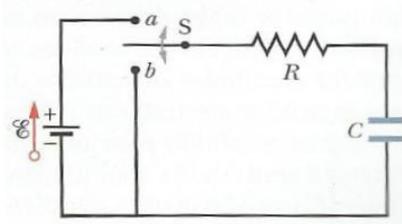
$$V_0 = V_R + V_C \quad (4)$$

Ao substituir as variáveis, chega-se a equação diferencial que caracteriza o carregamento do circuito

$$\varepsilon = R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} \quad (5)$$

A Figura 6 trata de um Circuito RC, formado um Resistor R e um Capacitor C , no qual, o capacitor torna a corrente do circuito variável em função do tempo. Considerando que o capacitor C é carregado mudando a posição da chave S para a , a corrente resultante desse circuito é desenvolvida através da aplicação dos princípios de conservação de energia, ou seja, a Lei das Malhas que foi apresentada na equação (4).

Figura 6 – Circuito RC



Fonte: Halliday, 2009

Quando a chave S é movida para “a” surgem correntes que acumulam a carga nas placas do capacitor até que a diferença de potencial no capacitor seja igual a diferença de potencial nos terminais da fonte, nesse momento o circuito está totalmente carregado.

Para resolver a equação diferencial do carregamento do capacitor no circuito RC, inicialmente tem-se que dividir a equação (5) por R , para isolar $\frac{dq}{dt}$

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{RC} = \frac{\varepsilon}{R} \quad (6)$$

Para se resolver essa equação diferencial linear, não-homogênea, é necessário encontrar um Fator Integrante, que é dado por:

$$u(t) = e^{\int \frac{1}{RC} dt} \Rightarrow u(t) = e^{\frac{t}{RC}} \quad (7)$$

Multiplicando o fator integrante $e^{\frac{t}{RC}}$ por todos os termos da equação

$$e^{\frac{t}{RC}} \frac{dq}{dt} + e^{\frac{t}{RC}} \frac{q}{RC} = e^{\frac{t}{RC}} \frac{\varepsilon}{R} \quad (8)$$

Ao colocar $q e^{\frac{t}{RC}}$ em evidência

$$\int \frac{d}{dt} [q e^{\frac{t}{RC}}] = \int e^{\frac{t}{RC}} \frac{\varepsilon}{R} dt \quad (9)$$

É possível resolver a integral, obtendo a equação (10), que é a solução geral para a equação (5):

$$q = \varepsilon C + k e^{-\frac{t}{RC}} \quad (10)$$

Para encontrar a solução particular substitui-se as condições iniciais $q = 0$ e $t = 0$ obtendo:

$$q(t) = \varepsilon C - \varepsilon C e^{-\frac{t}{RC}} \quad (11)$$

Equivalente a equação (12), após colocar o termo εC em evidência

$$q(t) = \varepsilon C (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (12)$$

A equação (12) é solução particular para a equação diferencial, a qual demonstra o carregamento do capacitor no circuito RC. Ao aplicar a definição de corrente elétrica:

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow V = \frac{q}{C} \quad (13)$$

E substituir a equação (12) na equação (13), tem-se:

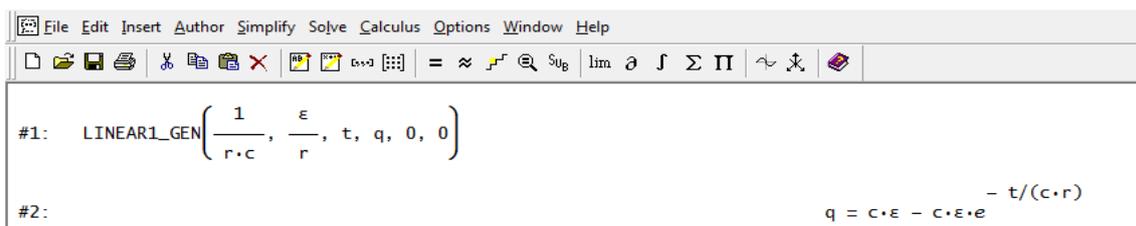
$$V_c = \frac{\varepsilon C (1 - e^{-\frac{t}{RC}})}{C} \quad (14)$$

Simplificando o termo C , encontra-se a equação que determina a Diferença de Potencial no capacitor:

$$V_c = \varepsilon (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (20)$$

Após encontrar a equação da diferença de potencial no capacitor em função do tempo, por meio da resolução algébrica manual da equação diferencial, se provará a veracidade do cálculo manual, utilizando o software.

Figura 7 – Resolução da Equação (5) pelo software *Derive*



Fonte: Nascimento & Santos, 2013

Usando o software Mathcad, e a equação (20), serão plotadas as curvas simulando o experimento, e dessa forma é possível mostrar o comportamento gráfico e numérico de duas

variáveis (grandezas). “Por exemplo, em um sistema em que o resistor R (=6,2MΩ) é ligado em série a um capacitor C (=2,4μF), juntamente com uma bateria de 12V, de resistência interna desprezível.” (HALLIDAY, 2009). A Figura 8 representa o comportamento da Diferença de Potencial (V) em função do Tempo (t em segundos), por meio do software Mathcad, insere-se os dados do problema e a equação (20) da seguinte forma:

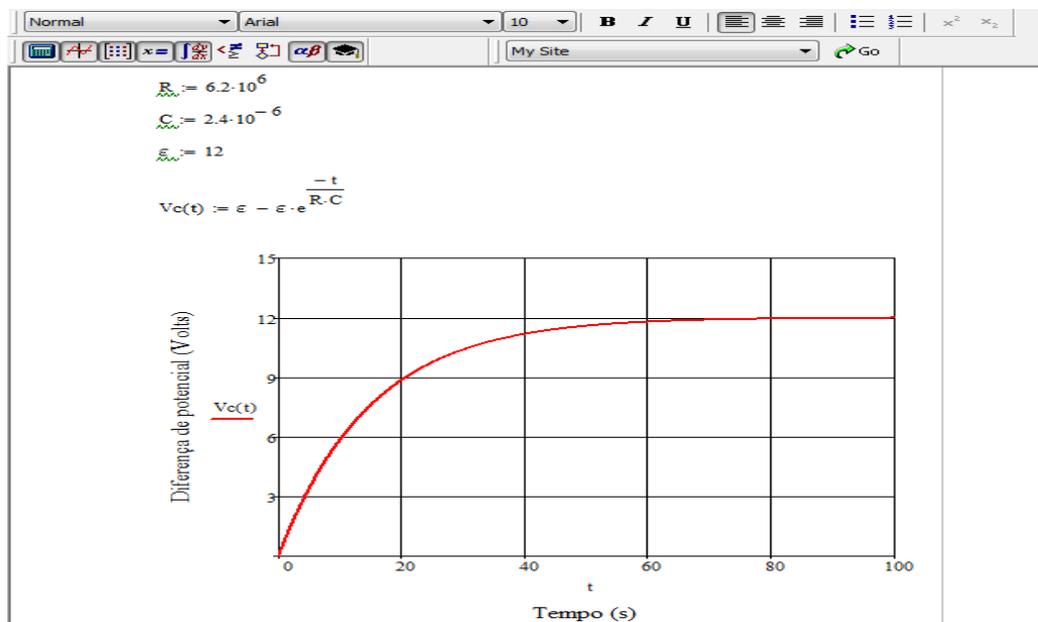
$$R := 6.2 \cdot 10^6 \quad (21)$$

$$C := 2.4 \cdot 10^{-6} \quad (22)$$

$$\varepsilon := 12v \quad (23)$$

$$V(t) := \varepsilon(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (24)$$

Figura 8 – A Diferença de Potencial em função do Tempo no carregamento do circuito



Fonte: Nascimento & Santos, 2013

Com o uso do Mathcad na construção do gráfico do circuito RC visando melhor compreensão e visualização do comportamento da Diferença de Potencial no Circuito ao carregar o capacitor. É possível observar na figura 8, que pelo motivo da equação do circuito se tratar de uma função exponencial, o valor da diferença de potencial no carregamento aumenta até se aproximar da carga máxima gerada pela fonte, ou seja, $\varepsilon=12v$, e é neste momento, que ela se estabiliza. Na próxima seção, serão apresentadas as considerações finais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa mecânica de aula possibilita auxiliar a redução nas distorções no processo de ensino. Tratando de um ensino contextualizado dos conceitos de equações diferenciais e circuitos elétricos, e trabalhando de maneira integrada a matemática e a física, possibilita-se uma construção completa desses conhecimentos, desde a compreensão dos conceitos até o

entendimento do comportamento gráfico e numérico dessas funções, passando pelo cálculo algébrico manual validado por meio do uso de softwares matemáticos.

A mecânica de aula sugerida é voltada para a disciplina de circuitos elétricos, onde correlaciona-se o ensino de equações diferenciais e circuitos elétricos da seguinte maneira: iniciou-se pela construção dos mapas conceituais e por meio deles a construção e entendimento dos conceitos e relações entre os tipos de equações diferenciais e circuitos elétricos; seguiu-se com desenvolvimento algébrico da equação diferencial que trata do comportamento do circuito elétrico; e para completar utilizou-se os softwares *Derive* e *Mathcad*, para possibilitar melhor visualização e assim melhor compreensão do comportamento numérico e gráfico da função estudada para compreensão do real funcionamento de um circuito elétrico. Encerrando assim a mecânica de aula.

A realidade atual do ensino deve estar ancorada em práticas contextualizadas, correlacionando conteúdos de diversas disciplinas, e se possível utilizando-se das ferramentas de auxílio, sejam elas os mapas conceituais, softwares matemáticos e físicos, abordados nesse caso, ou até outras técnicas que surgem e evoluem mais rapidamente nos dias de hoje.

Para finalizar, pode-se dizer que nesse contexto, é preciso acreditar nas mudanças que vêm acontecendo no uso de tecnologias no ensino, ou seja, acreditar na inovação pedagógica, e acima de tudo, pensar que essa inovação no ensino de engenharia é uma mudança deliberada e conscientemente assumida, visando uma melhoria da ação educativa.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA-RS. Disponível em:<<http://www.crea-rs.org.br>> Acesso em 20 de abril de 2013.

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA-SC. Disponível em:<<http://www.crea-sc.org.br>> Acesso em 20 de abril de 2013.

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA-PR. Disponível em:<<http://www.crea-pr.org.br>> Acesso em 20 de abril de 2013.

FERREIRA, Rosângela V. J., NEVES, Tereza C. F. Os paradigmas da exclusão e da inclusão na prática escolar. Disponível em: (<http://www.se.pjf.mg.gov.br/escolas/cosette/artigos/artigo2.doc>). Acesso em: 24 de mar 2013.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. , Física no computador como uma ferramenta de ensino e na aprendizagem das ciências Físicas. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 3 p. 259-272, 2003.

GUERRINI, I. M; MAGALHÃES, M. G. M. DE; MAREGA JR. E. Utilizando tecnologia computacional na análise quantitativa de movimentos. Revista Brasileira de ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2 97-102, 2002.

HALLIDAY, David. Fundamentos de física, volume 3: eletromagnetismo/ Halliday, Resnick, Jearl Walker; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi.- Rio de Janeiro: LTC, 1996.

JAVARONI, S. L. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Abordagem geométrica: possibilidades para o ensino e aprendizagem de

Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias, 2007. 231 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática).

JAVARONI, S. L. O processo de visualização no curso de introdução às Equações Diferenciais ordinárias: Revista de Ensino de Engenharia, v. 28, n. 1, p. 17-25, 2009.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. DE. Possibilidade e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo v. 24, n. 2 p. 77-78, 2002.

MOREIRA, Marco A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. São Paulo: Centauro, 2010. 80p.:il.

Ranking de cursos avaliados no ENADE 2011. Disponível em <<http://ultimosegundo.ig.com.br/educacao/2012-12-10/veja-o-ranking-de-cursos-superiores-avaliados-no-enade-2011.html>> Acesso em 24/04/2013

SANTOS A. V., SANTOS S. R., FRAGA. L. M. Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo v., n. 2 p. 185-195, 2002.

INTERDISCIPLINARY TEACHING MODEL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS AND ELECTRICAL CIRCUITS

Abstract: *The objective of this paper is develop a proposal of teaching-learning of ordinary differential equations, applied to teaching of electrical circuits for electrical engineering students, joining the guidelines of them and using concept maps for a better understanding of the theme. Since the teaching of differential equations is relevant either in mathematics or in physics, is possible to notice some handicap when applied on class. In this paper will be focused the teaching of differential equations of 1st and 2nd order typically used on electrical circuits discipline. The accomplishment of the task will be divided into four steps, as follows: review of the electrical engineering courses syllabus at the south of Brazil; study of differential equations applications, study of electrical circuits' concepts, a brief review of the concept maps application to better understanding of the theme, formulate and propose a strategy for a better learning. Quantitative and qualitative demonstrations will be developed, using the following resources: concept maps, algebraic development of the contents, and computational tools to make easier the visualization of graphics made from resulting specific solutions.*

Key-words: *Differential Equations, Concept Maps, Electrical Circuits*