

Projeto de Graduação



3 de Dezembro de 2014

Um Novo Objeto Educacional Interativo para o Ensino de Circuitos Elétricos Lineares

Julio de Lima Nicolini
Daniel Molina G. F. e Silva



www.ele.puc-rio.br



Um Novo Objeto Educacional Interativo para o Ensino de Circuitos Elétricos Lineares

**Alunos: Julio de Lima Nicolini
Daniel Molina G. F. e Silva**

Orientador: Ana Maria Beltran Pavani

Trabalho apresentado com requisito parcial à conclusão do curso de Engenharia Elétrica na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Agradecimentos

Julio: Gostaria de agradecer aos meus professores, em especial à professora, orientadora e amiga Ana Pavani, não só por seus ensinamentos mas também pelo apoio dado durante todo o curso de graduação. Agradeço também aos meus pais, em especial à minha mãe, por sempre incentivar o estudo e tentar me ensinar tudo aquilo que eu não sabia. Por fim, agradeço ao colega e coautor Daniel, pela amizade e confiança em dividir esse projeto.

Daniel: Agradeço, em primeiro lugar, à professora Ana Pavani o apoio dado durante todo o trabalho. Em segundo lugar, agradeço à minha mãe tudo aquilo que se espera de uma mãe e bastante mais. Finalmente, gostaria de expressar o meu muito-obrigado ao companheiro Julio Nicolini que aceitou dividir comigo esse projeto.

Resumo

Objetos educacionais são uma ferramenta poderosa no auxílio à educação, especialmente se usadas no contexto do ensino superior. Apesar de não existir consenso claro quanto a uma definição exata do que é um objeto educacional, o conceito é simples: uma coleção de componentes, digitais ou não, que auxiliam o processo de aprendizado, e que podem ser reutilizados e compartilhados. Com a evolução da tecnologia, a produção e proliferação de objetos educacionais digitais está crescendo, de maneira que vários recursos existem para catalogar e armazenar uma biblioteca cada vez maior de objetos, para os mais diversos assuntos e temas.

A utilização de objetos educacionais é de extrema importância para a agilização do aprendizado em uma sociedade em que o tempo é cada vez mais precioso. Ao compactar conceitos, exemplos e teorias em formatos simples e acessíveis, a eficiência do ensino é aumentada em muitas vezes, permitindo uma melhor utilização do tempo do aluno e um aprendizado mais competitivo.

A teoria de circuitos elétricos lineares é um dos pilares do estudo da engenharia elétrica, de grande importância para todas as suas subáreas de conhecimento. Desse modo, tendo em vista a importância de objetos educacionais para o desenvolvimento da educação moderna, foi produzido um livro interativo, em si um objeto educacional, mas também contendo dentro de si subobjetos, cobrindo o conteúdo básico de circuitos elétricos lineares.

Palavras-chave: objetos educacionais interativos, circuitos elétricos, circuitos lineares

A Novel Interactive Learning Object for Teaching Linear Electrical Circuits

Abstract

Learning objects are a powerful tool for students and educators, especially if used in the context of higher education. Although there is no clear consensus on the exact definition of what a learning object is, the concept is simple: a collection of components, digital or not, that help the learning process, and that can be reused and shared. With the evolution of technology, the production and expansion of digital learning objects is growing, such that there are already several resources for indexing and archiving an ever-growing library of objects, targeted to the most diverse subjects and themes.

The use of learning objects is of extreme importance to the speeding up of learning in a society where time is growing more precious every day. By compacting concepts, examples and theories in accessible and simple formats, the efficiency of the learning process is increased severalfold, allowing for a better usage of the student's time and a more competitive learning process.

The theory of linear electrical circuits is one of the pillars of study in Electrical Engineering, of great importance to all its sub-areas of knowledge. Therefore, in view of the value of learning objects for the development of modern education, an interactive book was produced, in itself a learning objects, but also containing several sub-objects within itself, covering all the basic subjects within linear electrical circuits.

Keywords: interactive learning objects, electrical circuits, linear circuits

Sumário

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Objetos Educacionais | 1 |
| a | Introdução | 1 |
| b | História dos Objetos Educacionais | 1 |
| 2 | A Companion Guide to Circuits | 2 |
| a | Motivação | 2 |
| b | Conteúdo Abordado | 2 |
| c | Formato | 3 |

1 Objetos Educacionais

a Introdução

O termo objeto educacional é definido, pelo Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE) [1], como (tradução livre):

Um objeto educacional é qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reusada, ou referenciada durante o processo de educação apoiado por tecnologia.

Apesar da definição do IEEE, existem outras definições que também são usadas dependendo do contexto [2][3]. Não só existem diferentes definições para o que é um objeto educacional, como também existem variadas nomenclaturas [4] dependendo do autor e de quais objetivos tal autor busca com sua produção intelectual, como “conteúdos de objetos compartilháveis” [5], “objetos de comunicação” [6], “objetos de aprendizagem” [7], entre outros. Nesse trabalho, utilizamos o termo “objeto educacional”.

Uma das maiores vantagens da utilização de objetos educacionais pode ser visualizada com a seguinte metáfora: objetos educacionais são como peças de LEGO, ou seja, pequenos blocos (de conhecimento) que podem ser utilizados para montar algo maior [8]. Desse modo, objetos educacionais são ferramentas para compartimentalizar o conhecimento de forma simples e acessível, ajudando a construir o entendimento de um conceito ou teoria aos poucos. Outras vantagens incluem maior eficiência de aprendizagem e um aumento de qualidade dos cursos que utilizam objetos educacionais [9].

Apesar de suas vantagens, não existe consenso claro quanto à percepção do que é um objeto educacional [10], o que, aliado às diferentes definições e nomenclaturas existentes, resulta em uma utilização e até aceitação limitada, tanto por alunos quanto por educadores que não estejam diretamente envolvidos com o estudo de objetos educacionais ou sua elaboração. Entretanto, independente de sua percepção, a utilização de objetos educacionais para melhorar a eficiência do ensino é uma opção válida em diversas áreas [11][12][13]. Diversos modelos de objetos educacionais já foram propostos [14][15][16], dependendo da estrutura do curso para o qual foram elaborados ou do contexto maior em que eles estão inseridos, mas analisar modelos genéricos de objetos educacionais ou sua aplicação/distribuição foge ao escopo desse trabalho.

b História dos Objetos Educacionais

Embora ainda existam confusão e discussões sobre nomenclatura ou definições formais sobre os objetos educacionais, o seu conceito não é novo. De fato, tal conceito foi descrito pela primeira vez por Gerard, em 1967 [17], embora a nomenclatura “objeto educacional” (“*learning object*”) só tenha sido popularizada em 1994, por Wayne Hodgins, ao criar um grupo de trabalho contendo tal nome [18].

Em meados de 2000, um grande número de livros sobre o assunto foi lançado, entre eles publicações de Wiley [19], McGreal [20] e Littlejohn [21], assim como eventos, websites e outros recursos, como artigos acadêmicos sobre o assunto [22], assim como opositores e detratores, tais como Friesen [23], que criticava justamente a falta de formalismo e consenso quanto a definição do que é um objeto educacional; e Parrish [24], que apontava para a falta de conhecimento e familiaridade para com objetos educacionais por parte dos educadores como sendo o maior obstáculo para seu uso e aceitação. Foi também nessa época que a primeira iniciativa sobre objetos educacionais, realizada pela empresa Cisco Systems, dos Estados Unidos, ganhou reconhecimento [25].

Durante essa época (final dos anos 1990), no mundo da computação, a metodologia dominante de programação era a da programação orientada a objetos, que influenciou os primeiros conceitos e definições sobre objetos educacionais, e influencia até hoje. O próprio nome dos objetos educacionais deriva-se da programação orientada a objetos [3]. Uma definição sucinta para o que são objetos, no contexto da teoria da computação, é dada por Conway [26] (tradução livre):

Um objeto é um mecanismo de acesso para dados. Na maioria das linguagens orientadas a objetos, isso significa que objetos são *containers* de dados ou, pelo menos, *containers* de ponteiros para dados. Entretanto, no sentido geral, qualquer coisa que provê acesso a dados – uma variável, sub-rotina, um descritor de um arquivo – pode ser pensada como um objeto.

Analisando essa definição, e a definição anterior fornecida pelo IEEE para objetos educacionais, é possível notar as semelhanças e os paralelos entre objetos educacionais e os objetos genéricos da programação orientada a objetos. Objetos educacionais também se inspiram nos objetos da programação orientada a objetos ao manter as características de reusabilidade e adaptabilidade (metáfora dos blocos de LEGO).

2 A Companion Guide to Circuits

a Motivação

O estudo de sistemas lineares é de extrema importância para a engenharia elétrica, tendo utilização em áreas como controle, automação, processamento de sinais e telecomunicações. Em geral, na engenharia elétrica, o primeiro contato real com a aplicação da teoria de sistemas lineares que um aluno possui é em um curso sobre circuitos elétricos, que também forma a base para todo o estudo em eletrônica e sistemas elétricos. O curso de circuitos elétricos lineares é, portanto, de extrema importância para os futuros engenheiros elétricos, não só por formar a base de conhecimento necessária para o aprofundamento em duas grandes áreas (eletrônica e sistemas), mas também por ser o primeiro curso onde os conhecimentos sobre sistemas lineares é de fato posto em prática e exercitado.

Apesar de sua grande importância para a formação de futuros engenheiros elétricos, estudos sugerem que o pleno entendimento dos conceitos abordados em um curso de circuitos elétricos não é alcançado por grande parte dos alunos [27], que demonstram confusão sobre conceitos básicos como voltagem ou energia, e dificuldades de entendimento de conceitos de fasores, transformadas e análise em frequência. De especial menção é o fato de que muitos estudantes sentem dificuldade de visualizar um circuito elétrico como um sistema, e entender que mudanças locais afetam características globais e vice-versa, o que pode impactar de forma negativa o avanço de seus estudos nas áreas da engenharia elétrica.

Por outro lado, estudos também demonstram que ambientes diversificados de ensino, que não seguem estritamente o padrão tradicional de sala de aula [28], assim como a utilização de recursos e materiais online [29] ajudam a motivar estudantes e facilitam a compreensão do conteúdo. O trabalho realizado por Palma, Morrison, Enjeti e Howze foca em conteúdos específicos utilizados pelo curso de circuitos elétricos da Universidade Texas A&M, nos Estados Unidos, mas seus resultados indicam que o uso de recursos interativos é benéfico para o aprendizado de circuitos elétricos.

Tendo em vista a grande importância do conteúdo para a formação de um engenheiro elétrico, as dificuldades encontradas pelos alunos e os resultados deste estudo, concluímos que a elaboração de um objeto educacional na forma de um livro interativo, cobrindo todos os conceitos básicos abordados em um curso de circuitos elétricos, seria benéfico a todos os estudantes de engenharia elétrica que encontram dificuldades de absorver esse conteúdo, que é de grande importância para sua formação. Além disso, com o intuito de atingir o maior número de estudantes possível, foi decidido elaborar o material totalmente em inglês.

b Conteúdo Abordado

O conteúdo do livro, intitulado *A Companion Guide to Circuits*, pretende cobrir todos os assuntos abordados em um curso introdutório de circuitos elétricos, disponibilizando toda a teoria necessária e acompanhado de exemplos para melhor entendimento do tema [30]. Primeiramente, são apresentadas as definições de conceitos básicos, como voltagem, corrente, energia e potência, além dos elementos básicos de um circuito elétrico: fontes, resistores, capacitores e indutores.

Em seguida, são expostos métodos de análise de circuitos no domínio do tempo, sejam eles supridos por fontes DC ou AC, de forma senoidal ou não. Circuitos resistivos são abordados em separado, primeiramente, e depois circuitos de primeira e segunda ordem são apresentados, assim como a generalização para circuitos de ordens superiores.

Conceitos básicos sobre o domínio da frequência englobam o capítulo seguinte: ferramentas matemáticas como transformadas de Laplace e Fourier, conceitos de impedância e funções de transferência, assim como o estado senoidal permanente.

Finalmente, com a aplicação desses métodos e técnicas, é feita a análise de circuitos no domínio da frequência, apresentando os conceitos básicos de filtros, primeiramente restringindo-se a filtros de primeira ordem passa-baixa e passa-alta, mas depois expandindo para filtros de segunda ordem e ordens superiores.

Gráficos e outros tipos de objetos interativos são utilizados junto a exemplos e resultados obtidos em laboratório para reforçar e ilustrar os conceitos abordados, com um foco em facilidade de entendimento, interatividade e simplicidade, de modo a tornar o conteúdo o mais acessível possível e minimizar os problemas normalmente encontrados por estudantes na compreensão dos conceitos apresentados.

Todos os conteúdos de terceiros utilizados no livro, como imagens, têm suas fontes citadas e estão disponíveis em domínio público ou com licenças apropriadas.

c Formato

Para atender às necessidades de interatividade e acessibilidade requeridas por este projeto, foi decidido utilizar a plataforma iBooks Author, da empresa Apple, já que uma de suas finalidades é justamente a criação de objetos educacionais [31]. Um dos problemas enfrentados por objetos educacionais – e talvez uma das razões por trás de sua lenta aceitação – é relacionado aos direitos autorais [32], e a possibilidade de outros autores reutilizarem ou aprimorarem o trabalho já realizado. Dessa maneira, para não limitar o reuso do projeto, foi decidida a utilização da licença Creative Commons na elaboração do livro interativo, permitindo a reutilização livre para fins não comerciais.

O livro pode ser acessado primariamente, de forma gratuita, através da PUC-Rio, pelo Sistema Maxwell, como parte da coleção Objetos Educacionais em Engenharia Elétrica, ou diretamente pela iBooks Store, sob o nome *A Companion Guide to Circuits*.

Referências

- [1] Learning Technology Standards Committee, "Draft standard for learning object metadata," *IEEE Standard 1484.12.1*, New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers 2002.
- [2] A. Ip, I. Morrison, and M. Currie, "What is a learning object, technically?" in *WebNet*, 2001, pp. 580–586.
- [3] M. Sosteric and S. Hesemeier, "When is a learning object not an object: A first step towards a theory of learning objects," *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, vol. 3, no. 2, 2002.
- [4] D. F. Audino and R. d. S. Nascimento, "Objetos de aprendizagem–diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada à educação," *Revista Contemporânea de Educação*, vol. 5, no. 10, 2012.
- [5] M. D. Merrill, "Components of instruction toward a theoretical tool for instructional design," *Instructional Science*, vol. 29, no. 4-5, pp. 291–310, 2001.
- [6] J. A. Muzio, T. Heins, and R. Mundell, "Experiences with reusable e-learning objects: From theory to practice," *The Internet and Higher Education*, vol. 5, no. 1, pp. 21–34, 2002.
- [7] R. de Bettio and A. Martins, "Objetos de aprendizado: um novo modelo direcionado ao ensino a distância." 9o. Congresso Internacional de Educação a Distância, 2002.
- [8] G. Adcock, A. Ip, and J. Mason, "Modeling information to support value-adding: Edna online," *WebNet Journal: Internet Technologies, Applications & Issues*, vol. 2, no. 3, pp. 38–45, 2000.
- [9] C. A. Nunes, "Objetos de aprendizagem em ação," *Educação & Tecnologia & Cidadania: Ambientes Virtuais de Aprendizagem no Ciberespaço-Série Cadernos Pedagógicos Reflexões*, no. 6, p. 1, 2004.
- [10] D. Wiley, A. Gibbons, and M. Recker, "A reformulation of the issue of learning object granularity and its implications for the design of learning objects," *The instructional use of learning objects. Bloomington, Indiana: Agency for Instructional Technology and Association for Educational Communications of Technology*, 2000.
- [11] A. Ip and I. Morrison, "Learning objects in different pedagogical paradigms," in *Meeting at the crossroads: Proceedings 18th ASCILITE Conference*. Citeseer, 2001, pp. 289–298.
- [12] J. Defazio, J. Hardin, and J. Savage, "Embedded reusable learning objects: A pedagogical model for instruction," in *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, vol. 2012, no. 1, 2012, pp. 2510–2514.
- [13] R. Mason, C. Pegler, and M. Weller, "A learning object success story," *Journal of Asynchronous Learning Networks*, vol. 9, no. 1, pp. 97–105, 2005.
- [14] J. Lukasiak, S. Agostinho, S. Bennett, B. Harper, L. Lockyer, and B. Powley, "Learning objects and learning designs: an integrated system for reusable, adaptive and shareable learning content," *Research in Learning Technology*, vol. 13, no. 2, 2005.
- [15] D. Wiley, "Learning objects, content management, and e-learning," in *Content management for e-learning*. Springer, 2011, pp. 43–54.
- [16] L. Passerino, M. Bernardi *et al.*, "Modelos pedagógicos para educação a distância: pressupostos teóricos para a construção de objetos de aprendizagem," *RENOTE*, vol. 5, no. 2, 2007.
- [17] R. W. Gerard, "Shaping the mind: Computers in education," in *Computer-Assisted Instruction: A Book of Readings*, R. C. Atkinson and H. A. Wilson, Eds. New York: Academic Press, 1969.
- [18] P. R. Polsani, "Use and abuse of reusable learning objects," *Journal of Digital information*, vol. 3, no. 4, 2006.
- [19] D. A. Wiley, *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*, 2003.
- [20] R. McGreal, *Online education using learning objects*. Psychology Press, 2004.
- [21] A. Littlejohn, *Reusing online resources: a sustainable approach to e-learning*. Psychology Press, 2003.
- [22] K. Bennett and P. McGee, "Transformative power of the learning object debate," *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, vol. 20, no. 1, pp. 15–30, 2005.
- [23] N. Friesen, "Three objections to learning objects," *Online education using learning objects*, pp. 59–70, 2004.
- [24] P. E. Parrish, "The trouble with learning objects," *Educational Technology Research and Development*, vol. 52, no. 1, pp. 49–67, 2004.

- [25] T. Barron, "Learning object pioneers," *ASTD Learning Circuits*, 2000.
- [26] D. Conway, "Object oriented perl," 1999.
- [27] J. Bernhard and A.-K. Carstensen, "Learning and teaching electrical circuit theory," *PTEE 2002: Physics Teaching in Engineering Education*, pp. 163–178, 2002.
- [28] A.-K. Carstensen and J. Bernhard, "Critical aspects for learning in an electric circuit theory course-an example of applying learning theory and design-based educational research in developing engineering education," in *first international conference on research in engineering education*, 2007, pp. 22–24.
- [29] L. Palma, R. F. Morrison, P. N. Enjeti, and J. W. Howze, "Use of web-based materials to teach electric circuit theory," *Education, IEEE Transactions on*, vol. 48, no. 4, pp. 729–734, 2005.
- [30] D. Molina and J. Nicolini, *A Companion Guide to Circuits*. Apple iBooks, 2014.
- [31] Chloe Albanesius (January 19, 2012), "Apple Targets Educators Via iBooks 2, iBooks Author, iTunes U App," *PCMag.com*, available on <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2399075,00.asp> (retrieved 11/25/2014).
- [32] D. Wiley, "Impediments to learning object reuse and openness as a potential solution," *Revista Brasileira de Informática na Educação*, vol. 17, no. 03, p. 08, 2010.