

O USO RACIONAL DA ENERGIA ATRAVÉS DA ELETRÔNICA: UMA ABORDAGEM SÓCIO-INTERACIONISTA

Rubens A. Dias – rubdias@feg.unesp.br

Daniel J. B. S. Sampaio – dsampaio@feg.unesp.br

Univ Estadual Paulista UNESP, Faculdade de Engenharia, DEE

Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333

12516-410 – Guaratinguetá – São Paulo

***Resumo:** No ensino da engenharia, o desafio dos docentes tem sido buscar formas de estímulo a uma nova geração de alunos que apresenta um conjunto de valores pessoais que entram em conflito com a formação profissional. Tal realidade é fruto de uma série de fatores sociais e econômicos que tem colocado os jovens numa situação de distanciamento do mundo real, incentivando o imediatismo e a perda de referenciais quanto à responsabilidade pelas decisões tomadas. Neste cenário o docente necessita de um referencial teórico em educação, principalmente nas engenharias, para entender como interagir na construção do conhecimento e criar elementos que proporcionem significado tanto no que é ensinado quanto no que é aprendido. Neste trabalho, a partir dos elementos conceituais do sócio-interacionismo de Vygotsky, relata-se a experiência do ensino orientado em projetos em Eletrônica, contextualizando-o através do uso racional da energia.*

***Palavras-chave:** Ensino de engenharia, Sócio-interacionismo, Circuitos eletrônicos, Contextualização do ensino, Uso racional da energia.*

1 INTRODUÇÃO

No exercício da docência, nos últimos anos, tem-se observado uma crescente insatisfação tanto pelo lado de quem ensina quanto pelo de quem aprende, criando-se um ambiente que contraria os princípios da educação, ou seja, as instituições de ensino superior se afastam da condição de lugar de excelência para as trocas de saberes, experiências e debates de idéias e se aproximam do campo das acusações e julgamentos. Nesse sentido, quem deveria tomar a iniciativa para reverter tal situação é o docente, pois, em princípio é o agente mais capaz, logo ele necessita buscar respostas sobre o que está acontecendo, ou pelo menos, em alguns casos, deslocar-se de onde quer que se encontre e exercitar a capacidade de identificar o que está ocorrendo nas salas de aula e laboratórios.

Particularmente, no ensino da engenharia, o processo é mais delicado, pois o docente normalmente não possui formação humanista e na maioria das vezes realiza o que se chama transposição de conteúdos, ou seja, se aprendeu determinado assunto numa certa maneira, perpetua a abordagem, não refletindo sobre os aspectos epistemológicos envolvidos. Adotar um referencial teórico em educação vem justamente ao encontro das necessidades dos processos de ensino-aprendizagem, pois identifica, esclarece e justifica as intervenções que devem ser realizadas no ambiente educacional.

Por outro lado, os alunos ingressantes em um curso de engenharia, numa forma geral, não se encontram alinhados com que se espera de um futuro engenheiro e, às vezes, não sabem exatamente onde se enquadra a profissão escolhida. A seguir estão relacionados alguns possíveis aspectos que ilustram tal situação (TSIVIDIS, 2009):

- Em virtude de alguns fatores, tais como, o tipo de estímulo recebido na infância e no ensino básico e o contato com produtos complexos que não permitem uma maior proximidade com o que se manipula, boa parte da atual geração de jovens nunca teve uma oportunidade de montar ou consertar algo;
- Estão acostumados a serem recompensados imediatamente (basta lembrar que um *videogame* fornece os resultados em tempo real) e qualquer atividade que requeira tempo e dedicação, cuja obtenção de resultados demande dias (por exemplo, estudar e pesquisar), causa significativa angústia e impaciência;
- Quanto às responsabilidades associadas às atividades requeridas ao longo do curso, alguns acreditam que a tecnologia está presente para resolver qualquer coisa, quando não, delegam suas ações a outrem. Quando o planejado não ocorre (normalmente devido à fragilidade das premissas assumidas) ficam frustrados e não aceitam os resultados de suas escolhas, assumindo a posição de vítimas de um “processo injusto”.

A noção de realidade dos elementos que compõem as atividades humanas representa uma experiência importante no conjunto de valores pessoais na formação do indivíduo. Recentemente, numa entrevista dada por um renomado cirurgião cardíaco e empresário, este destacou a importância da atividade como aprendiz numa oficina mecânica de automóveis em sua infância, favorecendo, mais tarde, a sua formação profissional dentro da medicina (MARCOLIN, 2010). Atualmente, tal iniciativa contrariaria a legislação, no que diz respeito ao trabalho infantil, todavia, é possível criar condições dentro do ambiente ensino para que sejam estimulados os aspectos afetivos, cognitivos e psicomotor, principalmente num curso de engenharia.

Diante do exposto, o presente trabalho aborda a iniciativa dentro do curso de Engenharia Elétrica, na UNESP de Guaratinguetá, em trabalhar com projetos nas aulas de laboratório da disciplina Eletrônica II (terceiro ano) no primeiro semestre de 2011, adotando o sócio-interacionismo de Vygotsky como referencial teórico educacional, tendo como pano de fundo o desenvolvimento de circuitos que proporcionem o uso racional da energia.

2 ASPECTOS CONCEITUAIS

O desenvolvimento de uma estratégia que favoreça o processo de ensino-aprendizagem, para a condução de um determinado conteúdo, necessita estar alicerçada em um referencial teórico educacional e, posteriormente, estabelecer os limites do que se pretende ensinar.

2.1 Referencial teórico educacional

O referencial teórico educacional fundamenta-se no sócio-interacionismo proposto por Vygotsky¹, no qual o funcionamento psicológico humano reside na concepção de que o processo de aprendizagem sempre inclui relações entre indivíduos, implicando, de forma resumida, nos seguintes aspectos (CASTORINA *et al.*, 1996):

¹ Lev Semenovitch Vygotsky (1896 – 1934), nascido na Bielo-Rússia, atuou na área da psicologia associada aos processos educacionais, cuja produção acadêmica supera os 200 trabalhos científicos (OLIVEIRA, 1993).

- o desenvolvimento psicológico deve ser olhado de maneira prospectiva (que faz ver adiante ou ao longe). O conceito de zona de desenvolvimento proximal² é o mais divulgado e reconhecido como típico do pensamento de Vygotsky;
- os processos de aprendizado movimentam os processos de desenvolvimento, possuindo as instituições de ensino posição de destaque na promoção do desenvolvimento psicológico dos indivíduos;
- a importância da atuação de outros membros do grupo social (docentes) na mediação entre a cultura (conhecimento sistematizado) e o indivíduo (discente) e na promoção dos processos interpsicológicos (estímulos que promovem transformações e conexões neurais) que serão posteriormente internalizados.

Neste contexto, o professor é o agente principal na transmissão dos conteúdos e responsável pela condução das transformações cognitivas que ocorrem nos alunos (OLIVEIRA, 1993), pois um dos meios mais eficazes de promover a aprendizagem consiste em colocar os envolvidos em confronto experimental direto com problemas práticos (MOREIRA, 1999).

2.2 Elementos básicos na abordagem da eletrônica

Os primeiros contatos dos alunos com os conteúdos relacionados com a Eletrônica dá-se, inicialmente, após o domínio dos conhecimentos proporcionados pela Análise de Circuitos (ALEXANDER & SADIKU, 2008), permitindo-lhes avaliar o comportamento dos circuitos que serão apresentados. O ensino da Eletrônica normalmente é dividido em duas partes dentro de um curso de engenharia elétrica, sendo a primeira relacionada com a apresentação e caracterização dos principais dispositivos eletrônicos, tais como, diodos e transistores. A etapa seguinte visa à aplicação dos dispositivos eletrônicos em circuitos, levando-se em conta os procedimentos que permitam colocá-los em operação, como, por exemplo, na polarização de transistores e no uso de amplificadores operacionais em determinadas configurações, seguido da aplicação destes no tratamento de sinais elétricos ou no desenvolvimento de circuitos eletrônicos, tais como amplificadores, filtros e osciladores (BOYLESTAD & NASHELSKY, 2004; MALVINO & BATES, 2007a, 2007b; SEDRA & SMITH, 2000). Numa forma geral, os capítulos das referências citadas refletem a sequência pela qual alguns destes materiais foram concebidos, tendo como base as notas de aula e apostilas desenvolvidas por seus autores, as quais apresentam os conteúdos identificados como relevantes dentro de uma abordagem considerada bem sucedida.

As atividades práticas em laboratório normalmente seguem os conteúdos apresentados na teoria, cujos ensaios visam comprovar determinados conceitos e princípios, ou seja, representa a oportunidade de manipular o que foi aprendido em sala de aula, identificar as características físicas dos componentes eletrônicos, desenvolver a percepção e/ou a organização espacial, bem como aperfeiçoar as habilidades e competências na manipulação de multímetros, osciloscópios e geradores de sinais. Tais ações, em sua maioria, são suportadas por roteiros experimentais, apostilas, manuais ou qualquer outro material que se preste a essa finalidade. Os desafios nesta forma de conduzir as atividades experimentais, em linhas gerais, ficam por conta das dificuldades iniciais dos alunos, decorrentes dos processos de assimilação cognitiva, da falta de planejamento das etapas a serem cumpridas, do domínio dos

² Zona de Desenvolvimento Proximal: é a distância entre o nível de desenvolvimento atual de um indivíduo, determinado pela resolução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela resolução de problemas sob a orientação de adultos ou em colaboração com seus pares mais capazes (GASPAR, 1993).

instrumentos de medida e equipamentos utilizados e da possibilidade de algum componente estar descaracterizado ou defeituoso.

2.3 A contextualização através do uso racional da energia

Considerando o cenário atual da engenharia elétrica, o aluno deve ser orientado quanto à importância do estudo da Eletrônica e, conseqüentemente, aproveitar a oportunidade e buscar uma participação responsável. Neste ponto, o trabalho do professor fará a diferença na percepção do aluno entre encarar o processo educacional como mais uma etapa para ser unicamente aprovado ou sentir-se um agente com potencial de promover o avanço tecnológico, sem perder de vista os benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Ao modificar determinados paradigmas dentro da engenharia, aproximando-a de questões como sustentabilidade, avanço tecnológico e desenvolvimento sócio-econômico, a abordagem do uso racional da energia através do processo de ensino-aprendizagem ganha importância, na medida em que seus conteúdos são multidisciplinares com resultados interdisciplinares, proporcionando uma significativa quantidade de exemplos tanto em sala de aula quanto em atividades experimentais (DIAS et al., 2004).

Entretanto, não é suficiente apresentar os conceitos do uso racional da energia e suas vantagens, pois do ponto de vista cognitivo ainda faltam os aspectos afetivo (gostar do que faz) e psicomotor (saber fazer). Dentro do ambiente de ensino, ao agregar a idéia de sustentabilidade nas intervenções tecnológicas durante a realização das atividades experimentais, esta representa a possibilidade de sensibilizar os envolvidos no processo educacional quanto às relações de causa e efeito do uso da energia (BRAUN, 2010).

3 LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA ORIENTADO POR PROJETOS

A proposta em trabalhar com projetos na disciplina Laboratório de Eletrônica II foi uma forma de proporcionar ao aluno a possibilidade de interagir, mais intensamente, com o objeto de seu estudo. As atividades experimentais colocam o docente numa maior proximidade com os alunos, criando uma situação em que é possível particularizar as atividades de ensino-aprendizagem, atuando como mediador na construção do conhecimento (atuação na zona de desenvolvimento proximal).

A elaboração de um projeto por bimestre requer etapas que devem ser planejadas e justificadas mediante os conceitos das teorias educacionais, particularmente, pelo sócio-interacionismo, o qual irá suportar os conteúdos de interesse da disciplina. Nesse contexto, os alunos poderão realizar atividades desafiadoras e passar por situações que simulam a realidade empresarial, na qual estão presentes mecanismos de controle de materiais e custos, criatividade e a concepção de um produto. Deve-se ressaltar que nesse nível de trabalho o grau de dificuldade requer ajustes para que seja algo exequível, a fim de atender os prazos disponíveis e que ao mesmo tempo sejam atividades motivadoras, pois para muitos alunos este é o primeiro projeto estruturado dentro de uma filosofia empresarial.

3.1 Apresentação da proposta e estabelecimento das regras

No início do primeiro bimestre de 2011, durante a apresentação da disciplina Eletrônica II, foi apresentada a proposta de projeto para a parte experimental da disciplina, na qual o

componente escolhido foi o amplificador operacional³. A concepção do projeto, ensaios e apresentação do produto final ficariam por conta dos alunos, organizados em duplas (eventualmente em trio). Em termos de calendário, os laboratórios são quinzenais, distribuídos em quatro dias de quatro aulas (oito aulas por bimestre), sendo que as primeiras quatro aulas iriam ser destinadas para um experimento clássico, visando à apresentação do amplificador operacional e a realização de ensaios para a verificação de suas principais características e funcionamento mediante determinadas configurações, bem como a realização de atividades de simulação através de aplicativos.

Alguns projetos poderiam ter a mesma finalidade, mas estruturalmente deveriam ser distintos, todavia as condições de similaridade deveriam ser evitadas para que não houvesse prejuízo durante as avaliações. O produto deveria ser um circuito que apresentasse um menor consumo de energia, se comparado com um projeto básico, mediante ajustes e modificações (por exemplo, a substituição de componentes por outros de tecnologia mais eficiente), ou proporcionar a redução do consumo de energia de equipamentos controlados pelo circuito (por exemplo, controle linear de velocidade de *coolers* – ventiladores que ajustam a temperatura de dispositivos eletroeletrônicos).

Quanto à avaliação, considerando que o projeto seria acompanhado nos três dias restantes, o desenvolvimento dar-se-ia ao longo do bimestre. A cada quinze dias seriam avaliados, na seqüência:

- a escolha do projeto, sua justificativa, conceitos envolvidos, o domínio do assunto por parte dos integrantes do grupo de trabalho e cronograma;
- o protótipo, organização das atividades e do circuito, o domínio do assunto por parte dos integrantes do grupo de trabalho e verificação do cronograma;
- o produto final, organização das atividades e do circuito, o domínio do assunto por parte dos integrantes do grupo de trabalho e verificação do cronograma.

As avaliações seriam realizadas em planilha apropriada para o acompanhamento contínuo das atividades e conceituação final do projeto, considerando os itens: tema escolhido, abordagem do tema uso racional da energia, interdisciplinaridade, aspecto físico, funcionamento e relatório. A avaliação final seria obtida da composição dos resultados do acompanhamento contínuo e da análise final, destacando que um resultado positivo dependeria da regularidade na condução do projeto e não numa menção satisfatória somente na última etapa.

3.2 Desenvolvimento

Nos dias que antecederam a etapa de escolha do projeto, foram poucos os alunos que procuram alguma orientação com o docente e, no dia previsto para a primeira avaliação, as abordagens não foram satisfatórias, havendo muitas dúvidas e dificuldades na localização de informações. Esta era uma situação esperada, pois os alunos estariam por conta própria, algo que ainda não fazia parte de sua realidade acadêmica; a exceção ficou por conta dos que conversaram previamente com o docente. No entanto, o procedimento estabelecido para avaliar esta etapa foi mantido, todavia, houve o cuidado de conversar com cada grupo visando mostrar o caminho a ser percorrido indicando as deficiências e realçando, na medida do possível, os aspectos positivos de cada proposta.

³ A escolha do amplificador operacional reside no fato de ser um componente que permite muitas configurações interessantes e não apresenta, em princípio, muitas dificuldades no projeto e montagem se comparado com circuitos baseados em componentes discretos. Na fase inicial é preciso despertar o interesse pelo assunto e não criar barreiras que irão comprometer a proposta; o grau de dificuldade deve ser crescente.

Ao longo desse processo foram encaminhados e-mails (os alunos possuem um grupo na Internet) com sugestões de livros e revistas na biblioteca e alguns sites dedicados à eletrônica, juntamente com palavras de incentivo, mostrando que resultados dependem de dedicação e organização do conhecimento. Deste momento em diante, os grupos passaram a se articularem melhor e os resultados surgiram na segunda etapa do projeto, na qual foram apresentados os protótipos dos circuitos que foram elaborados a partir da primeira avaliação.

Na última etapa do processo os grupos apresentaram o projeto em sua forma final, contemplando as atividades de apresentação do projeto, na qual discutiram os aspectos técnicos e operacionais, enfatizaram as características (do circuito, do processo a ser controlado ou de ambos) que proporcionavam o uso eficiente da energia, o custo do projeto, a entrega do relatório final e, por fim, apresentaram o circuito funcionando.

3.3 Resultados

Como a avaliação dependia da regularidade e não do resultado final, criou-se um ambiente no qual a atividade não se encerra dentro do laboratório, pois a necessidade de se buscar resultados exigiu um maior envolvimento, fazendo com que os alunos vivenciassem a situação proposta por um tempo maior. Nesse sentido, trabalhou-se o afetivo (gostar do que faz), cognitivo (colocar os saberes em ação e estabelecer novas conexões conceituais) e psicomotor (exercitar as habilidades manuais).

Ao final do primeiro bimestre, num trabalho conjunto com o docente responsável pela teoria, foi elaborada uma questão na avaliação bimestral solicitando ao aluno que relatasse como foi experiência de desenvolver um projeto como atividade em laboratório, bem como atribuir uma menção ao seu desempenho (auto-avaliação), dentro da proposta, a partir dos seguintes valores: (1) insatisfatório, (2) pouco satisfatório, (3) satisfatório, (4) bom e (5) excelente.

A composição da avaliação final, considerando-se a resposta dos alunos, empregou o Índice de Desempenho no Fator (IDF), o qual possibilita o tratamento dos dados obtidos para a caracterização de amostras e enquadramento dentro de uma faixa classificatória, considerando uma escala baseada em diferencial semântico, associando aspectos qualitativos aos valores numéricos de um a cinco (FISCARELLI, 1997 apud SILVA, 2010)⁴. O cálculo do IDF foi realizado através da Equação (1), considerando uma turma de 32 alunos. A Tabela 1 mostra os intervalos com as menções e a classificação final, através do valor do IDF.

$$\text{IDF} = \frac{1 \cdot A + 2 \cdot B + 3 \cdot C + 4 \cdot D + 5 \cdot E}{5 \cdot N} \quad (1)$$

sendo:

A, B, C, D e E o número de respostas com os valores 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente;
N o número de respondentes.

⁴ FISCARELLI, S. H. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara. Índice de desempenho no fator: sistema de apoio à pesquisa e avaliação de indicadores de qualidade, 1997 (Comunicação interna) apud SILVA, F. E. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. Energia, meio ambiente e sustentabilidade: proposta de um modelo educacional para o ensino básico, 2010. 234f, il. Tese (Doutorado).

Tabela 1 – Intervalo de enquadramento para a classificação do Índice de Desempenho no Fator

Menção	1 Insatisfatório	2 pouco satisfatório	3 Satisfatório	4 Bom	5 Excelente
Número de respostas	0	2	13	14	3
Faixas	0,20 – 0,36	0,37 – 0,52	0,53 – 0,68	0,69 – 0,84	0,85 – 1,00
IDF	----	----	----	0,71	----

Mediante o resultado apresentado na Tabela 1, houve uma avaliação positiva por parte dos alunos, validando nesta etapa a proposta de realizar atividades em laboratório, na disciplina Eletrônica II, orientada por projetos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de trabalhar com projetos no Laboratório de Eletrônica II surgiu como uma forma de favorecer a aproximação dos alunos das atividades típicas de um engenheiro, tais como, trabalhar em equipe, aprimorar habilidades e competências, buscar soluções ou aprimorar as existentes, respeito aos prazos e estabelecimento de estratégias. Do ponto de vista da aprendizagem, possibilitou o aluno vivenciar os conteúdos aprendidos, a ponto de alguns afirmarem que “prestavam atenção na aula buscando identificar o que poderia ser útil”, deixando claro que os aspectos afetivos e cognitivos foram mobilizados, sendo completados pelo desenvolvimento, montagem e teste dos circuitos, típicos dos aspectos psicomotores (na prática não existe uma fronteira definida entre estas três dimensões durante o aprendizado).

A abordagem sócio-interacionista criou condições para o desenvolvimento de uma estratégia de ensino que aproximou o aluno do docente, permitindo um diálogo que favorecia o entendimento das dificuldades e anseios dos alunos e, ao mesmo tempo, foi permitido ao docente expor seus pontos de vista sobre o que estava sendo realizado. As intervenções foram realizadas intencionalmente, no que diz respeito à direção que projeto deveria assumir, fazendo com que os alunos se sentissem responsáveis pelas suas escolhas.

Os resultados mostraram-se interessantes nesta iniciativa de trabalhar com projetos, entretanto, o método proposto requer ajustes para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem, exigindo uma pesquisa constante sobre as Teorias de Aprendizagem, pois no campo da educação e das relações humanas os elementos presentes são dinâmicos, sofrendo influências fatores multidimensionais, dentre os quais, as mudanças que ocorrem entre as gerações.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio da Fundação para o Desenvolvimento da UNESP – FUNDUNESP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N. O. **Fundamentos de circuitos elétricos**. São Paulo: McGraw Hill, 2008, 901p.
- BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY, L. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004, 672p.
- BRAUN, D. Teaching sustainability analysis in electrical engineering lab courses. **IEEE Transactions on Education**, v.53, n.2, p.243-247, 2010.

- CASTORINA, J. A., FERREIRO, E., LERNER, D., OLIVEIRA, M. K. **Piaget-Vygotsky: nova contribuições para o debate**. São Paulo: Editora Ática, 1996. 175p.
- DIAS, R. A.; MATTOS, C. R.; BALESTIERI, J. A. P. Energy education: breaking up the rational energy use barriers. **Energy Policy**, v.32, n.11, p.1339-1347, 2004.
- GASPAR, A. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Faculdade de Educação. **Museus e centros de ciências - conceituação e proposta de um referencial teórico**, 1993. 135p, il. Tese (Doutorado).
- MALVINO, A.; BATES, D. J. **Eletrônica**. São Paulo: McGraw Hill, v.1, 2007a, 672p.
- MALVINO, A.; BATES, D. J. **Eletrônica**. São Paulo: McGraw Hill, v.2, 2007b, 556p.
- MARCOLIN, N. Inovações cirúrgicas. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, n.176, out. 2010. p.12-17.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999. 195 p.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky**. São Paulo: Editora Scipione, 1993, 111p.
- SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. **Microeletrônica**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000, 1270p.
- SILVA, F. E. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. **Energia, meio ambiente e sustentabilidade: proposta de um modelo educacional para o ensino básico**, 2010. 234f, il. Tese (Doutorado).
- TSIVIDIS, Y. Turning students on to circuits. **Circuits and Systems Magazine**, IEEE, v.9, n.1, p.58-63. 2009.

THE RATIONAL USE OF ENERGY THROUGH ELECTRONIC: A SOCIO-INTERACTIONISM APPROACH

Abstract: *In engineering education, the challenge for teachers has been to seek ways of stimulating a new generation of students that presents a set of personal values that conflict with professional training. This reality is the result of a series of social and economic factors that have put young people in a state of detachment from the real world, encouraging the immediacy and loss of reference for accountability of the decisions taken. In this scenario the teacher needs a theoretical framework in education, especially in engineering, to understand how to engage in building knowledge and creating elements that provide meaning both in what is taught and what is learned. In this work, from conceptual elements of Vygotsky's socio-interactionism, it is reported the experience of education-oriented projects in electronics, contextualizing it through the rational use of energy.*

Key-words: *Engineering education, socio-interactionism, Electronic circuits, Contextualized teaching, Rational use of energy.*