

APRENDIZAGEM COLABORATIVA NA DISCIPLINA DE ELETRÔNICA DE POTÊNCIA

Celso A. de França – celsofr@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Elétrica
Rod. Washington Luis, Km 235
CEP 13565-905 – São Carlos –SP

Claudionor F. do Nascimento – claudionor@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Elétrica
Rod. Washington Luis, Km 235
CEP 13565-905 – São Carlos –SP

Edilson R. R. Kato – kato@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Computação
Rod. Washington Luis, Km 235
CEP 13565-905 – São Carlos –SP

Carlos Alberto De Francisco – engcarlos@hotmail.com

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Elétrica
Rod. Washington Luis, Km 235
CEP 13565-905 – São Carlos –SP

RESUMO: *No mundo atual é desejável que os profissionais tenham competência para trabalhar em ambiente colaborativo se ajudando mutuamente para atingir determinado objetivo. A Aprendizagem Colaborativa foi proposta justamente para trazer para o ambiente escolar essa competência do mundo profissional. Na Aprendizagem Colaborativa os alunos trabalham em grupo em uma dada tarefa. O trabalho em grupo envolve várias habilidades, entre elas: de comunicação, liderança, administração de problemas e análise de problemas e projetos. Este artigo mostra a implementação da Aprendizagem Colaborativa na disciplina de Eletrônica de Potência do curso de Engenharia Elétrica da UFSCar. Os alunos foram incentivados a elaborar projetos para aulas práticas da disciplina. O objetivo foi de motivar os alunos a trabalhar em grupo para desenvolver várias habilidades (comunicação, liderança, de criatividade, administração de problemas, entre outras). Os resultados obtidos foram animadores, sendo que 80% dos alunos aprovaram a iniciativa do professor e todos os alunos se motivaram a buscar informações complementares às obtidas durante as aulas teóricas.*

Palavras-chave: Aprendizagem Colaborativa. Metodologias Ativas. Ensino Aprendizagem

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a era atual exige que os profissionais possuam competência para trabalhar e aprender em ambientes colaborativos, além das habilidades metacognitivas (VIEIRA et al, 2003). Ainda, segundo Vieira et al (2003), o aluno deve ser conduzido à pesquisa, à análise e à

crítica dos saberes, ser estimulado a encontrar respostas ainda não encontradas e a trabalhar não só individualmente, mas em equipe.

Carvalho et al (2014) comentam que, atualmente, a maioria das empresas são inovadoras na sua organização exigindo trabalhos em equipes com atividades colaborativas entre os membros (CARVALHO et al, 2014). Para Costa et al (2010), além dos conhecimentos técnicos necessários de cada área de especialidade, é importante o desenvolvimento de outras habilidades e competências de alunos e profissionais como, por exemplo, trabalho em grupo, liderança, comunicação, iniciativa, autodidatismo, adaptabilidade, efetividade, profissionalismo, capacidade de gerenciamento e habilidades cognitivas.

A aprendizagem cooperativa e a aprendizagem colaborativa têm sido propostas com o objetivo de motivar os alunos na busca desses saberes. Para Costa (2006, apud FERNADES & LUSTOSA, 2012) na cooperação há ajuda mútua na execução de tarefas, embora suas finalidades geralmente não sejam fruto de negociação conjunta do grupo, podendo a partir daí existir relações desiguais e hierárquicas entre os seus membros. Por outro lado, segundo Costa (2006, apud FERNADES & LUSTOSA, 2012), na colaboração ao trabalharem juntos, os membros de cada grupo se apoiam para atingir objetivos comuns, negociados pelo coletivo, estabelecendo relações que tendem a não hierarquização, liderança compartilhada, confiança mútua e corresponsabilidade pela condução das ações.

Torres & Irala (2014) fazem a distinção entre colaboração e cooperação, sendo que na colaboração, o processo é mais aberto e os participantes do grupo interagem para atingir um objetivo comum. Já na cooperação o processo é mais centrado no professor e orquestrado diretamente por ele. Ainda de acordo com Torres & Irala (2014), educadores utilizaram-se e têm se utilizado da filosofia da aprendizagem colaborativa, cooperativa e de trabalho em grupos desde o século XVIII, acreditando em seu potencial de preparar seus alunos para enfrentar a realidade profissional.

Behrens (2015) define a aprendizagem colaborativa como parte da ideia de que o conhecimento é resultante de um consenso entre membros de uma comunidade de conhecimento, algo que as pessoas constroem dialogando, trabalhando juntas direta ou indiretamente e chegando a um acordo.

Johnson, Johnson e Holubec (1990) definiram as seguintes condições para que um trabalho cooperativo fosse funcional e produtivo: Interdependência positiva, responsabilidade individual, interação face-a-face, habilidades interpessoais e processamento grupal. Para os autores, Interdependência positiva, é o sentimento do trabalho em conjunto para obter um determinado fim comum, no qual cada membro do grupo se preocupa com a aprendizagem do outro. A responsabilidade individual é cada membro do grupo ser responsável pela sua própria aprendizagem e pela dos colegas e com isso contribuir para o grupo. Interação face-a-face é a interação entre os membros do grupo para estimular e cooperar com o objetivo de alcançar um determinado fim. Habilidades interpessoais, são as habilidades de comunicação, liderança, decisão e administração de conflitos. Processamento grupal, são as análises do funcionamento do grupo e das evoluções nas suas aprendizagens.

Pode-se observar que o termo aprendizagem colaborativa e o termo aprendizagem cooperativa se confundem entre os autores. Vários autores tratam a aprendizagem colaborativa e cooperativa adaptando ao contexto de ensino que possuem, permitindo que as definições de Costa (2006, apud FERNADES & LUSTOSA, 2012), Torres & Irala (2014), Behrens (2015) e Johnson, Johnson e Holubec (1990) se interlacem na busca dos mesmos objetivos de aprendizado em comum. Por exemplo, Moran et al. (2000) apresentam uma metodologia que possui 10 fases para a aprendizagem colaborativa destacando que essas fases não são estanques cabendo ao professor propor seu próprio projeto, o modelo de aprendizagem construtivista proposto por Souza (2000) e apresentado no trabalho de Niezke et al (2002) mostra uma

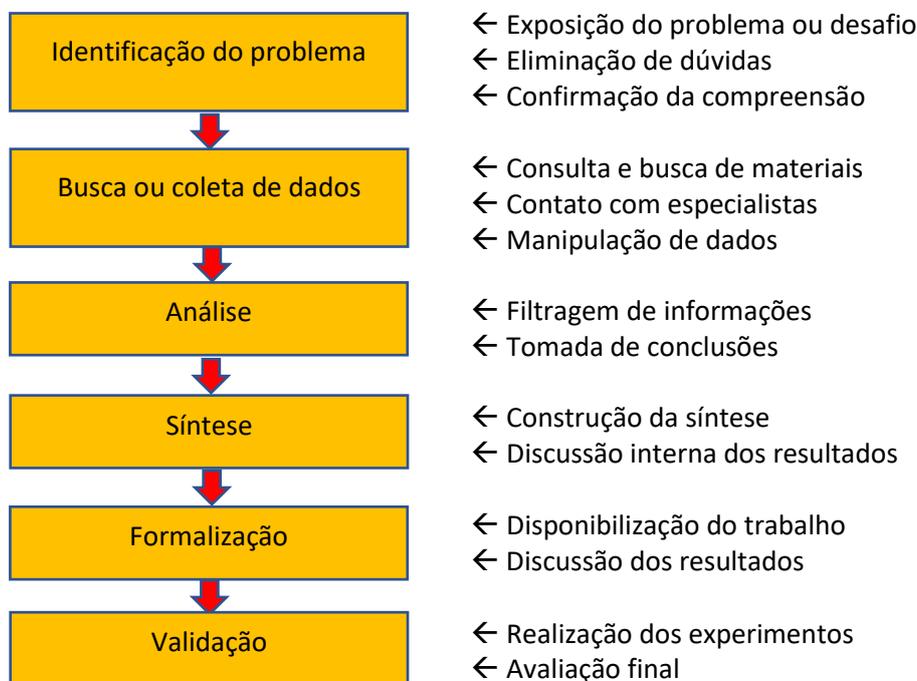
metodologia dividida em seis fases, as quais envolvem ou não as estruturas organizacionais, Montes (2016) trata na vertente do aprendizado virtual em grupo, explorando os meios disponíveis em rede, Cohen e Lotan (2017) destacam as organizações em grupos e como organizar esses ambientes colaborativos, aplicado em alguns casos estruturas hierárquicas centralizadas e em outros não, Monereo e Gisbert (2005) apresentam vários métodos de aprendizagem cooperativa tentando explorar as habilidades e competências do trabalho em grupo, entre outros.

O presente artigo demonstra a aplicação da aprendizagem colaborativa na aula da disciplina Eletrônica de Potência da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Foi debatido e proposto, entre professor e alunos, o desenvolvimento de uma prática criada pelos próprios alunos. A proposta foi aceita unanimemente pelos alunos. O objetivo do professor foi de criar trabalho em grupos, onde os alunos pudessem utilizar do conhecimento técnico adquirido em aulas e desenvolver sua criatividade, iniciativa, habilidades de gerenciamento, habilidades de comunicação, entre outras. O artigo está dividido em quatro partes, sendo que a metodologia é apresentada na parte dois. A terceira parte mostra os resultados obtidos do trabalho colaborativo e na última parte são feitas as análises e considerações finais.

2 METODOLOGIA

No presente trabalho a metodologia utilizada foi baseada no modelo de aprendizagem construtivista proposto por Souza (2000) e apresentado no trabalho de Niezke et al (2002). A Figura 1 mostra a metodologia utilizada, que foi dividida em seis fases.

Figura 1 – Modelo de processo de aprendizagem (adaptado de Niezke et al. 2002).



Na 1ª fase, a partir das aulas teóricas, ministradas na disciplina Eletrônica de Potência, foram apresentados problemas de engenharia relacionados a serem resolvidos como, por exemplo, a análise e projeto de um conversor estático de potência. Esse conversor foi explorado

pelos alunos durante as aulas práticas em um laboratório de ensino. Durante essa fase foram criados os grupos de alunos e cada grupo escolheu o seu coordenador, pretendendo-se assim despertar habilidades e competências como comunicação, liderança e hierarquia. O coordenador foi o responsável pela interlocução do grupo com o professor.

Na 2ª fase, que se refere a busca de informações, as tarefas foram divididas dentro de cada grupo de alunos pelo seu respectivo coordenador, sendo, portanto, uma fase de pesquisa individual. Habilidades como iniciativa e autodidatismo são contempladas nessa fase. Os discentes tinham a disposição as pesquisas na internet, na biblioteca e a comunicação com os professores e técnicos disponíveis.

A 3ª fase, a de análise, foi realizada dentro do grupo, onde os alunos selecionaram as informações obtidas por cada membro do grupo. As competências e habilidades de negociação conjunta do grupo na busca de um ideal comum proporcionaram a confiança mútua e corresponsabilidade pela condução das ações. As decisões e discussões internas foram administradas pelo coordenados de cada grupo.

Após a análise das informações obtidas foi realizada a síntese (4ª fase) da metodologia, onde foi discutido e proposto internamente pelos membros do grupo o projeto do conversor estático de potência em comum senso com todos. Simuladores de circuitos foram utilizados para estudar e testar o desempenho do sistema, permitindo que ajustes nas especificações pudessem ser realizadas.

Na fase de Formalização (5ª fase), os grupos apresentaram seminários mostrando suas práticas propostas ao professor e aos integrantes dos outros grupos, o que proporcionou discussões entre os grupos e professor. As habilidades de comunicação puderam ser exercitadas nessa fase. Os seminários deveriam expressar a motivação, a proposta, a metodologia de implantação e os resultados preliminares alcançados via simulação.

E na fase de Validação (6ª e última fase) foi realizada a implementação do projeto no laboratório, havendo a execução da prática proposta e a verificação dos resultados simulados anteriormente, realizando assim a validação da prática como um todo. E finalmente, a avaliação final dos grupos foi realizada pelo professor através da apresentação dos resultados obtidos das experiências e dos relatórios confeccionados por cada grupo.

3 RESULTADOS

Um dos objetivos de cada atividade foi motivar cada grupo de alunos a buscar informações sobre os projetos dos conversores, para consolidares essas informações em conhecimento. Além da teoria ministrada em sala de aula, os alunos tiveram que pesquisar alguns itens complementares para elaborar a prática como, por exemplo, as folhas de especificações técnicas (*datasheet* em inglês) dos componentes dos circuitos de potência. Nota-se na Figura 2 que 93% dos alunos afirmaram que a aquisição dessas informações colaborou com o entendimento da parte teoria e 7% comentaram que foi interessante, mas não proporcionou aquisição de novos conhecimentos. Nota-se com esses resultados (Figura 2) que as buscas dessas informações são importantes, pois solidificam as informações obtidas em salas de aulas bem como a aquisição de novos conhecimentos.

Uma preocupação era saber se os conteúdos das aulas teóricas foram suficientes para os alunos elaborar uma atividade laboratorial, isto é, saber se o conteúdo passado forneceu a base teórica suficiente para que os alunos buscassem informações complementares a fim de realizar a prática. Nessa parte 87% dos alunos acharam as informações transmitidas em aulas foram suficientes e adequadas, 13% acharam que foram suficientes e que faltaram alguns detalhes nas aulas teóricas e ninguém disse que foram insuficientes, conforme pode ser observado na Figura

3. Alguns alunos comentaram que o detalhe que faltou foi que deveria haver mais exemplos nas aulas teóricas. Esse detalhe auxiliará os professores na programação dos próximos semestres.

Figura 2 - Motivação na busca de informação através da elaboração da prática.

Elaborar a prática motivou a busca de informações?

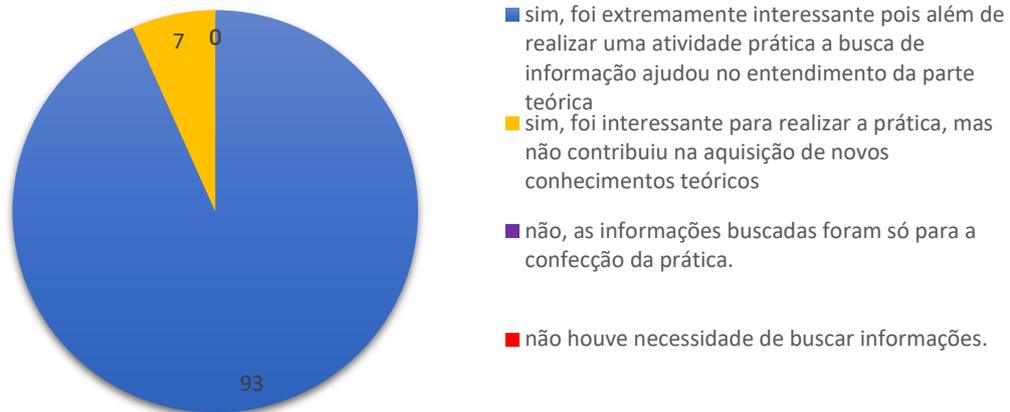
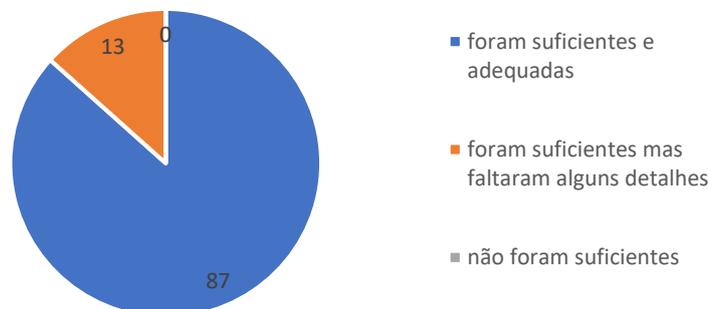


Figura 3 – Suficiência das informações transmitidas aos alunos.

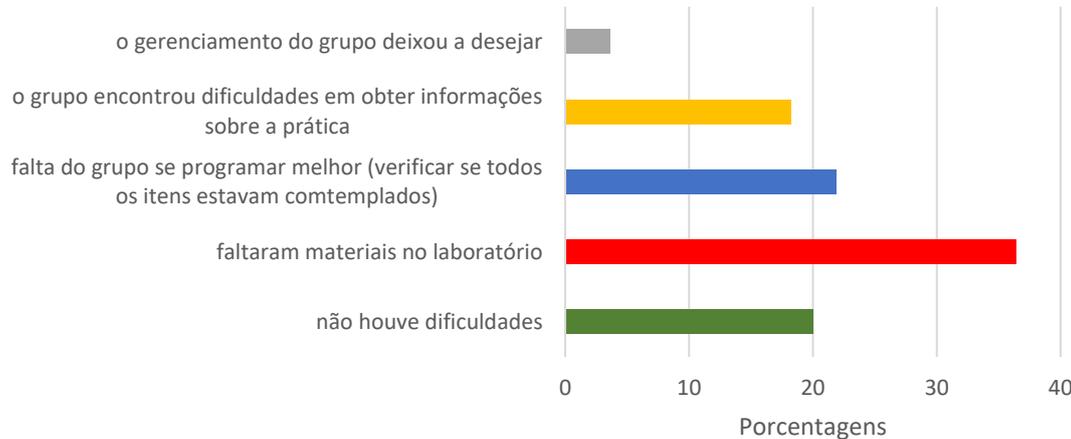
Informações teóricas foram suficientes?



Transferir aos alunos a responsabilidade da confecção de uma prática torna o aprendizado mais ativo, mais participativo e ao mesmo tempo apresenta novas dificuldades que devem ser administradas pelos alunos. Para saber se ocorreu ou não dificuldades na elaboração da prática foi perguntado se houve dificuldades na elaboração da prática e, pela Figura 4, nota-se que 20% dos alunos não tiveram dificuldades enquanto 80% citaram algumas dificuldades. A maior dificuldade (36%) foi relacionada à falta de materiais no laboratório unido à 22% que citaram que faltou o grupo se programar melhor. Essas duas dificuldades estão ligadas pois era responsabilidades dos grupos de se informarem com os técnicos sobre a disponibilidade dos componentes no laboratório, o que provavelmente alguns grupos não atentaram a este fato, isso fez com que esses grupos se atrasassem em seus cronogramas. 17% dos alunos acusaram dificuldades em obter informações, o que pode ser considerado um número mediano em contraposição com os 83% que não acusaram essa dificuldade. Completando essas dificuldades, apenas 4% dos alunos comentaram que o gerenciamento do grupo foi insuficiente indicando que há houve grandes problemas de relacionamentos.

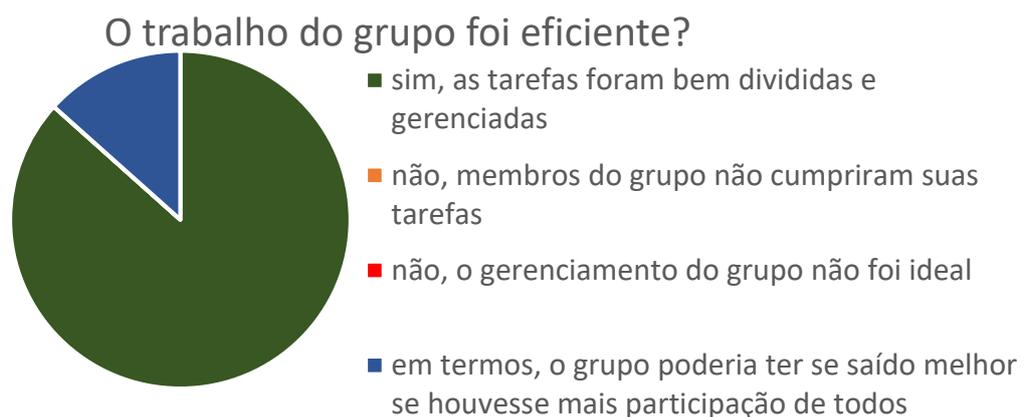
Figura 4 – Dificuldades encontradas na elaboração da prática.

Dificuldades na elaboração da prática



Pela Figura 4, 4% dos alunos comentaram que o gerenciamento do grupo deixou a desejar. As trocas de informações, as divisões de tarefas e as decisões entre os membros do grupo pode proporcionar um aprendizado mais efetivo das informações, além de poder apresentar problemas com os quais os grupos devem administrar. Corroborando com a informação anterior, pela Figura 5, nota-se que o trabalho em grupo foi bem eficiente, sendo que nenhum grupo apresentou grandes dificuldades na eficiência e nos relacionamentos. A maioria dos alunos afirmaram que as tarefas foram bem divididas e gerenciadas (87%) e 13% acusou que o grupo funcionou, mas que alguns membros poderiam ter uma participação mais ativa.

Figura 5 – Avaliação da eficiência do desempenho do grupo.



Como foi a primeira vez que esse método foi inserido na disciplina é natural que haja espaço para melhorias e aperfeiçoamento da atividade. Do ponto de vista dos alunos (Figura 6), 47% comentaram que poderiam melhorar a prática se houvesse mais material à disposição. No caso o material citado são os componentes à disposição nos laboratórios. 40% dos alunos acharam a prática ideal e que não precisa de melhorias. Ainda, pela Figura 6, 13% achou que faltou definir o objetivo da atividade, de saber qual a parte teórica que estava sendo aplicada na prática. No caso, os objetivos da prática foram apresentados no início da atividade e, os autores acharam que os alunos conseguiram fazer a ponte entre a teoria e a prática elaborada. Para os

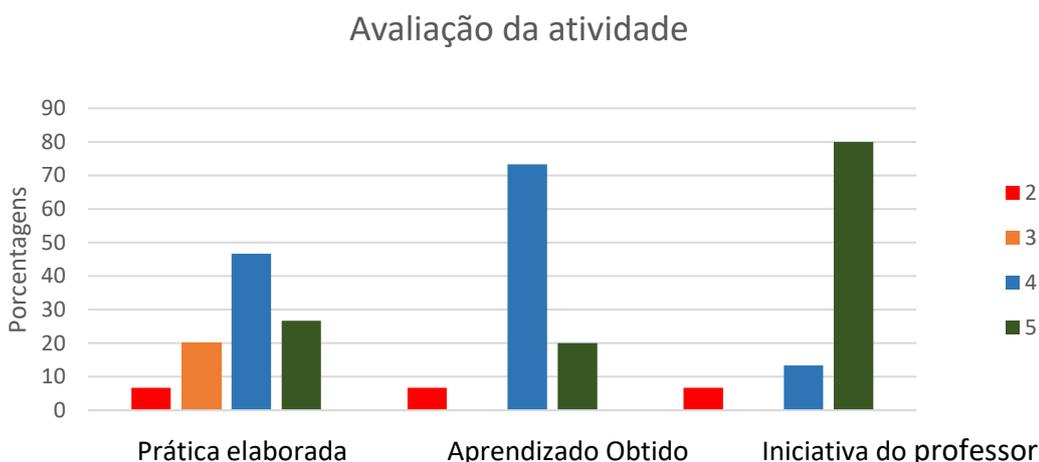
próximos semestre, a ideia dos autores ainda é deixar os alunos realizar essa ligação entre teoria e prática e depois da prática realizada, dialogar com os alunos confirmando e analisando essa ligação.

Figura 6 – Itens a serem aprimorados na prática.



Os alunos avaliaram a atividade realizada dando notas de 0 (totalmente ruim) até 5 (totalmente bom) em três itens: Prática elaborada, Aprendizado obtido e Iniciativa do professor. Pela Figura 7, para a prática elaborada a avaliação obteve 27% de nota 5 e 47% de nota 4, perfazendo um total de 74% de avaliação positiva. As notas 3 e 2 podem ser consideradas notas medianas e nesse item 20% foi de nota 3 e 7% da nota 2. As notas 0 e 1, que seriam negativas, não foram votadas. No aprendizado obtido, ainda na Figura 7, a avaliação positiva foi de 20% para nota 5 e 73% para a nota 4. As notas medianas foram de 7% para a nota 2. Quanto a iniciativa do professor as notas positivas foram de 80% da nota 5 e 13% da nota 4 (Figura 7). A nota mediana foi de 7% para a nota 2. Observa-se que as menores notas foram constantes, isto é, 7% nos três itens avaliados e nos três itens a atividade foi bem avaliada obtendo maiores avaliações positivas (notas 4 e 5).

Figura 7 – Avaliação da atividade, do aprendizado e da iniciativa do professor.



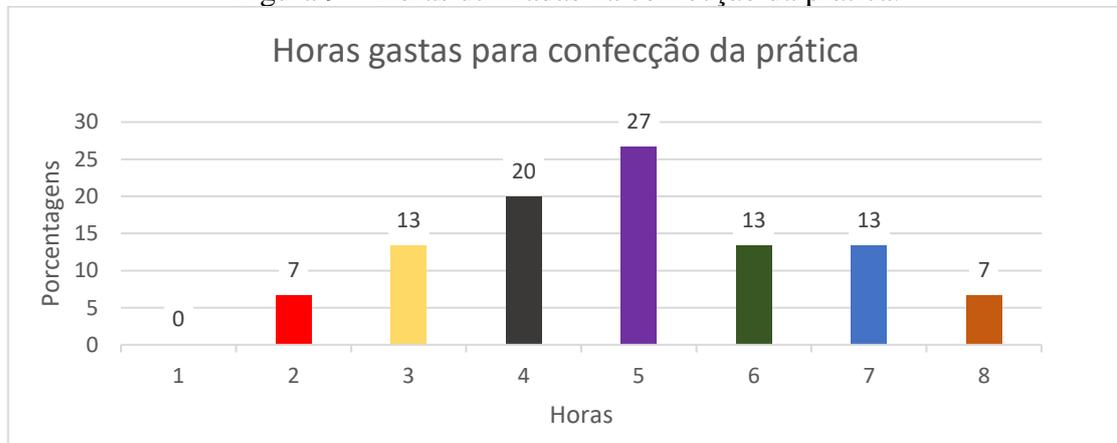
Apesar da atividade ser bem avaliada 27% dos alunos não gostariam de elaborar uma prática novamente (Figura 8), sendo o tempo de preparação para a explicação mais recorrente. Apesar disso, 73% gostaram e acharam que o experimento deveria ser repetido em outras disciplinas. As horas dispendidas na confecção da prática pode ser vista na Figura 9, na qual pode-se contatar que a maioria gastou mais de 4 horas na elaboração da prática.

Figura 8 – Avaliação geral da atividade.

Valeu a pena elaborar a prática?



Figura 9 – Horas utilizadas na confecção da prática.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No geral a atividade foi bem aceita pelos alunos sendo que todos eles consideraram que valeu a pena a elaboração da prática e a maioria dos alunos acharam que o experimento deveria ser repetido. Além disso, os alunos citaram que o aprendizado obtido através das pesquisas e elaboração da prática foram consistentes.

A maior dificuldade dos alunos foi referente aos componentes disponíveis nos laboratórios. Nos próximos semestres, os professores estão estudando uma maneira melhor para disponibilizar essa informação através da criação de uma lista dos componentes dos laboratórios. Essa lista, provavelmente, será disponibilizada ou através do ambiente Moodle, ou através do site do departamento. Além disso, alguns materiais que não constam nos laboratórios poderão ser analisados para possíveis aquisições.

Alguns comentários livres dos alunos corroboram com essa conclusão da motivação e das dificuldades encontradas. Alguns comentários dos alunos foram:

- Aluno A01: "O método utilizado neste semestre foi diferente de tudo que já encontramos em outras aulas e, apesar de ter sido implementado em forma de teste, se apresentou mais completo do que os outros métodos."

- Aluno A02: "É importante citar a participação dos alunos até mesmo na elaboração da prática e não apenas na realização da mesma. Isso faz com que o aluno, em sala se aproxime da matéria, e no laboratório esteja mais preparado para solução dos problemas."

- Aluno 03: "Ser disponibilizado para os alunos uma listagem com os componentes disponíveis no laboratório. O fato de não existir alguns componentes gerou perda de tempo e muitos cálculos para adequar o projeto para nossa realidade em laboratório, este que acabou frustrando o grupo na hora de alcançar os resultados desejados."

- Aluno 04: "As práticas exigiram trabalho em equipe e conhecimento teórico simples, contudo, em alguns momentos a sala dependia do funcionamento do circuito de um grupo, ou ainda: as práticas demoravam muito para serem executadas corretamente, ou ainda acabava não sendo executada em sua plenitude. Talvez algumas observações práticas da montagem (em relação à teoria ou à simulação) pudessem ser repassadas para auxiliar os alunos no desenvolvimento de seus próprios roteiros e realizar a prática com melhor resultado possível, agregando ainda mais no desenvolvimento da disciplina."

- Aluno 05: "O curso de Eletrônica de Potência ficou bem mais interessante com as atividades práticas elaboradas!"

Os autores consideram que os objetivos foram atendidos. A elaboração da prática tornou o aprendizado mais interessante, fazendo os alunos buscarem informações para complementarem suas informações teóricas obtidas nas aulas. O trabalho em grupo foi bem administrado pelos alunos, pois não houve comentários negativos sobre este item. Os comentários dos alunos publicados acima motivam os professores a investirem mais planejamento nessas práticas elaboradas pelos próprios alunos. Com certeza ficaria inviável realizar todas as práticas da disciplina nesse modelo, pois demanda tempo dos alunos na pesquisa, elaboração e montagem da prática. Pretende-se continuar a implementar o método de ensino no formato apresentado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

BEHRENS, Marilda Aparecida. Metodologia de projetos: aprender e ensinar para a produção do conhecimento numa visão complexa. In: TORRES, Patrícia Lupion. (Org). **Metodologias para produção do conhecimento: da concepção à prática**. Curitiba: Senar-pr, 2015. p. 105-126.

CARVALHO, D.A.; ALMEIDA, M.T.; NEVES JUNIOR, S.B.; SANTOS E SILVA, S.A.A.; CYRILLO, Y.M.; GOMES, F.J. A estratégia PjBL no século XXI: utilização das ferramentas digitais. **Revista Eletrônica Engenharia Viva**. Goiás, v.1, n.1, p. 75–89, 2014.

COHEN, Elizabeth G.; LOTAN, Rachel A. **Planejamento do Trabalho em Grupo**. 2ª ed. Porto Alegre: Editora Penso, 2017.

COSTA, André L. M.; RIFFEL, Douglas B.; BEZERRA, Eliodete C. Um currículo de engenharia para o século. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2010, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza, 2010.

FERNADES, Edilânia M.; LUSTOSA, Francisca G. A perspectiva da aprendizagem cooperativa-colaborativa como recurso didático-pedagógico para a inclusão de alunos com deficiência. In: IV FIPED, 2012, Piauí. **Anais**. Parnaíba, 2012.

JOHNSON, David W.; JOHNSON, Roger T.; HOLUBEC, Edythe Johnson. **Los nuevos círculos del aprendizaje: la cooperación en el aula y la escuela**. Virginia: Aique, 1999.

MONTES, Marta Teixeira do Amaral. **Aprendizagem colaborativa e docência online.** Curitiba: Editora Appris, 2016.

MORAN, José Manoel; MASETTO, Marcos; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** Campinas: Papirus, 2000.

MONEREO, Carles; GISBERT David Duran. **Tramas, procedimentos para a aprendizagem cooperativa.** Porto Alegre: Editora Artmed, 2005.

NITZKE, J.A.; CARNEIRO, M.L.F. Ambientes de aprendizagem cooperativa apoiados por computador para a educação em engenharia. In: XXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2001, Porto Alegre. **Anais.** Porto Alegre: 2001.

NITZKE, J.A.; CARNEIRO, M.L.F.; FRANCO, S.R.K. Ambientes de aprendizagem cooperativa apoiada pelo e sua epistemologia. **Revista informática na Educação: Teoria & prática,** Porto Alegre, v.5, n.1, p. 13-23, 2002.

SOUZA, Renata S.; MENEZES, Crediné S.; SOUZA, Dalva S. Inserção da informática na Educação - Uma proposta baseada no processo de aprendizagem. In: XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2000, Maceió. **Anais.** Maceió, 2000.

TORRES, Patrícia Lupion; IRALA, Esrom Adriano F. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. In: Torres, Patrícia Lupion(Org). **Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento.** Curitiba: Senar-pr, 2014. p. 61-93.

VIEIRA, Gisele M.R.; SILVA, José C.T.; LANG, Gerson; NICODEMUS, Guilherme C. PApE – Uma proposta para suporte à aprendizagem básicas da engenharia. In: XXXI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2003, Fortaleza. **Anais.** Fortaleza, 2003.

COLLABORATIVE LEARNING IN THE DISCIPLINE OF POWER ELECTRONICS

ABSTRACT: *In today's world it is desirable for professionals to be able to work in a collaborative environment by helping each other to achieve a determined aim. Collaborative Learning was proposed precisely to bring to the school environment this competency of the professional world. In Collaborative Learning students work in groups on a given task. Group work involves several skills, including: communication, leadership, problem management, and problem and project analysis. This article shows the implementation of Collaborative Learning in the Power Electronics discipline of the Electrical Engineering course at UFSCar. Students were encouraged to develop one practice of the discipline. The aim was to motivate students to work in groups to develop various skills (communication, leadership, creativity, problem management, among others). The results obtained were encouraging, with 80% of the students approving the teacher's initiative and all the students commented that they were motivated to find complementary information to the theoretical classes.*

Keywords: *Collaborative Learning. Active Methodologies. Teaching Learning*