



## GRAVAÇÃO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

Área Temática: Tecnologia e Produção

Profa. Angela Raffin Pohlmann<sup>1</sup> (Coordenadora da Ação de Extensão)

Profa. Angela Raffin Pohlmann  
Prof. Reginaldo da Nêgreza Tavares<sup>2</sup>  
Vinicius Colatto Rosso<sup>3</sup>  
Tiago Andrade Machado<sup>4</sup>  
Vitor Pavan<sup>5</sup>  
Raphael Dornelles<sup>6</sup>

**Palavras-chave:** Artes visuais, engenharia eletrônica, placas de circuito impresso, processos sustentáveis.

**Resumo:** Este curso de extensão tem por finalidade abrir espaço para a troca de experiências entre a universidade e a comunidade, e também entre os estudantes do Centro de Engenharias e os estudantes do Centro de Artes. Nos últimos anos, temos investido em experiências que testam práticas mais efetivas e ecológicas para a realização de gravuras artísticas através de processos alternativos e materiais não-tóxicos. Não estamos sozinhos nesse intento, pois o que presenciamos é um movimento que encontra adeptos em diversos países. Vive-se uma mudança de paradigma na produção de gravuras, sem por isso deixarmos de lado as técnicas e procedimentos tradicionais. Estas melhorias já fazem parte das atividades do nosso grupo na Universidade Federal de Pelotas, com repercussões nas atividades de ensino, pesquisa e extensão. No último ano, iniciamos atividades conjuntas com a engenharia eletrônica com o objetivo de compartilhar estes novos conhecimentos alternativos utilizados na gravura artística para serem aplicados também na

<sup>1</sup> Doutora em Educação, Mestre em Artes Visuais, Centro de Artes, Universidade Federal de Pelotas, [angelapohlmann@gmail.com](mailto:angelapohlmann@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestre em Ciência da Computação, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas

<sup>3</sup> Estudante do Curso de Engenharia Eletrônica, Centro de Engenharias, UFPel

<sup>4</sup> Estudante do Curso de Licenciatura em Artes Visuais, Centro de Artes, UFPel

<sup>5</sup> Estudante do Curso de Bacharelado em Artes Visuais, Centro de Artes, UFPel

<sup>6</sup> Estudante do Curso de Engenharia Eletrônica, Centro de Engenharias, UFPel

gravado de placas de circuito impresso (PCI) utilizadas em dispositivos eletrônicos. As intersecções entre o campo da arte e o da engenharia estão sendo desenvolvidas pelo grupo através de estratégias que combinam materiais e procedimentos práticos com a junção de conhecimentos de ambas as áreas. A metodologia utilizada envolve aprendizagem por parte dos bolsistas e voluntários para ministrarem cursos visando a multiplicação dos conhecimentos e das práticas com as pessoas interessadas da comunidade. Como resultado, diversas placas de circuito impresso já foram gravadas com estas alternativas ecológicas. Entre elas estão as PCIs utilizadas nos amplificadores de áudio instalados em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental de Pelotas para o funcionamento de uma rádio escolar. As experiências multidisciplinares podem motivar o ensino de gravura e de engenharia eletrônica a partir da inclusão de novas metodologias com atividades que aproximam os estudantes das duas áreas.

### **Contexto da ação**

O relato que estamos enviando ao 31º SEURS, relaciona as atividades desenvolvidas no nosso projeto de extensão com uma das principais ideias do evento deste ano de 2013: a manutenção da saúde. Nas linhas que seguem, explicitaremos a relação que percebemos entre este projeto de extensão e esta ideia. Trata-se de estimular boas práticas e incentivar a consciência ecológica para a preservação da saúde das pessoas dedicados à gravação de placas de metal, tanto nas matrizes de gravura artística como nas placas de dispositivos eletrônicos, e também aprimorar os cuidados com a preservação do meio ambiente.

Nossa experiência iniciou com dois projetos distintos que se interseccionam: o projeto de pesquisa “Gravura contemporânea notívica” e o projeto de extensão “Ações multidisciplinares com arte e engenharia digital”, ambos em desenvolvimento no Atelier de Gravura do Centro de Artes da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). Não dissociamos as atividades de pesquisa, de ensino e de extensão, e muitas vezes notamos um entrecruzamento entre os conhecimentos que são adquiridos nas pesquisas e o modo como estes conhecimentos podem ser compartilhados com a sociedade através das ações e dos projetos de extensão viabilizados pela universidade.

O projeto de extensão que aqui está sendo apresentado é um curso para aprender a gravar placas de circuito impresso. Este projeto tem por finalidade abrir espaço para a troca de experiências entre a universidade e a comunidade. Diferente do que se poderia imaginar, este curso não acontece no Centro de Engenharias, apesar de se tratar de gravação de Placas de Circuito Impresso (PCI) utilizadas em aparelhos eletrônicos. Este curso acontece no Atelier de Gravura do Centro de Artes e também tem o objetivo de integrar os estudantes do Centro de Engenharias com os estudantes do Centro de Artes. O curso oportuniza o aprendizado de gravação de placas de circuito impresso, e vem sendo oferecido não só para os alunos da UFPeL, como também para todas as pessoas da comunidade que se interessam por atividades de eletrônica e se interessam por dispositivos ou aparelhos que podem ser criados com componentes eletrônicos e eletrônicos.

A ideia do curso surgiu com a possibilidade de utilizarmos a infraestrutura do Atelier de Gravura do Centro de Artes para a gravação das placas de cobre usadas para criar aparelhos eletrônicos. No Atelier de Gravura já temos toda a estrutura necessária para este tipo de gravação, tais como os tanques, as bacias, os

mordentes, os equipamentos de segurança para manipulação dos materiais usados nas gravações de placas de metal.

Esta infraestrutura faz parte, há muitos anos, dos Ateliers que compõem os cursos de Bacharelado e de Licenciatura em Artes Visuais da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Estes equipamentos e materiais são usados na realização de matrizes para a gravura artística. A vantagem em utilizarmos as dependências do Atelier de Gravura do Centro de Artes para este curso de gravação de placas eletrônicas está na oportunidade e na disponibilidade de ocupar um espaço que já está pronto. Os cursos de Engenharia Eletrônica e de Engenharia de Controle e Automação são novos na nossa universidade e esta integração com o Centro de Artes pode favorecer e facilitar novas aprendizagens.

Esta foi nossa motivação inicial. Entretanto, logo que iniciamos o planejamento do curso, nos demos conta de que poderíamos utilizar não só os equipamentos do Atelier de Gravura, mas também os novos conhecimentos que estamos testando no campo da gravura artística para verificar se estes novos procedimentos também poderiam ser utilizados nas gravações das placas dos aparelhos eletrônicos. Estes procedimentos envolvem materiais menos tóxicos do que os materiais tradicionais utilizados na gravação de matrizes de metal.

Nas pesquisas de gravura não-tóxica (BOEGH, 2003; FERRER, 2004; HOWARD, 1998), apostamos na renovação dos processos utilizados para a realização das gravações no metal, a partir do uso de materiais alternativos. A ideia de sustentabilidade vem direcionando uma parte de nossas atividades no Atelier de Gravura da UFPel (POHLMANN, 2009). Considerando que o arsenal tradicional utilizado na gravura em metal envolve materiais extremamente tóxicos, feitos à base de hidrocarbonetos e de esteres alifáticos, buscamos novos caminhos para viabilizar as realizações nesta área através do uso de materiais menos tóxicos. Estes conhecimentos na área de gravura não-tóxica estão sendo usados para realizar também as gravações das placas de circuito impresso dos equipamentos eletrônicos.

### **Detalhamento das Atividades**

As placas de circuito impresso (PCI) são usadas na elaboração de aparelhos eletrônicos. Os circuitos eletrônicos são “trilhas” que formam linhas condutoras (Fig. 1). Junto a estas trilhas condutoras são anexados determinados componentes eletrônicos ou eletrônicos tais como capacitores, resistores, transistores para o perfeito funcionamento do aparelho que está sendo criado.

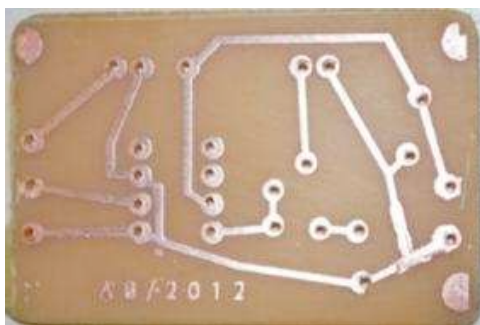


Figura 1: Circuito das “trilhas” gravado na PCI

Um resistor (ou resistência) é um dispositivo elétrico utilizado para transformar a energia elétrica em energia térmica, por exemplo. Com isso, realiza-se limitações na corrente elétrica que passa pelo circuito eletrônico, definindo os parâmetros necessários para o funcionamento adequado do aparelho que está sendo criado. Estas definições são estabelecidas pelo projetista do circuito eletrônico.

Os circuitos eletrônicos atualmente são gravados sobre uma placa que possui uma fina camada de cobre sobre fenolite. As atuais placas de fenolite onde são gravadas as trilhas de circuitos impressos permitem a montagem dos múltiplos pinos para fixar os componentes eletrônicos (MEHL, s/d).

Alguns autores comentam a facilidade que temos hoje em dia para desenhar as linhas em uma placa de circuito impresso (PCI), pois são inúmeros os programas de computação gráfica que podem ser utilizados para este fim. Entretanto, estes autores também enfatizam que o mais difícil ainda é realizarmos a transferência do desenho das trilhas e a gravação do circuito eletrônico nas placas de cobre (MAGE, 2003).

Durante a preparação do curso de extensão, a equipe se dedicou a testar diferentes possibilidades de transferência do desenho do circuito para a placa de cobre. Durante esta etapa, foram testados alguns procedimentos alternativos que também estão sendo utilizados na transferência das imagens e nas gravações das matrizes de cobre usadas nas gravuras artísticas. Os procedimentos alternativos de gravura artística notáveis foram adaptados às gravações das placas de circuito impresso (PCI). Para isso, iniciamos ensinando a todos os participantes do grupo a gravar, entintar e imprimir uma imagem conforme a tradição da gravura em metal (HAYTER, 1981), utilizando processos diretos de gravação (Fig.2).



Figura 2: Estudantes aprendem os processos da tradição da gravura artística

As intersecções entre o campo da arte e o da engenharia estão sendo desenvolvidas pelo grupo através de estratégias que combinam materiais e procedimentos práticos com os conhecimentos de ambas as áreas. Já foram realizados equipamentos e dispositivos interativos como uma bicicleta para projetar imagens e um rádio está sendo instalada em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental de Pelotas, RS. Todos estes equipamentos foram realizados no Atelier de Gravura da UFPel através destes projetos de extensão. Além disso, o contato dos estudantes de graduação da UFPel com os estudantes da escola pública retroalimenta as atividades de ensino trazendo para o projeto de extensão e para as disciplinas da graduação uma experiência que extrapola a sala de aula. Temos com isso uma readequação do ensino através deste contato direto com a realidade.

## **Análise e Discussão**

Este projeto de extensão está em sintonia com os demais projetos que estão sob coordenação dos docentes envolvidos nesta proposta. Este projeto também se relaciona com as atividades desenvolvidas no ensino: as disciplinas de 'Circuitos Elétricos' e 'Eletrônica Digital' dos cursos de Engenharia Elétrica e de Engenharia de Controle e Automação, e com as disciplinas de 'Introdução à Gravura' e 'Atelier de Gravura' dos cursos de Artes Visuais (Bacharelado e Licenciatura) e de Design Gráfico.

Estas atividades de extensão também são o ponto de partida de novas pesquisas que visam investigar os modos como estas interações acontecem e como elas podem ser ampliadas. A experiência dos alunos da graduação está intimamente vinculada ao ensino, pesquisa e extensão, pois, além de ampliarem seus conhecimentos com experiências oriundas de outras áreas diferentes da sua, cada um está construindo novas redes de relações de conhecimentos e de informações com novas pessoas, novos colegas e com a comunidade.

Do mesmo modo, as inovações propostas nos modos de gravar as PCBs e o uso de materiais com menor toxicidade atestam nossos cuidados com o ambiente, inclusive na atenção ao seu descarte. Estas inovações nos procedimentos estão acessíveis a todos os interessados, e estamos comprometidos com a viabilidade de sua implantação e manutenção. Socializar estes conhecimentos é parte de nossos objetivos. Pelo fato de estarmos lidando com tecnologias limpas e materiais de baixa toxicidade, simultaneamente estamos promovendo a consciência ecológica e atitudes voltadas à preservação do ambiente e da saúde do artista-gravador e dos futuros engenheiros.

## **Considerações Finais**

Entendemos que cabe à universidade o papel de facilitador para a reestruturação dos modos de produção de novos conhecimentos e para a busca de soluções inovadoras aos nossos velhos dilemas. Esta busca pode ser feita a muitas mãos. O atendimento às crescentes demandas sociais também é parte desta relação entre a universidade e a sociedade. Trata-se de uma necessidade inadiável e estas transformações podem ser geradas de modo orgânico e gerenciadas a partir de suas bases acadêmicas e institucionais (PANIZZII, 2006). Wrona Panizzi afirma que a sociedade contemporânea "passa a exigir da universidade uma atividade de pesquisa de excelência, sem exclusão de áreas de conhecimento e profundamente relacionada ao seu ambiente social" (2006, p. 57).

Acreditamos que através destas ações de extensão, os estudantes que participam deste projeto podem acrescentar novas experiências na sua formação e ampliar suas possibilidades de atuação. Estas ações motivam igualmente a qualificação na formação destes futuros profissionais. Nossa contribuição se dá não só pela socialização dos conhecimentos e das práticas inovadoras, como principalmente pela inovação em compartilhar conhecimentos e saberes de áreas que aparentemente parecem estar tão longe uma da outra como o caso da arte e da engenharia. Contribuímos, igualmente, para a formação de artistas e engenheiros com maior capacidade para realizar seu trabalho. Estas atividades que integram diferentes áreas do conhecimento podem oportunizar novas experiências em trabalhos colaborativos.

Quando pensamos na rela o entre a universidade e a sociedade, somos desafiados a tentar responder as demandas e as carências da sociedade através da oportunidade que as aprendizagens e o conhecimento nos d o (PANIZZI, 2006, p.7). Nosso intuito é contribuir para diminuir as desigualdades que percebemos e avançar no modelo social, político e cultural de nosso país. Dentro deste enfoque, concordamos com a ideia de que é papel da universidade oportunizar a forma o do espírito crítico de seus estudantes, ao mesmo tempo em que estende estas a es para transformar a realidade de comunidades menos favorecidas. Entre estas a es extracurriculares estão os projetos de extensão, que visam esta integra o entre a universidade e a sociedade. Nosso projeto procura potencializar a coopera o e a colabora o entre os diferentes atores envolvidos, mesclando saberes de diferentes áreas do conhecimento, como  o caso das artes e da engenharia, ou entre os conhecimentos acad micos e os saberes populares. Acreditamos que estas mesclas podem contribuir para uma mútua aprendizagem.

### Referências

- BOEGH, Henrik. *Handbook of Non-toxic Intaglio Acrylic Resist Photopolymerfilm & Solar Plates Etching*. Copenhagen: Narayana Press, 2003.
- maio 1996. Disponível em: <<http://www.artebr.com/marcobuti/te2.html>> Acesso em: 24 mai. 2010.
- FERRER, Eva Figueras (Org.). *El grabado no tóxico: nuevos procedimientos y materiales*. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2004.
- HAYTER, William Stanley. *New ways of gravure*. (revised edition). New York: Watson-Guption, 1981.
- HOWARD, Keith. *Non-toxic Intaglio Printmaking*. Canada: Printmaking Resources, 1998.
- MEHL, Ewaldo Luiz de Mattos. *Projeto de placas de circuito impresso com o software EAGLE*. Apostila da UFPR, s/d. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/mehl/pci/apostila1cc.pdf>> Acesso: 15 mai. 2012.
- M GE, Michael. *Como fabricar placas de circuito impresso. Mas cuidado com os produtos químicos*. Elektor, Portugal, jan. 2003. Disponível em: <<http://www.editorialbolina.com/elektor/downloads/placasCI.pdf>> Acesso: 17 jun. 2012.
- PANIZZI, Wrana. *Universidade para que?* Porto Alegre: Libreta, 2006.
- POHLMANN, Angela. "Gravura não-tóxica: uma experiência no ateliê de gravura em metal da universidade (UFPel)". In: 18o ANAIS DO ENCONTRO NACIONAL DA ANPAP. Salvador, 2009. Também disponível em: <[http://www.anpap.org.br/18\\_encontro.html](http://www.anpap.org.br/18_encontro.html)> Acesso em: 14 abr. 2010.