

# E-FOTO: um *Commons* Educacional Destinado à Fotogrametria Digital

Guilherme L. A. Mota<sup>1,3</sup>, Rafael A. de Aguiar<sup>1</sup>, Jorge L. N. e S. Brito<sup>2,3</sup>,  
João A. Ribeiro<sup>1,3</sup>, Orlando Bernardo Filho<sup>1,3</sup>, Irving da S. Badolato<sup>1</sup>,  
Rodrigo J. M. da Fonseca<sup>3</sup>, Rogério L. R. Borba<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Cartográfica

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Geomática

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Rua São Francisco Xavier 524 – 20550-900 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

{guimota,rafael.kamui,jsilvabr,joao.araujo,orlandob,  
irvingbadolato,jardim.rodrigo}@gmail.com, rogerioluisribeiro@yahoo.com

**Abstract.** *The idea of commons brought a revolution to the symbolic production in society, with significant consequences. In education, it comes along the works of Paulo Freire. Therefore, such reference can be employed in educational commons analysis. Herein, underlaid by this framework, the motivation, results and expectations of the E-FOTO project are analyzed. Such project dedicates efforts to build up a commons for education and research of digital photogrammetry. Among its achievements, the most remarkable is the development of the only GNU/GPL Digital Photogrammetric Workstation available at the moment.*

**Resumo.** *A ideia de commons está revolucionando a produção simbólica na sociedade, trazendo inúmeras consequências. Na educação, o commons cria possibilidades inovadoras do ponto de vista pedagógico que, inegavelmente, o aproximam dos referenciais teóricos apresentados por Paulo Freire. Pode-se, portanto, aplicar este referencial na análise de commons educacionais. Assim sendo, por intermédio desta fundamentação, o presente artigo analisa as motivações, os resultados e as expectativas futuras do projeto E-FOTO. Este projeto se dedica à criação de um commons para o ensino e pesquisa de fotogrametria digital. Dentre suas realizações destaca-se o desenvolvimento da única Estação Fotogramétrica Digital GNU/GPL disponível.*

## 1. Introdução

A palavra inglesa *commons* carece de tradução literal na língua portuguesa, o que dificulta sua compreensão. A definição dada por Silveira (2007a) traz palavras-chave úteis ao seu entendimento: **algo comum ou público, comunidade, e o resultado da produção compartilhada**. Benkler (2003) define *commons* como sendo espaços institucionais nos quais se é possível exercer liberdades, não permitidas nas relações usuais de mercado. Essas restrições são encaradas como pré-condições para economia de mercado e suas respectivas relações de troca.

A contradição mais forte se dá no caso dos recursos e bens imateriais, que possuem características que contradizem os argumentos apresentado por Hardins (1968) na “Tragédia dos *commons*”. Basicamente, esses bens e recursos imateriais não sofrem

desgaste ou escassez através de uso, podem ser copiados sem prejuízo e, em um bom número de casos, como para o software livre, o uso recorrente os torna melhor testados e beneficia sua qualidade. Os exemplos de sucesso da colaboração dentro desses ambientes se multiplicam, uma lista pode ser observada em Benkler (2004).

Silveira (2007b), além de afirmar que a idéia de *commons* está revolucionando a produção simbólica da humanidade, destaca nesse contexto sua capacidade de ampliar a liberdade, a criatividade e a democracia. Ao ser trazida juntamente com os ideais de software livre para a área da educação, a ideia de *commons* se aproxima da ética da pedagogia da autonomia proposta por Paulo Freire, conforme observam Lima e Cruz (2007).

O presente artigo por intermédio do referencial de Freire analisa as motivações, os resultados e as expectativas futuras do projeto E-FOTO. Esse projeto se dedica à criação de um *commons* para o ensino e pesquisa de fotogrametria digital. Dentre suas realizações destaca-se o desenvolvimento da única Estação Fotogramétrica Digital GNU/GPL disponível. Para tanto, a seção 2 aborda os *commons* educacionais, a seção 3 descreve brevemente o campo da fotogrametria digital, e a seção 4 apresenta e analisa, através do referencial de Freire, as motivações, os resultados e as expectativas futuras do projeto E-FOTO. Finalmente, na última seção, são apresentadas as conclusões.

## 2. Commons Educacionais

A ideia de *commons* educacional carrega elementos potencialmente inovadores. Uma análise interessante a esse respeito pode ser encontrada em Hepburn (2004). Os pontos-chave da implantação desta visão são: a universalidade de acesso, o uso de tecnologias abertas, software livre e o uso de material didático *copyleft*.

As vantagens da noção de escola como um *commons* mencionadas por Hepburn (2004), podem ser generalizadas para o ensino de uma forma geral. Tais benefícios são enumerados a seguir: (1) o desenvolvimento *copyleft* tem o potencial de retornar os recursos pedagógicos às mãos dos educadores e educandos; (2) o processo pedagógico pode ser conduzido da forma que melhor convier às partes envolvidas; (3) a economia de recursos resultante pode ser redirecionada a outras demandas.

Esses anseios se alinham bastante bem com a obra de Paulo Freire. Nela, conforme observa-se por intermédio de Alencar (2005), há uma preocupação constante em apreender a tecnologia de forma crítica, compreendendo e contextualizando continuamente seu papel na sociedade. Além disso, é afirmada a necessidade de rompimento com a alienação e a divisão do trabalho (Marx, 2002). A primeira por tornar a tecnologia uma coisa estranha ao ser-humano, dessa forma, alheia ao seu controle. A segunda pode ser superada de forma vantajosa nos *commons* educacionais, pela possibilidade de fusão do processo de ensino-aprendizado com o da construção das ferramentas pedagógicas.

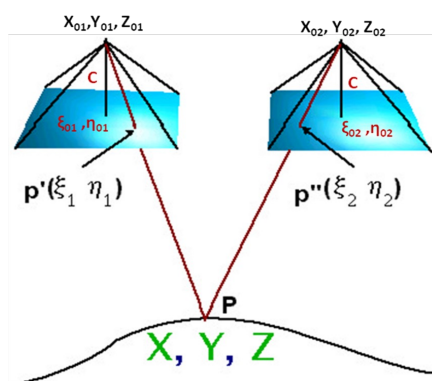
*Commons* educacionais que incorporam o desenvolvimento de software livre, na medida em que se compreende o código fonte como a expressão do conhecimento, possuem importância redobrada. Nesse sentido, muitos elementos da obra de Freire podem ser destacados e relacionados com o software livre. Um paralelo pode ser obtido em Lima e Cruz (2007). Nota-se contudo a necessidade da incorporação, a tal paralelo, do uso de software livre como meio e, ao mesmo tempo, objeto de pesquisa. Nos casos onde a pesquisa possa acarretar na extensão ou no aperfeiçoamento do software, a nova versão pode ser retornada ao *commons*. Tornando-se, assim, conhecimento coletivo.

Essa se coaduna com o pensamento de Freire (2005) na pedagogia da Autonomia: “Ensinar, aprender e pesquisar lidam com dois momentos: o em que se aprende o conhecimento já existente e o em que se trabalha a produção do conhecimento ainda não existente”. Essa é uma característica do ensino de diversos processos tecnológicos onde o software é um meio de trabalho, esse é o caso da fotogrametria digital, tema da próxima seção.

### 3. Fotogrametria Digital

Fotogrametria é o conjunto de técnicas e rotinas de processamento de imagens fotográficas, visando à modelagem e à reconstituição do espaço tridimensional (espaço-objeto) por intermédio de imagens bidimensionais (espaço-imagem). O estado da arte da fotogrametria é representado pela fotogrametria digital, que emprega imagens digitais ou digitalizadas e métodos e processos computacionais. A fotogrametria digital é usada em diversas áreas. Na engenharia cartográfica, pode ser empregada para a reconstrução da superfície terrestre, bem como de sua cobertura.

Segundo Coelho Filho e Brito (2007), a fotogrametria se vale dos seguintes princípios: paralaxe, calibração de sensores, orientação de imagens e interseção espacial. Assim sendo, torna-se possível determinar as coordenadas no espaço objeto de um ponto (P) por meio de suas coordenadas ( $p'$  e  $p''$ ) em um par de imagens orientadas, com paralaxe e obtidas através de sensores calibrados, conforme apresentado na Figura 1.



**Figura 1. Medição de um ponto pelo processo fotogramétrico**

Na Figura 1, é possível observar o traçado de um par de retas imaginárias que identificam, no seu cruzamento, a posição do ponto (P) no espaço objeto.

No contexto da fotogrametria digital, denomina-se Estação Fotogramétrica Digital (EFD), o equipamento capaz de executar o conjunto de tarefas fotogramétricas, como visto em Coelho Filho e Brito (2007). Basicamente, EFDs são soluções de software que, a partir dos anos 90, substituíram com vantagens significativas os aparatos fotogramétricos óptico-mecânicos. No entanto, a inserção desses avanços na aprendizagem da fotogrametria digital é limitado pelo alto custo das licenças das EFDs proprietárias, em geral, acima das possibilidades das instituições de ensino. Portanto, o preço praticado no mercado impõe à academia restrições na unidade do conhecimento teórico com a prática e experimentação do comportamento dos fenômenos estudados, fator importante no ensino das engenharias de forma geral.

Ao serem consideradas as atividades de pesquisa, fica mais clara a limitação das EFDs proprietárias, principalmente, devido à indisponibilidade do código fonte, sem o qual não é possível incorporar e avaliar novos algoritmos. Soma-se a esses, o argumento

de Paulo Freire, em Alencar (2005), de que um trabalhador não deve permanecer alheio ao funcionamento de seus instrumentos de trabalho. Assim sendo, fica clara a necessidade de rompimento com o ensino da mera operação acrítica de uma EFD, motivação original do projeto E-FOTO, tema da seção a seguir.

#### **4. O Projeto E-FOTO**

Desde 1995, a tecnologia da Fotogrametria Digital vem sendo utilizada em grande escala no mundo. No Brasil, sua entrada se dá somente a partir de 1998, conforme afirmam Coelho Filho e Brito (2007). Porém, o ensino dessas tecnologias é severamente obstado pelo custo das EFDs comerciais, da ordem de milhares de dólares. Adicionalmente, os próprios usuários são impossibilitados de contribuir diretamente com a adaptação do software a suas necessidades, devido à arquitetura fechada das EFDs comerciais, limitadora de sua utilização em pesquisa acadêmica. Rompendo com essa tendência, o projeto E-FOTO tem como objetivo o desenvolvimento de um ambiente completo de ensino e pesquisa no campo da fotogrametria digital. A sinergia entre ensino, pesquisa e desenvolvimento potencializa seu caráter inovador. O uso da licença GNU/GPL confere importância nacional e internacional ao E-FOTO, que atualmente se apresenta como a única alternativa livre às soluções proprietárias da área.

O projeto está sendo desenvolvido na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj), mais especificamente no Mestrado em Geomática, uma área de estudos interdisciplinar destinada à obtenção, análise, interpretação, distribuição e uso de informação espacial. Ela envolve principalmente estudantes e professores das áreas de Computação e Geociências nas linhas de pesquisa em Sistemas de Computação e Tecnologia da Geoinformação. Como resultados concretos, o E-FOTO apresenta o desenvolvimento constante da EFD E-FOTO, uma página na rede mundial de computadores, um livro publicado, um *e-book*, tutoriais de uso do software e diversos artigos publicados, apresentados com mais detalhes a seguir.

##### **4.1. EFD E-FOTO**

A EFD E-FOTO permite a realização de todo o processo fotogramétrico de maneira simples, porém didática, evidenciando ao usuário cada etapa realizada e exibindo ao final de cada uma todos os valores calculados, assim como os respectivos parâmetros de qualidade. Dessa forma, estudantes e interessados no assunto podem visualizar na prática toda a teoria apresentada em aulas e na literatura.

A maior parte do desenvolvimento da EFD é feito por alunos de graduação e mestrado, como projetos de iniciação à pesquisa, trabalhos de conclusão de curso e teses de mestrado. Assim sendo, a EFD contribui não apenas com o ensino na área de Cartografia, mas também de Computação, oferecendo aos alunos uma oportunidade de aplicação e expansão de seus conhecimentos.

##### **4.2. Livro Fotogrametria Digital**

As origens do livro remontam ao *e-book* sobre Fotogrametria Digital, produzido no início do projeto. O livro, **Fotogrametria Digital** de Coelho Filho e Brito (2007), traz o conhecimento básico teórico sobre esse tema, num enfoque que dispensa conhecimentos anteriores sobre o assunto. A escolha dos temas dos capítulos se deu no sentido de abarcar, de forma individualizada, os modelos utilizados nas diversas etapas do processo fotogramétrico. Além dos idealizadores do projeto E-FOTO, o livro conta com a colaboração de outros participantes do projeto em alguns dos capítulos. Deve ser

mencionado que trata-se do único livro de fotogrametria editado no Brasil com enfoque puramente digital.

O livro é vendido a preço de custo na editora da universidade. A produção e publicação contou com recursos financeiros do CNPq e da Uerj. Além disso, a versão digital pode ser obtida gratuitamente pela Internet. A disponibilidade da versão digital agiliza a atualização e revisão do conteúdo. Por conseguinte, dentro em breve, ela se tornará mais atualizada que a versão impressa.

#### **4.3. Documentação de Apoio**

Diversos tutoriais sobre a utilização da EFD também estão disponíveis. Estes documentos foram escritos de forma didática, permitindo a execução do passo-a-passo da utilização do software. Utilizados em conjunto com o livro, os tutoriais permitem compreensão e aproximação entre os conhecimentos teóricos e práticos.

A maior vantagem desta documentação em meio digital é a sua fácil atualização, que permite a rápida correção de erros e adição de novas informações. Dado o cunho de pesquisa do projeto, novos módulos e novas funcionalidades são constantemente adicionadas à EFD, expondo a necessidade de uma maneira ágil para a divulgação de novas informações.

#### **4.4. Página WEB**

A página do projeto na Internet, disponível no endereço <http://www.efoto.eng.uerj.br>, reúne e organiza toda a informação produzida pelo projeto. Ela desempenha o papel de portal de acesso ao *commons*, disponibilizando de maneira gratuita todo o acervo do projeto ao público. Assim, são efetivamente alcançados os princípios básicos do projeto, a liberdade e o auto-aprendizado.

Entretanto, a página não desempenha apenas o papel de principal meio de acesso ao material, mas também efetua a função de gerente do conteúdo do *commons*, garantindo que todos os recursos ali contidos foram revisados e são confiáveis. Desta maneira eliminam-se quaisquer dúvidas sobre a integridade do conhecimento sendo distribuído, um problema comum quando se trata do desenvolvimento colaborativo.

### **5. Conclusão e Desafios Futuros**

Este artigo apresentou e discutiu o *commons* educacional destinado à fotogrametria digital desenvolvido pelo projeto E-FOTO. Dentre os produtos do projeto, destaca-se a única Estação Fotogramétrica Digital livre disponível na atualidade. No âmbito de seus aspectos filosóficos, o mais relevante corresponde à sinergia entre ensino, pesquisa e desenvolvimento no interior do projeto, gerando um potencial inovador do ponto de vista pedagógico. No E-FOTO, a construção das ferramentas de ensino está permanentemente a serviço do ensino e da pesquisa.

Um aspecto chave na concepção educacional original do E-FOTO foi a ideia de autoaprendizado. Essa proposta vem evoluindo para o desenvolvimento de ferramentas para aprendizagem assistida. Encontra-se em curso, o desenvolvimento de um ambiente de *e-learning*. A ideia geral de um ambiente como este para o projeto E-FOTO é aproveitar os conteúdos educacionais já elaborados e as ferramentas de visualização e experimentação desenvolvidas e integrá-las para promover atividades educacionais. O intuito é produzir um sistema dinâmico, interativo e auto-explicativo de educação à distância através da *web* com software livre. Pretende-se que essa seja uma

oportunidade de oferecer à sociedade brasileira acesso a um acervo educacional para fotogrametria digital, incluindo aulas, avaliação *on-line*, auto-avaliação, canais de comunicação para trabalho cooperativo e mecanismos para a formação de comunidades virtuais.

Outro desdobramento interessante é o uso da EFD do E-FOTO em ambientes de produção de dados cartográficos. Isto se deve à extensão do módulo de restituição espacial para o atendimento aos requisitos da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), lançada através de um decreto de 2008. Deve ser enfatizado que o livre acesso ao código fonte permitiu à EFD do projeto tornar-se pioneira no atendimento aos requisitos do novo decreto.

### **Referências Bibliográficas**

- Alencar, Anderson Fernandes de. (2005) “O Pensamento de Paulo Freire sobre a Tecnologia: Traçando Novas Perspectivas”. In: V Colóquio Internacional Paulo Freire, Recife: Centro Paulo Freire - Estudos e Pesquisas.
- Benkler, Yochai. (2003) “The Political Economy of Commons.” Upgrade: The European Journal for the Informatics Professional, Madrid, v. IV, n. 3, p.6-9.
- Benkler, Yochai. (2004) “Commons-Based Strategies and the Problems of Patents”, In: Science, v. 305, n. 5687, p.1110-1111.
- Coelho Filho, L. C. T. e Brito, J. L. N. e S. (2007) Fotogrametria digital, EdUERJ, 196 p.
- Lima, Adriana Neves Barreto de; Cruz, Sandra Alves da. (2007) “Software Livre na Educação”, In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL, Campinas. Anais do 16º COLE. Campinas: Unicamp, 2007. p. 1 - 2.
- Freire, P. (2005), Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa, Paz e Terra, 31ª edição.
- Hardin, Garrett. (1968) “The tragedy of the commons.” Science, Washington, v. 162, n. 3859, p.1243-1248. Disponível em: <DOI: 10.1126/science.162.3859.1243>. Acesso em: 14 abr. 2009.
- Hepburn, Gary. (2004) “Seeking an educational commons: The promise of open source development models”, First Monday, Chicago, v. 9, n. 8, p.1-10.
- Marx, Karl. (2002) “O Capital”, (V.1). Livro 1, Ed. Civilização Brasileira,
- Silveira, S. A. da. (2007a) “Introdução”, In: SILVEIRA, Sérgio Amadeu da *et al.* Comunicação digital e a construção dos commons: Redes virais, espectro aberto e as novas possibilidades de regulação. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, p. 7-10.
- Silveira, S. A. da. (2007b), “Redes virais e espectro aberto: descentralização e desconcentração do poder comunicacional”, In: SILVEIRA, Sérgio Amadeu da *et al.* Comunicação digital e a construção dos commons: Redes virais, espectro aberto e as novas possibilidades de regulação. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, p. 21-55.