

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Juliana Modesto Guimarães da Rocha Tristão

O papel do engenheiro no desenvolvimento
de tecnologia social

Trabalho de Graduação

2014

Eletrônica

Juliana Modesto Guimarães da Rocha Tristão

O papel do engenheiro no desenvolvimento de
tecnologia social

Orientadora

Profa. Dra Silvia Matravolgyi Damião

Divisão de Engenharia Eletrônica

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Divisão de Informação e Documentação

Tristão, Juliana

O papel do engenheiro no desenvolvimento de tecnologia social.
São José dos Campos, 2014.

63f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Eletrônica – Instituto
Tecnológico de Aeronáutica,
2014. Orientador: Profa. Dra Silvia Matravolgyi Damião

1. Tecnologia Social. 2. Tecnologia Assistiva. 3. Engenharia. I.
Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. II. Instituto
Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia Eletrônica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

TRISTÃO, Juliana. O papel do engenheiro no desenvolvimento de tecnologia social. 2014. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Juliana Modesto Guimarães da Rocha Tristão

TÍTULO DO TRABALHO: O papel do engenheiro no desenvolvimento de tecnologia social.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2014

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Juliana Modesto Guimarães da Rocha Tristão
Av. Jorge Zarur, 865. São José dos Campos, SP

O PAPEL DO ENGENHEIRO NO DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA SOCIAL

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação

Juliana Guimarães Tristão

Juliana Modesto Guimarães da Rocha Tristão

Autor

M. M. Dam.

Profa. Dra Silvia Matravolgyi Damião

Orientador

Neusa M. Oliveira

Profa. Dra Neusa Maria Franco de Oliveira
Coordenador do Curso de Engenharia Eletrônica

São José dos Campos, 21 de novembro de 2014

Dedico este trabalho a meus queridos pais Gustavo e Judith e ao meu irmão Rafael, por sempre terem sido o meu porto seguro e a minha inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que tornou este sonho possível.

Aos meus pais, Gustavo e Judith, ao meu irmão Rafael, aos meus queridos avós Albino e Mariza, por todo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao ITA – funcionários, professores, direção e administração –, pela oportunidade de realizar este curso.

À professora Silvia, por ter abraçado a ideia deste TG junto comigo, por todo apoio, paciência e colaboração, sem os quais este trabalho não se concretizaria.

Aos professores Nilda e Adabo, pela participação na banca deste trabalho e importante contribuição dada.

Aos colegas da empresa “Pontos de Vista”, pela disposição em dividir comigo esta iniciativa fantástica da impressora braille. Em especial ao amigo Jônatas, que foi minha ligação com a equipe e que sempre colaborou, apoiou e me incentivou.

Ao Sidney, meu querido companheiro e amigo de todas as horas, pelo amor, alegria, suporte, cumplicidade, paciência, prontidão em ajudar, lágrimas e sorrisos compartilhados e por dividir e construir junto comigo sua vida, sonhos e planos.

À professora Lara, por esses anos de amizade e aconselhamento.

Aos colegas da ELE-14, que fizeram esta caminhada mais prazerosa.

Aos queridos amigos das diversas gerações de ABU (2009-2014), que se tornaram uma família ao longo desses anos.

Ao querido amigo Joãozinho, que me ensinou que distância não é empecilho para uma grande amizade.

Às amigas Bruna, Juliana e Priscilla, minha “panelinha”, pela amizade, companheirismo, viradões, viagens e risadas sempre.

Finalmente, a todos os que torceram e contribuíram de alguma forma, mas não estão citados nominalmente aqui, toda a minha gratidão.

*“A engenharia faz-se para transformar o mundo
em benefício de todos. Ser um engenheiro sem ser
cidadão não vale a pena”.*

Professor António Pinto Barbedo de Magalhães

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo compreender plenamente o papel do engenheiro no desenvolvimento de tecnologia social. Para isso, estudou-se a engenharia, passando por definição, histórico dos cursos no Brasil, o papel social do engenheiro. Em seguida, estudou-se a tecnologia social (TS), com definições, implicações e exemplos, passando pela tecnologia assistiva, uma importante vertente de TS. Finalmente, fez-se um estudo de caso de um projeto de impressora braille de baixo custo. Como conclusão, observou-se a importância da inserção de disciplina de Ciência, Tecnologia e Sociedade na formação de engenheiros, a fim de que eles possam desenvolver plenamente seu papel social.

ABSTRACT

This graduation thesis aims to fully understand the role of an engineer in the development of social technology. For this, we studied the engineering and its definition, history course in Brazil and the engineer's social role. Then, we discussed the social technology (ST), with definitions, implications and examples. We also discussed assistive technology, an important part of ST. Finally, we analyzed a case in assistive technology: a low cost braille printer project. As conclusion, we observed the importance of including Science, Technology and Society disciplines in the engineering studies, so that the students can fully develop their social role.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Interseção entre Ciências Duras e Ciências Humanas
- Figura 2: Pilares da Tecnologia Social
- Figura 3: Aquecedor solar de baixo custo
- Figura 4: Modelo tridimensional da prensa de baixo custo
- Figura 5: Desenho em CAD do carrinho
- Figura 6: Protótipo pronto do carrinho
- Figura 7: Cofre menor do carrinho
- Figura 8: Projetor artesanal de baixo custo
- Figura 9: Funcionamento do projetor
- Figura 10: Poli Libras
- Figura 11: Circuito do identificador de cores
- Figura 12: Aparelho identificador de cores
- Figura 13: Notação musical em braille
- Figura 14: Protótipo do virador de páginas
- Figura 15: Luva biônica
- Figura 16: Modelo tridimensional da impressora braille
- Figura 17: Protótipo da impressora braille
- Figura 18: Protótipo da impressora braille
- Figura 19: Interface gráfica da impressora braille
- Figura 20: Funcionamento da impressora braille

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Escolas de Engenharia criadas no Brasil até 1920

Tabela 2: Dimensões e características da TS

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

APG-ITA: Associação de Pós-Graduandos do ITA
CCM: Centro de Competência em Manufatura
CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade
COSEAS-USP: Coordenadoria de Assistência Social da Universidade de São Paulo
DCTA: Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
eITA: Empreendedorismo no ITA
FAPESP: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FBB: Fundação Banco do Brasil
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ITA: Instituto Tecnológico de Aeronáutica
ITS: Instituto de Tecnologia Social
IME: Instituto Militar de Engenharia
MEC: Ministério da Educação e Cultura
RAAFD: Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho
UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas
UNIFEI: Universidade Federal de Itajubá
UFBA: Universidade Federal da Bahia
UFJF: Universidade Federal de Juiz de Fora
UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP: Universidade Federal de Ouro Preto
UFPE: Universidade Federal de Pernambuco
UFPR: Universidade Federal do Paraná
UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro
UPE: Universidade de Pernambuco
UPM: Universidade Presbiteriana Mackenzie
USAID: United States Agency for International Development
USP: Universidade de São Paulo
TS: Tecnologia Social

SUMÁRIO

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1. | Motivação..... | 14 |
| 1.2. | Objetivo | 14 |
| 1.3. | Estrutura do Trabalho | 15 |
| 2. | ENGENHARIA | 17 |
| 2.1. | Definição de Engenharia | 17 |
| 2.2. | Histórico dos cursos de Engenharia no Brasil | 20 |
| 2.3. | Papel social do Engenheiro | 24 |
| 3. | TECNOLOGIA SOCIAL..... | 26 |
| 3.1 | Tecnologia assistiva..... | 39 |
| 4. | ESTUDO DE CASO: PONTOS DE VISTA | 48 |
| 4.1. | Histórico | 49 |
| 4.2. | Objetivos | 51 |
| 4.2.1. | Social | 51 |
| 4.2.2. | Tecnológico | 51 |
| 4.3. | A impressora braille: funcionamento..... | 51 |
| 4.4. | Próximos passos | 55 |
| 4.4.1. | Do projeto | 55 |
| 4.4.2. | De produtividade..... | 55 |
| 4.4.3. | Da empresa | 55 |
| 4.5. | “Pontos de Vista” e Tecnologia Social..... | 56 |
| 5. | CONCLUSÃO | 58 |
| 6. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 60 |

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

Os cursos de engenharia no Brasil ainda se preocupam predominantemente com a formação técnica, em detrimento da humana. Por outro lado, tem-se observado uma crescente tendência na sociedade, de um modo geral, em se olhar para as necessidades das pessoas ao redor. Neste contexto, é imprescindível que as escolas de educação superior se adaptem para ajudar o estudante na conscientização sobre seu papel social.

Um engenheiro com alguma formação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) consegue pensar além do fator técnico e capitalista, preocupando-se com o impacto social de seus projetos. Sendo assim, fica mais pré-disposto a desenvolver tecnologia social (TS), que é fundamentada em relevância social; ciência, tecnologia e inovação; participação, cidadania e democracia; educação e aprendizado.

Este trabalho foi inspirado pela necessidade de se desenvolver nos formandos de engenharia o interesse em trabalhar com inovação e empreendedorismo social. No processo de concepção do trabalho, foi observado que ainda existe resistência por parte da escola em dar a chance ao formando de desenvolver um trabalho de graduação que não seja puramente técnico.

Desejamos que o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) continue caminhando para realizar o desejo de seu fundador de formar “técnicos competentes e cidadãos conscientes”, na esperança de que este trabalho abra as portas para que gerações futuras possam se dedicar aos estudos de CTS de um modo geral, e de tecnologia social em particular, não apenas como trabalho de graduação, mas também como projetos de pesquisa e de extensão universitária.

1.2. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo entender o papel do engenheiro no desenvolvimento de tecnologia social. Para isso, vamos estudar a importância da

formação em CTS para o estudante de engenharia e como isso pode ajudar na construção da consciência sobre seu papel social de desenvolver tecnologia pensando em cooperação, solidariedade e sustentabilidade. Neste processo, é preciso compreender melhor a TS, os seus fundamentos e implicações, bem como um pouco do que já tem sido feito no Brasil a este respeito. Como ilustração, vamos estudar um caso de tecnologia social desenvolvido por estudantes de engenharia do ITA, com ênfase em tecnologia assistiva.

Ao fim deste trabalho, espera-se que seja possível compreender melhor a importância da formação em CTS e como isso impacta um engenheiro em relação a seu papel social.

1.3. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em 5 capítulos principais, além das referências bibliográficas. No capítulo 1, serão explorados motivação, objetivos e estrutura.

O capítulo 2 passa pela definição de engenharia, traça um breve histórico da evolução dos cursos de engenharia no Brasil, terminando com uma discussão sobre o papel social do engenheiro.

O capítulo 3 é o mais denso e trata de tecnologia social. Ele começa explorando suas diferentes definições, implicações e mostra alguns projetos de engenharia em tecnologia social. Em seguida, trata-se especialmente de uma vertente da TS, que é a tecnologia assistiva, com uma breve descrição teórica e alguns exemplos de projetos nesta modalidade.

O capítulo 4 é um estudo de caso de um projeto de tecnologia assistiva desenvolvido por alunos do ITA e prestes a se tornar um caso de empreendedorismo social. Neste mesmo capítulo, serão discutidas as características de tecnologia social mais ou menos evidentes neste projeto.

Finalmente, o capítulo 5 conclui o trabalho questionando os principais desafios futuros na formação do engenheiro para que ele se torne um cidadão

consciente de seu papel social. Além disso, serão exploradas as barreiras ao desenvolvimento de tecnologia social no Brasil e como trabalhar para derrubá-las.

2. ENGENHARIA

2.1. Definição de Engenharia

Segundo o dicionário Michaelis, engenharia é “A arte de aplicar os conhecimentos científicos à invenção, aperfeiçoamento ou utilização da técnica industrial em todas as suas determinações”.

Arthur Mellen Wellington, engenheiro civil norte-americano, que ficou conhecido por seu livro *The Economic Theory of the Location of Railways*, disse sobre engenharia:

Seria bom se Engenharia fosse menos genericamente pensada como (...) a arte da construção. Num certo sentido, é todavia a arte de não construir (...), de fazer algo tão bem com um dólar, quanto um indivíduo obtuso pode fazer com dois de uma maneira ou outra.¹

John Alexander Low Waddell, também engenheiro civil norte-americano, conhecido por projetar importantes pontes nos Estados Unidos e Canadá, definiu a engenharia como:

Engenharia é a ciência e a arte de tratar eficientemente com materiais e forças. (...) Envolve o design e construção mais econômico (...), assegurando, quando realizado adequadamente, a combinação mais vantajosa de acuidade, segurança, durabilidade, velocidade,

¹ <http://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/eng-whatisit.html>, acesso em 03/09/2014.

*simplicidade, eficiência e economia possível para as condições de design e serviço.*²

Vannevar Bush, engenheiro e político, conhecido por seu envolvimento com o projeto da bomba atômica, definiu a engenharia da seguinte forma:

*Engenharia, num sentido amplo, é a aplicação da ciência de maneira econômica para as necessidades da humanidade.*³

Em 1982, o Comitê de Certificação de Engenharia e Tecnologia dos Estados Unidos definiu formalmente a engenharia como:

*Engenharia é a profissão na qual o conhecimento das ciências matemáticas e naturais, obtido através do estudo, experiência e prática, é aplicado com julgamento no desenvolvimento de novos meios de utilizar, economicamente, os materiais e forças da Natureza para o benefício da humanidade.*⁴

² <http://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/eng-whatisit.html>, acesso em 03/09/2014.

³ <http://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/eng-whatisit.html>, acesso em 03/09/2014.

⁴ <http://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/eng-whatisit.html>, acesso em 03/09/2014.

Já as Diretrizes Nacionais Curriculares do MEC para os cursos de Engenharia dizem que:⁵

“Os Currículos dos Cursos de Engenharia deverão dar condições a seus egressos para adquirir competências e habilidades para:

- a) aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- b) projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- c) conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- d) planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- e) identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- f) desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- g) supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- h) avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- i) comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- j) atuar em equipes multidisciplinares;
- k) compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- l) avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- m) avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- n) assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.”

⁵ http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=12991:diretrizes-curriculares-cursos-de-graduacao, acesso em 02/07/2014.

O engenheiro é, portanto, o profissional que transforma uma ideia ou um conceito em uma aplicação prática, faz a ciência se tornar tecnologia. De acordo com o item *l* das diretrizes, o engenheiro também é responsável por considerar o contexto social e ambiental.

Com base nas definições mostradas anteriormente e considerando-se suas interseções, vamos considerar Engenharia a arte de utilizar o conhecimento científico para desenvolver tecnologia que supra necessidades humanas, pois esta definição contempla os aspectos abordados neste trabalho, como a preocupação social do engenheiro.

2.2. Histórico dos cursos de Engenharia no Brasil

De acordo com Paixão *et al*, 2006, a Engenharia no Brasil teve início em 1792 com a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho (RAAFD), no Rio de Janeiro. Esta Escola surgiu pela preocupação da monarquia com a defesa do país e todos os engenheiros lá formados eram militares. Mais tarde, em 1874, a RAAFD se dividiu em RAAFD e Escola Central, que se tornariam, respectivamente, o Instituto Militar de Engenharia (IME) e a Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Ainda naquele mesmo século, surgiram a Escola de Minas em Ouro Preto, em 1874 e a Escola Politécnica de São Paulo, em 1893; a Escola de Engenharia de Pernambuco, em 1895; a Escola de Engenharia do Mackenzie College, em 1896; a Escola de Engenharia de Porto Alegre, em 1896; a Escola Politécnica da Bahia, em 1897. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra as Escolas criadas no Brasil até 1920.

Tabela 1: Escolas de Engenharia criadas no Brasil até 1920

| Ano de Fundação | Local | Denominação na fundação | Denominação atual |
|----------------------------|--------------|------------------------------------|------------------------------|
|----------------------------|--------------|------------------------------------|------------------------------|

| | | | |
|-------------|---------------------|---|------------------|
| 1792 | Rio de Janeiro – RJ | Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho | UFRJ e IME |
| 1874 | Ouro Preto – MG | Escola de Minas | UFOP |
| 1893 | São Paulo – SP | Escola Politécnica de SP | USP |
| 1895 | Recife – PE | Escola de Engenharia de Pernambuco | UFPE |
| 1896 | São Paulo – SP | Escola de Engenharia do Mackenzie College | UPM |
| 1896 | Porto Alegre – RS | Escola de Engenharia de Porto Alegre | UFRGS |
| 1897 | Salvador – BA | Escola Politécnica da Bahia | UFBA |
| 1909 | Juiz de Fora – MG | Instituto Politécnico | UFJF |
| 1911 | Belo Horizonte – MG | Escola Livre de Engenharia | UFMG |
| 1912 | Curitiba – PR | Faculdade de Engenharia do Paraná | UFPR |

| | | | |
|-------------|--------------|--|--------|
| 1912 | Recife – PE | Escola Politécnica de Pernambuco | UPE |
| 1913 | Itajubá – MG | Instituto Eletrotécnico de Itajubá | UNIFEI |

Fonte: Oliveira, 2010 *apud* Oliveira *et al* 2013

Conforme relata Paixão *et al*, 2006, as primeiras escolas de engenharia tinham como base as escolas europeias e norte-americanas, e valorizavam uma formação bastante teórica. O país vivia um momento de agro exportação e não existia ainda a necessidade de engenheiros industriais. Para Kawamura, 1981, pg. 52, o objetivo das escolas naquela época era formar “*um letrado com aptidões gerais e um mínimo de informações técnico-profissionais, apto a preencher certos papéis da burocracia, na estrutura do poder político e no âmbito das profissões liberais*”.

Ainda de acordo com Paixão, a reviravolta inicial no ensino de engenharia se deu com a crise mundial de 1929 e a queda da bolsa de Nova York. As mudanças políticas e econômicas deram espaço para a indústria de bens de consumo. O ensino, então, se adequou a essa necessidade e começou a ganhar um viés mais prático. Essa fase, que durou até 1945, teve como marcas o uso de tecnologia importada e ampliação de oportunidades para o engenheiro.

O período seguinte, que se estendeu de 1945 até a década de setenta, foi marcado pela ampliação do número de escolas de engenharia no Brasil, devido à crescente industrialização e à globalização que atingia a economia. O engenheiro passou a assumir papéis de administração de empresas, além de gerir a tecnologia instalada. Apesar da gerência de tecnologia, ele se limitava a utilizá-la, já que a criação de tecnologia ainda era algo muito distante da realidade brasileira. Segundo Cunha, 1999, essa época foi, também, marcada pela maior influência norte-americana, por meio de parcerias entre o Ministério da Educação (MEC) e a *United*

States Agency for International Development (USAID), que priorizavam a formação técnica, em detrimento da humana.

Na década de oitenta, começaram as transformações no meio tecnológico, com grande influência europeia e japonesa, principalmente a valorização do trabalho qualificado e o questionamento da importação de tecnologias, incentivando a produção local. Além disso, foi quando se iniciou a formação humana e social do engenheiro, já que se incentivava uma visão global e não mais apenas técnica. Vale destacar que, no ITA, a preocupação com a formação humana de seus alunos vem desde sua fundação, em 1950, de acordo com o livro “Instituto Tecnológico de Aeronáutica 50 anos”.

A Resolução 48/76, que aprovou o currículo mínimo em Engenharia, foi revogada em 1996, pela Lei 9394/96, que estabelece as diretrizes da educação nacional. Juntamente com a volta do crescimento econômico, a lei foi determinante para a expansão dos cursos de engenharia no país. Entre 1989 e 1996, foram criados em média 12 novos cursos por ano; de 1997 e 2005, 80 novos cursos ao ano; após 2005, esta média foi para 100 por ano; desde 2009 está em torno de 200 por ano.

Em 2002, foi aprovada a Resolução 11/2002⁶, que regulamentou as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia e diz que:

“O curso de engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com

⁶ http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=12991:diretrizes-curriculares-cursos-de-graduacao, acesso em 13/08/2014.

visão ética e humanística, em atendimento as demandas da sociedade.”

Essa Resolução destaca a formação humanista, crítica e reflexiva e salienta a necessidade de se considerarem aspectos sociais na resolução de problemas. Dessa forma, traça um perfil de engenheiro que será mostrado neste trabalho: o de engenheiro consciente de seu papel social.

2.3. Papel social do Engenheiro

Segundo Caetano, 2007, Marx divide a sociedade em burguesia, ou proprietários dos meios de produção, e proletariado, ou trabalhadores. De acordo com Dagnino, 2009, apesar de os engenheiros não serem proprietários dos meios de produção, geralmente se identificam mais com essa classe, pois são defensores do capital e não do trabalho. Este é um fato inerente à sua formação, já que são ensinados a valorizar a produção eficiente e com menor custo, voltada ao progresso tecnológico lucrativo.

Isso não significa que os engenheiros tenham a intenção de prejudicar os trabalhadores, mas, por buscarem fazer seu trabalho da melhor forma possível, acabam trazendo consequências que fortalecem o capitalismo e enfraquecem o proletariado. Otimizar e baratear processos significa, de um modo geral, empregar menos mão-de-obra.

Segundo Laudares, 1992:

Com a formação superior plena, o engenheiro é um profissional que desenvolve sua atividade na área de tecnologia; sua responsabilidade é produzir tecnologia e trabalhar os processos

industriais gerando bens para a sociedade, a partir da produção científica disponível.

(LAUDARES, 1992, p. 52).

A visão acima explica porque o profissional da área de engenharia ainda fortalece as relações de classe, mesmo sem perceber. Segundo Dagnino, 2009, a formação do engenheiro, ainda hoje, é voltada para a produção de tecnologia e de processos industriais, de maneira eficiente, colocando sempre em primeiro lugar os interesses do capital. Diante desse quadro, fica claro que, para fazer engenheiros pensarem no fator humano como parte essencial de seu trabalho, é fundamental inserir uma mudança de mentalidade em sua formação.

Tendo em vista a necessidade dessa mudança de mentalidade, muitas escolas de engenharia no Brasil, dentre elas ITA, Unifesp e Unicamp, já oferecem disciplinas na área de Ciências Humanas, como Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Apesar de ser um processo lento, a implantação de cadeiras de CTS é o primeiro passo para desenvolver nos futuros engenheiros a valorização das necessidades humanas.

Para que este novo conceito de formação dos alunos de engenharia se torne sólido e estruturado, as instituições, e os próprios alunos, precisam parar de seccionar o conhecimento em “exato-fundamental” *versus* “humano-perfumaria”⁷ e passar a tratar o processo de construção do conhecimento como um todo, em que cada parte é igualmente indispensável e em que as Ciências Humanas sejam tão significativas quanto os Cálculos e as Físicas para a formação profissional.

Com esse processo de humanização dos engenheiros, espera-se que os profissionais formados sejam conscientes de seu papel social, que é desenvolver tecnologia fundamentada em cooperação, solidariedade e sustentabilidade. Como disse o Professor António Pinto Barbedo de Magalhães na aula inaugural de 2013 dos cursos de engenharia do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC): “A

⁷ Esta é uma mentalidade comum entre alunos de exatas, que, em geral, não valorizam a formação em Ciências Humanas como parte de sua construção como profissional.

engenharia faz-se para transformar o mundo em benefício de todos. Ser um engenheiro sem ser cidadão não vale a pena”.⁸

⁸ <http://linkdigital.ifsc.edu.br/2013/03/26/professor-portugues-fala-sobre-o-papel-social-da-engenharia-em-aula-inaugural/>, acesso em 03/09/2014.

3. TECNOLOGIA SOCIAL

Com a crescente preocupação em se formar um engenheiro consciente de seu papel social, as ciências humanas passaram a fazer parte do currículo de algumas escolas de engenharia do Brasil, como o ITA e a Unifesp. Da interseção entre ciências duras e ciências humanas, surge o que vamos tratar neste capítulo: a tecnologia social.

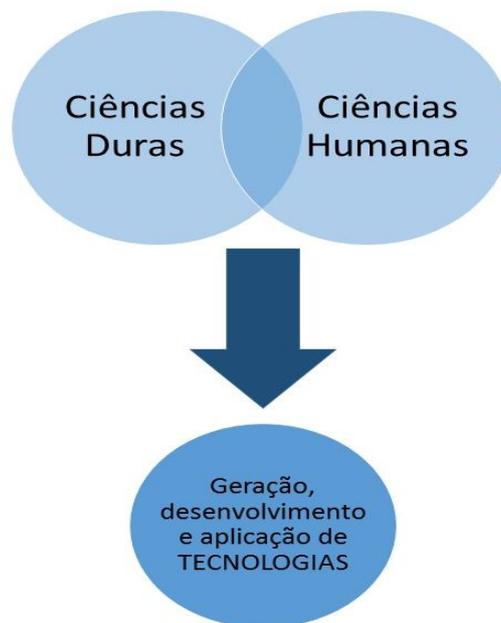


Figura 1: Interseção entre Ciências Duras e Ciências Humanas

Ao contrário do pensamento econômico tradicional, que valoriza o crescimento econômico e o lucro a qualquer custo, a Tecnologia Social (TS) tem como premissa buscar o desenvolvimento humano, a inclusão e a transformação social. O desenvolvimento de TS leva em conta o saber popular e acredita que, aliado ao conhecimento técnico-científico, ele é capaz de gerar tecnologia de transformação.

Segundo Kutkowski, 2005, as tecnologias sociais são participativas, colaborativas e cooperativas, de forma a unir o saber científico, tecnológico e popular, a fim de se beneficiar a população por meio da tecnologia.

Embora não haja uma definição fechada e consensual para Tecnologia Social (TS), pode-se verificar certo consenso no que dizem instituições que se dedicam ao desenvolvimento de TS. Um exemplo é a Fundação Banco do Brasil (FBB), que atua buscando soluções para o desenvolvimento sustentável de comunidades. Segundo a FBB:

“Tecnologia Social compreende produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social.

É um conceito que remete para uma proposta inovadora de desenvolvimento, considerando a participação coletiva no processo de organização, desenvolvimento e implementação. Está baseado na disseminação de soluções para problemas voltados a demandas de alimentação, educação, energia, habitação, renda, recursos hídricos, saúde, meio ambiente, dentre outras.

As Tecnologias Sociais podem aliar saber popular, organização social e conhecimento técnico-científico. Importa essencialmente que sejam efetivas e reaplicáveis, propiciando desenvolvimento social em escala.”

Uma outra definição é a do Instituto de Tecnologia Social (ITS), um instituto que tem como missão “Promover a geração, o desenvolvimento e o aproveitamento de tecnologias voltadas para o interesse social e reunir as condições de mobilização

do conhecimento, a fim de que se atendam as demandas da população”⁹. Segundo o ITS, TS é definida como:

“Conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida.”

Já a Rede de Tecnologias Sociais (RTS), que reúne instituições a fim de promover o desenvolvimento sustentável por meio de TS, diz que:

“Tecnologias Sociais são produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis e inovadoras, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social”¹⁰

As três definições apresentadas, bem como a de Kutkowski, 2005, são muito semelhantes e complementares, e serão usadas indiscriminadamente para nortear este trabalho.

De acordo com o Caderno do ITS (Conhecimento e Cidadania 1), as TS têm as seguintes implicações:

⁹ <http://itsbrasil.org.br/conheca-o-its-brasil/conheca-o-its-brasil>, acesso em 05/10/2014.

¹⁰ <http://www.institutokairos.org.br/atuacao/tecnologias-sociais>, acesso em 05/10/2014.

1. Compromisso com a transformação social: baseia-se em um movimento de mobilização e de conscientização com o objetivo de reduzir as desigualdades sociais;
2. Criação de um espaço de descoberta de demandas e necessidades sociais: a tecnologia social não faz sentido se não se ouvirem as diferentes vozes sociais revelando suas reais necessidades;
3. Relevância e eficácia social: para ser TS não basta contemplar fatores tecnológicos, é necessário promover inclusão social e melhoria nas condições de vida daqueles beneficiados pela tecnologia;
4. Sustentabilidade socioambiental e econômica: tecnologia social deve levar em conta fatores ambientais e de sustentabilidade, buscando matéria-prima e energia renováveis, de forma a preservar o planeta. Além disso, a TS pode gerar riqueza e ser rentável;
5. Inovação: a tecnologia social busca inovação relativa ao grupo beneficiário, potencializando soluções acessíveis, eficazes e sustentáveis;
6. Organização e sistematização: o desenvolvimento de TS requer elaboração de planos de desenvolvimento estruturados, clareza e precisão nos métodos utilizados e sistematização do saber popular;
7. Acessibilidade e apropriação das tecnologias: a tecnologia social valoriza o baixo custo e a facilidade de acesso (o que não significa necessariamente que TS deva ser barata, mas preferencialmente);
8. Processo pedagógico para os envolvidos: todos os envolvidos devem participar do processo pedagógico a da elaboração de soluções, com objetivo final de que as populações conquistem autonomia;
9. Diálogo entre diferentes saberes: os diferentes pontos de vista dos envolvidos na geração de tecnologia social podem, juntos, construir uma visão mais ampla do problema a ser resolvido;

10. Difusão e ação educativa: a efetividade da TS está ligada à divulgação e conscientização popular sobre meio ambiente e sociedade, além da ação educativa desde o ensino infantil até a universidade;
11. Processos participativos de planejamento, acompanhamento e avaliação: todos os envolvidos devem participar ativamente de todos os passos do processo de desenvolvimento da tecnologia, de forma que todos se sintam responsáveis diretamente pelo sucesso do projeto;
12. Construção cidadã do processo democrático: o processo democrático é construído passo a passo, com o envolvimento ativo da sociedade na formulação de políticas públicas referentes à tecnologia.

Os doze pontos apresentados podem ser resumidos em quatro pilares da tecnologia social, conforme mostra Figura 2. Os pilares são: relevância social; ciência, tecnologia e inovação; participação, cidadania e democracia; educação e aprendizado.

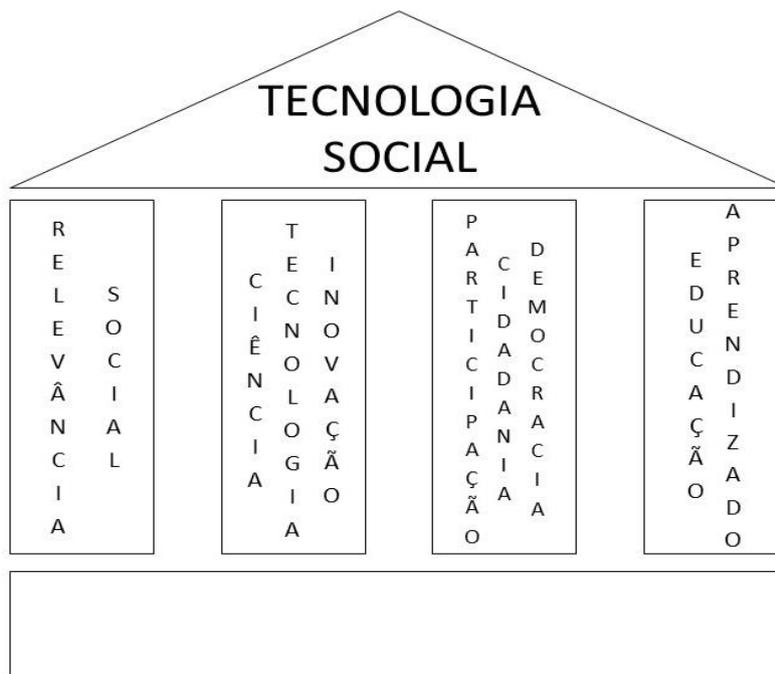


Figura 2: Pilares da Tecnologia Social

Cada um destes pilares possui características e indicadores, de acordo com as implicações da TS, já descritas acima neste Capítulo. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**² relaciona os pilares às suas características.

Tabela 2: Dimensões e características da TS

| Pilares | Características |
|--------------------------------|---------------------------|
| Relevância Social | Eficácia |
| | Sustentabilidade |
| | Transformação Social |
| Ciência, tecnologia e inovação | Solução de demanda social |

| | |
|---|------------------------------|
| | Organização e sistematização |
| | Grau de inovação |
| Participação, cidadania e democracia | Democracia e cidadania |
| | Metodologia participativa |
| | Difusão |
| Educação e aprendizado | Processo pedagógico |
| | Diálogo entre saberes |
| | Apropriação e empoderamento |

O despertar da sociedade para a necessidade de se desenvolver tecnologia social é, na verdade, uma via de mão dupla. A conscientização popular e os movimentos sociais impactam a Universidade, fazendo com que se criem cursos para preparar o estudante universitário de um modo geral, e o de engenharia em particular, para essa nova realidade de preocupação com a demanda social. Por outro lado, as mudanças na Universidade afetam diretamente a formação profissional, e no caso específico dos cursos de Engenharia, buscam fazer com que o estudante de engenharia, e futuro engenheiro, desenvolva sua responsabilidade social e participe ativamente do movimento pela transformação da sociedade.

Embora muito ainda precise ser feito para incentivar o desenvolvimento de tecnologia social no Brasil, já existem iniciativas que têm como principal objetivo impactar positivamente a vida das comunidades, seja com projetos de baixo custo ou com projetos assistivos.

Nesse meio, destacam-se a Poli Cidadã (<http://www.policidadada.poli.usp.br>), que é um programa da USP para estimular estudantes e professores a se envolverem com a sociedade por meio do desenvolvimento de projetos de Tecnologia Social, e

a FBB (<http://www.fbb.org.br>), cujo objetivo central é “promover a inclusão socioprodutiva dos públicos priorizados, tendo como instrumento as tecnologias sociais, observando os 4 princípios da sustentabilidade (respeito cultural, solidariedade econômica, protagonismo social e cuidado ambiental), e contribuindo para o desenvolvimento sustentável do país”.¹¹

Embora o conceito de tecnologia social se aplique a várias áreas do conhecimento, este trabalho pretende focar em sua relação com a engenharia e, para isso, serão apresentados, a seguir, alguns **projetos de engenharia** desenvolvidos no Brasil, bem como as implicações de TS em que se destacam.

a. Catraca Eletromagnética para os Restaurantes COSEAS-USP¹²

O projeto, ainda em andamento, foi idealizado por alunos da Poli-USP. O objetivo é gerar energia elétrica a partir da energia cinética produzida quando os estudantes passam pela catraca do restaurante. A energia gerada será empregada no próprio restaurante para iluminação e aquecimento de alimentos.

Esta é uma iniciativa que evidencia a implicação “sustentabilidade socioambiental e econômica”, por se tratar de uma forma de aproveitamento inteligente de energia. Além disso, vale destacar que o projeto é aplicado dentro do próprio campus da universidade, o que desfaz um pouco do mito de que tecnologia social é focada exclusivamente em contextos de vulnerabilidade socioeconômica.

b. Aquecedor solar de baixo custo¹³

Os aquecedores solares residenciais custam, em média, três mil reais, para aquecer a água de uma casa onde moram quatro pessoas. Já os aquecedores solares

¹¹ <http://www.fbb.org.br/quem-somos/como-atuamos/>, acesso em 10/11/2014.

¹² www.policidade.poli.usp.br/projetos/projeto/view/121/, acesso em 18/06/2014.

¹³ <http://www.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/aquecedor-solar-de-baixo-custo.htm>, acesso em 18/06/2014.

de baixo custo (ASBC), desenvolvidos pela Associação Sociedade do Sol (<http://www.sociedadedosol.org.br/>) em parceria com a FBB, custam entre R\$100,00 e R\$250,00 e são feitos inteiramente de plástico. Estima-se que o investimento inicial seja recuperado em, no máximo, 1 ano. Devido ao seu mecanismo de funcionamento, não se utiliza de alumínio nem de vidro. O dispositivo é de fácil instalação e pode durar até 10 anos.

A foto a seguir ilustra esse tipo de aquecedor solar, diretamente acoplado à caixa d'água de uma residência.



Figura 3: Aquecedor solar de baixo custo

O aquecedor soluciona uma demanda social, já que barateia o custo de energia e é eficiente e sustentável, melhorando a qualidade de vida dos beneficiados. Além disso, observa-se apropriação de tecnologia, já que a construção e instalação do aparato são muito simples, de forma que o usuário possa atuar sozinho e, assim, se torne parte do processo. Por último, pode-se destacar a sustentabilidade ambiental e econômica, caracterizadas pela economia de energia elétrica.

c. Prensa para recicláveis acessível a cooperativas de coleta¹⁴

As cooperativas de coleta e separação de lixo utilizam uma prensa para o material a ser reciclado, que, após prensado, vale mais. Atualmente, utiliza-se uma prensa hidráulica, que funciona bem, mas custa muito caro. A proposta deste projeto foi desenvolver uma prensa alternativa de baixo custo, que pudesse ser adquirida pelas cooperativas de reciclagem de comunidades carentes. O modelo foi desenhado e simulado em CAD, como se pode ver a seguir. O preço estimado varia entre metade e um terço do valor da prensa disponível hoje comercialmente.

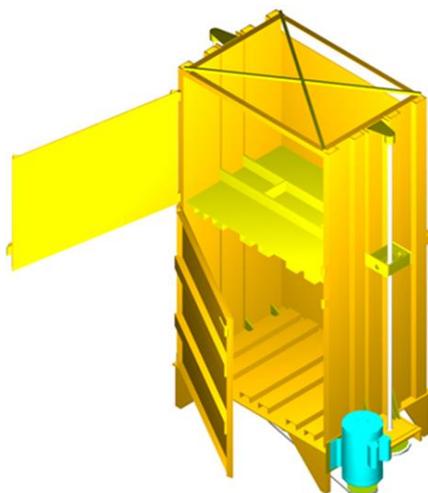


Figura 4: Modelo tridimensional da prensa de baixo custo

A nova prensa soluciona uma demanda social por um substituto de baixo custo, trazendo sustentabilidade econômica e beneficiando as cooperativas de catadores de lixo.

¹⁴ <http://www.policidade.poli.usp.br/projetos/projeto/view/41>, acesso em 18/06/2014.

d. Carrinho para transporte de Iodo-131 radioativo¹⁵

Uma preocupação do Hospital do Câncer de Barretos (HC) é o transporte do Iodo-131, utilizado na braquiterapia, com segurança e baixo custo pelas dependências do hospital. Esta foi a motivação deste projeto. O objetivo era criar e construir o protótipo de um carrinho que pudesse ser utilizado para esse fim, de forma simples, barata e segura. Conforme ilustra a figura a seguir, o modelo criado possui um cofre menor, composto por placas de chumbo, e um cofre maior, composto por placas de chumbo mais finas, revestidas de PVC. O protótipo foi muito bem recebido pelos funcionários do hospital, que sugeriram algumas adaptações para que ele se adequasse ainda melhor às necessidades do dia-a-dia do HC.

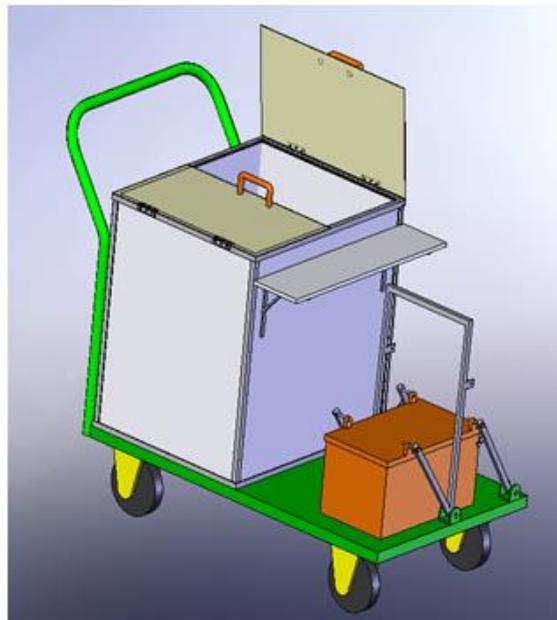


Figura 5: Desenho em CAD do carrinho

¹⁵ http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2008/.../TCC_036_2008.pdf, acesso em 18/06/2014.



Figura 6: Protótipo pronto do carrinho

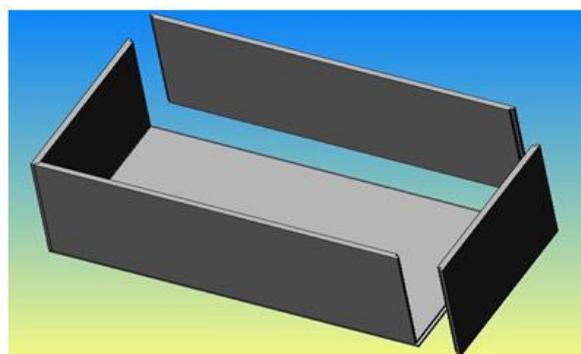


Figura 7: Cofre menor do carrinho

Este projeto foi motivado por uma demanda social pelo transporte seguro e barato do iodo. Destaca-se, ainda, o diálogo entre saberes e a metodologia participativa, já que os funcionários do hospital tiveram voz ativa para opinar e sugerir mudanças no projeto original.

e. Projetor de vídeo artesanal, de baixo custo, para uso educacional¹⁶

O objetivo deste projeto, desenvolvido por alunos da Poli-USP, era construir um projetor de vídeo de baixo custo, que pudesse ser utilizado para a educação ou outras aplicações em comunidades carentes. O projeto é aberto e está disponível para quem quiser construir. O valor final do protótipo é de R\$680,00, contra aproximadamente R\$1500,00 de um projetor tradicional. Conforme ilustra a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o funcionamento é baseado em trocas de calor, aquecimento e resfriamento e formação de imagens reais a partir de objetos, utilizando-se uma lente de Fresnel – lentes de grande abertura e pequena distância focal.

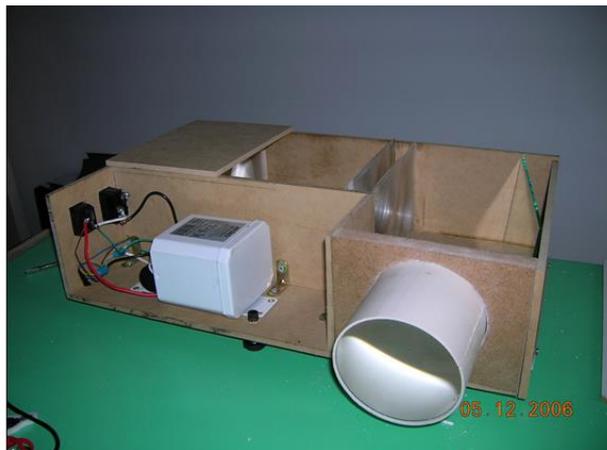


Figura 8: Projetor artesanal de baixo custo

¹⁶ <http://policidade.poli.usp.br/projetos/projeto/view/22>, acesso em 18/06/2014.

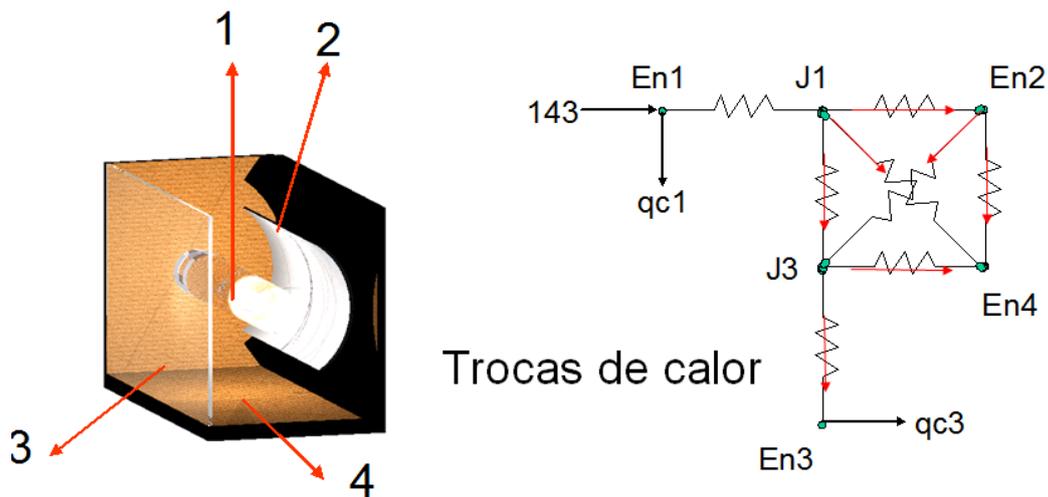


Figura 9: Funcionamento do projetor

Observa-se que o projeto recria uma tecnologia já existente, mas de forma barata e acessível, suprimindo uma necessidade por projetores em escolas de comunidades carentes.

Passamos, agora, a estudar a tecnologia assistiva e a analisar alguns projetos de engenharia com este foco.

3.1. Tecnologia assistiva

Segundo a Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br>), tecnologia assistiva pode ser definida como:

“Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à

atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social”¹⁷

Já o ITS, define tecnologia assistiva como:

“A Tecnologia Assistiva – ou ajudas técnicas – refere-se às pesquisas e ações (produtos, instrumentos, estratégias, serviços e práticas) que vêm em auxílio principalmente de pessoas com deficiência e pessoas idosas, para prevenir, compensar, reduzir ou neutralizar as dificuldades e obstáculos de acesso que a sociedade, tal como ela se configura, coloca a elas, e assim melhorar sua autonomia e qualidade de vida.”

A partir das duas definições, pode-se entender a tecnologia assistiva como um braço, ou uma extensão da tecnologia social voltada para melhorar a autonomia e a qualidade de vida das pessoas que possuem algum tipo de deficiência.

A seguir, vamos apresentar projetos que buscam melhorar a vida dessas pessoas e que estão pautados nos preceitos norteadores deste trabalho.

¹⁷ <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva>, acesso em 06/11/2014.

a. Poli Libras¹⁸

O projeto, já finalizado, foi fruto de um trabalho de conclusão de curso de alunos da Engenharia de Computação da Poli-USP, em 2010. O objetivo do trabalho era criar uma ferramenta de tradução do português para a Linguagem Brasileira de Sinais (LIBRAS), com uma interface gráfica. A entrada do dispositivo é uma frase em português e a saída é uma animação gráfica, com o significado da frase em Libras. Vale destacar que a tradução não é feita palavra a palavra, mas sim semanticamente, como funciona esta linguagem. A nova tecnologia proporciona inclusão aos deficientes, de forma barata e simples. Como o código é aberto, qualquer desenvolvedor pode inclui-lo em áudios e vídeos de seu website, permitindo acessibilidade aos deficientes auditivos.

A figura a seguir ilustra a interface do software Poli-Libras. O usuário deve inserir a frase que deseja traduzir e o software faz a reprodução gráfica para a linguagem de sinais.

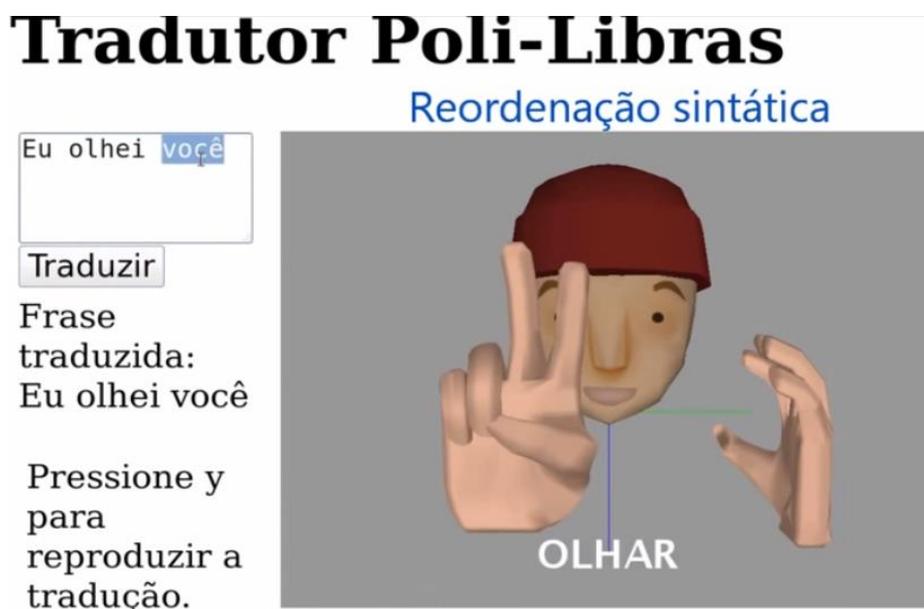


Figura 10: Poli Libras

¹⁸ www.polilibras.com.br, acesso em 18/06/2014.

O projeto se destaca nas implicações de inovação e acessibilidade, já que é um código aberto a qualquer usuário. Além disso, supre demandas sociais por inclusão dos deficientes auditivos, por ser uma ferramenta para melhorar a comunicação entre eles e o restante da sociedade. Finalmente, observa-se um diálogo entre saberes, já que os desenvolvedores do projeto precisaram aprender sobre a linguagem de sinais para criar o software.

b. Aparelho identificador de cores¹⁹

Este projeto, uma parceria de alunos da POLI-USP com a Fundação Dorina Nowill (www.fundacaodorina.org.br), teve como objetivo desenvolver um dispositivo de reconhecimento de cores. O circuito interno é composto por um microcontrolador, um circuito de som e sensores de cor (fotodiodos). Ao se aproximar um objeto e se acionar o dispositivo, ele faz a leitura e a identificação das cores e, em seguida, o circuito de som é acionado, dizendo ao usuário a cor identificada. Uma outra função deste dispositivo é fazer a identificação de cédulas e informar ao usuário o valor da nota em questão. Os principais benefícios relatados por deficientes que testaram o aparelho foram a facilidade na escolha de roupas e na diferenciação de cédulas.

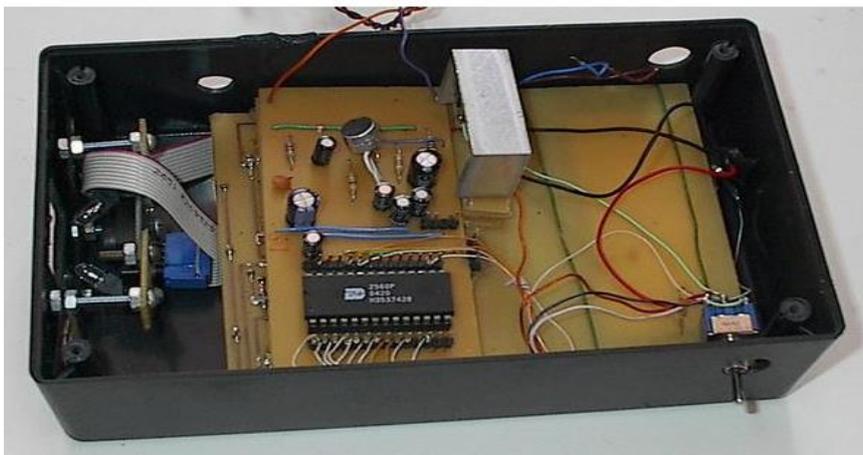


Figura 11: Circuito do identificador de cores

¹⁹ www.policidade.poli.usp.br/media/static/upload/.../realtorio_70.pdf, acesso em 18/06/2014.



Figura 12: Aparelho identificador de cores

O projeto é focado em suprir uma demanda dos deficientes visuais, que é identificar cores e cédulas, melhorando a qualidade de vida de seus usuários.

c. Ferramenta para notação musical em braille²⁰

Este projeto, fruto de uma dissertação de mestrado defendida no curso de Ciência da Computação, Tofani (2012), foi motivado pelas dificuldades que um deficiente visual enfrenta na área da música. Foi desenvolvido um aplicativo capaz de receber informação musical em braille e convertê-la num formato que pode ser lido ou impresso como partitura. O aplicativo é um software de livre distribuição, o que é essencial para a acessibilidade dos deficientes visuais no ambiente musical.

A Figura 13 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra a equivalência entre uma partitura tradicional e a em braille.

²⁰ www.teses.usp.br/teses/disponiveis/45/45134/tde-18102012.../en.php, acesso em 18/06/2014.

The image displays musical notation in Braille and standard staff notation. At the top, there is a small Braille header. Below it, three sections of Braille notation are presented, each enclosed in a red rectangular box and labeled with the numbers 1, 2, and 3 on the left. These sections correspond to the first three staves of the standard musical notation below. The standard notation consists of three staves: the top staff is in treble clef, and the bottom two are in bass clef. The music is in 3/4 time and features a melody in the upper voice and accompaniment in the lower voices. The Braille notation uses various symbols to represent notes, rests, and other musical elements.

Figura 13: Notação musical em braille

A implicação que mais se destaca aqui é o diálogo entre saberes, já que, para desenvolver este projeto, o autor precisou adquirir conhecimento em teoria musical e linguagem braille, além de sua especialidade que é computação. Vale destacar, ainda, o suprimento de uma demanda social por inclusão dos deficientes no universo da música.

d. **Desenvolvimento do protótipo de um virador de página²¹**

Este projeto, também fruto de uma dissertação de Mestrado de Rafani, 2011, consiste em desenvolver um protótipo de virador de página para auxiliar pessoas com deficiência nos membros superiores. O projeto possui alguns requisitos bem específicos: virar uma folha por vez, sem danificá-la; ter velocidade de virada da folha adequada; posicionar o material aberto; não emitir sons que interfiram na leitura; adaptar-se a acionadores diferentes, ser leve e pequeno, ter interface e manutenção simples, ser seguro, manter a integridade dos usuários e ser de baixo custo de material. O projeto foi concluído com sucesso, a um custo material de R\$171,55.

A figura abaixo mostra um livro acoplado a um protótipo do virador, a fim de ilustrar seu funcionamento.

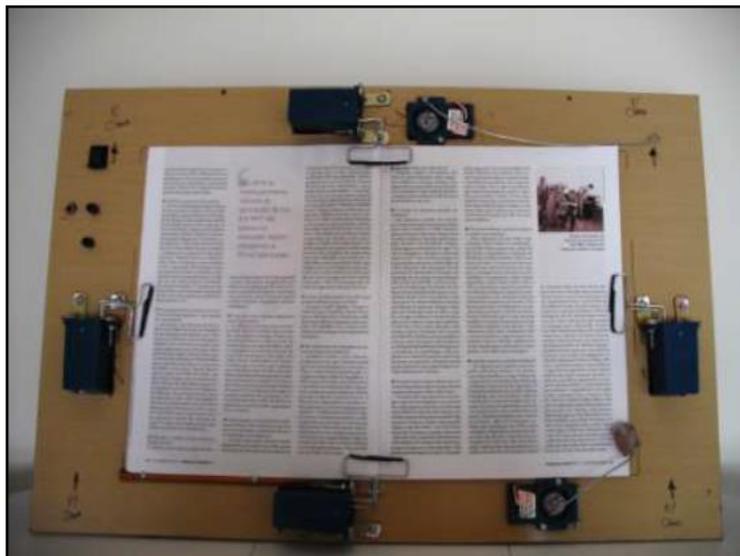


Figura 14: Protótipo do virador de páginas

Este projeto se destaca por sua relevância na vida dos deficientes dos membros superiores, uma vez que cria um espaço de inclusão, em que eles podem realizar uma atividade simples como a leitura.

²¹ www.teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-20072012-162246/, acesso em 18/06/2014.

e. **Luva biônica**²²

O projeto, desenvolvido por alunos do ITA na disciplina MTP-02 – Introdução à Engenharia, consiste em uma luva que funciona como um grande sensor de movimentos. A posição dos dedos, a velocidade dos movimentos e o contato entre os dedos são captados por sensores acoplados à luva e interpretados por um computador, que recebe a informação por Bluetooth. Então o computador compara o padrão recebido com uma base de dados, que são os gestos armazenados na memória da luva. Quando o gesto feito é muito parecido com um gesto que está na biblioteca, ele é identificado e o equipamento consegue transmitir a informação, transformando em voz o que se diz com as mãos. Hoje há duas unidades prontas, que estão sendo utilizadas em testes.



Figura 15: Luva biônica

O projeto atende à demanda por inclusão na sociedade do deficiente auditivo. Destaca-se, ainda, o diálogo entre saberes, já que houve a necessidade de se estudar e entender a linguagem de sinais, bem como as principais necessidades de comunicação dos deficientes, a fim de se desenvolver um projeto relevante para eles.

²² Daniel Koda, idealizador da luva

Observa-se que duas implicações estão presentes em todos os exemplos de tecnologia assistiva: “criação de um espaço de descoberta de demandas sociais” e “relevância e eficácia social”. Isso se deve, predominantemente, à natureza da tecnologia assistiva, que nasce de uma demanda bem específica e possui grande impacto na vida de seu público alvo. Outras características que geralmente vêm associadas às tecnologias assistivas são “inovação”, já que constantemente os produtos desenvolvidos são ideias inéditas, e “diálogo entre diversos saberes”, já que as pessoas que estão desenvolvendo o dispositivo geralmente precisam aprender sobre algo bem específico do mundo do deficiente, por exemplo LIBRAS.

Após esta análise, vamos ao estudo de caso de uma tecnologia que assistiva de baixo custo, entrando em suas principais características, dimensões e relevância como TS.

4. ESTUDO DE CASO: PONTOS DE VISTA

“A leitura é, para a pessoa cega ou para qualquer outro indivíduo, o veículo fundamental de desenvolvimento da comunicação. Não se restringe apenas à satisfação da necessidade de ler por prazer ou para obtenção de informação genérica, mas representa fator decisivo para a formação e desenvolvimento”. (Relatório Anual 2010, Fundação Dorina Nowill para Cegos)

De acordo com o censo de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), há 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual no Brasil, sendo 500 mil completamente cegos. O braille é reconhecido pela UNESCO como o único sistema de leitura tátil e a melhor forma de aprendizado para os deficientes visuais. O processo de impressão e distribuição de livros em braille no Brasil é feito, predominantemente por apenas duas instituições: Instituto Benjamin Constant (<http://www.abc.gov.br>), no Rio de Janeiro, e Fundação Dorina Nowill (<http://www.fundacaodorina.org.br>), em São Paulo. O volume de material impresso produzido por essas duas instituições ainda é muito pequeno, diante do potencial público brasileiro. O principal motivo para a escassez de materiais impressos em braille é que as impressoras braille no Brasil custam em torno de dez mil reais, o que as torna inacessíveis ao usuário doméstico.

O objetivo desta seção é estudar mais a fundo uma iniciativa de tecnologia assistiva desenvolvida por estudantes de engenharia. A “Pontos de Vista” (PV) é uma startup criada por seis alunos do ITA – Felipe Romero, Jônatas Hernandes, Lucas Robatto, Pedro Arbs, Ronaldo Chaves e Samuel Timbó –, a fim de desenvolver uma impressora braille de baixo custo, viabilizando sua aquisição e utilização por deficientes visuais de diferentes classes sociais.

4.1. Histórico

No início de 2012, um grupo de alunos do 2º ano do Curso Fundamental do ITA, desafiado pela disciplina MTP-02 – Introdução à Engenharia, se reuniu para dar início ao projeto de uma impressora. A ideia inicial era desenvolver uma impressora que movimentasse uma caneta e a utilizasse em vez do cartucho. No entanto, o grupo não achou uma boa aplicação para isso e teve a ideia da impressora braille. Os membros do grupo partiram para uma rápida pesquisa de mercado e descobriram que as opções de impressora braille eram muito restritas e caras, custando, no mínimo, dez mil reais. Decidiram, então, que o projeto de MTP seria a impressora braille. Com ajuda de professores, conseguiram construir um protótipo bem simples. Animados com os bons resultados, inscreveram o projeto na Feira de Ciências do ITA naquele mesmo ano, obtendo o primeiro lugar dentre os projetos inscritos.

Ao longo deste processo de projeto para a disciplina e para a feira, o grupo participou da Reatech (<http://www.reatech.tmp.br>), uma feira internacional de tecnologias de reabilitação, inclusão e acessibilidade, e fez contatos com instituições de apoio a deficientes visuais, como o Laramara – Associação Brasileira de Assistência à Pessoa com Deficiência Visual (www.laramara.org.br), em São Paulo, e o Hospital Pró Visão (www.hospitalprovisao.org.br), em São José dos Campos.

A partir disso, a realidade dos deficientes visuais no Brasil começou a ficar clara para os integrantes do grupo e a oportunidade de mercado fez com que decidissem montar uma empresa para comercializar a impressora desenvolvida por eles. A empresa foi batizada de “Pontos de Vista”, em alusão aos caracteres braille.

Com a empresa ainda em estágio embrionário, eles se inscreveram no ITA Challenge 2013, uma competição de empreendedorismo organizada pela Associação de Pós-Graduandos do ITA (APG-ITA), Centro de Competência em Manufatura (CCM) e Empreendedorismo no ITA (eITA). Cada equipe inscrita recebeu mil reais para construir seu protótipo. Com a experiência adquirida anteriormente, o grupo obteve o segundo lugar da competição e ganhou um prêmio de cinco mil reais.

Ao longo da competição, a equipe ampliou sua rede de contatos, criando parcerias com a Fundação Dorina Nowill – referência nacional em inclusão do deficiente visual – e com o Instituto de Cegos Padre Chico (<http://www.padrechico.org.br>) – referência em educação de deficientes visuais. Na Fundação Dorina Nowill, fizeram contato com o responsável por novos produtos, que se dispôs a ajudar na distribuição e venda da impressora. Já no Padre Chico, conversaram com o responsável pela manutenção das impressoras, que ajudou com informações técnicas sobre peças e processo de manutenção, além de abrir as portas do Instituto para o teste da impressora a ser desenvolvida.

Além do reconhecimento e do prêmio em dinheiro, o principal fruto do ITA Challenge para a equipe foi o contato e apoio do governo federal que, por meio do deputado Otávio Leite, aprovou uma emenda orçamentária de 300 mil reais de investimento no projeto, por reconhecer sua relevância e seriedade. A verba será recebida por meio do ITA, que vai oferecer a estrutura necessária (instalações e equipamentos) para o projeto passar de protótipo a um produto final comercializável.

Atualmente, a equipe está trabalhando na parte burocrática da criação da empresa, que já está sendo incubada pela Incubaero, uma incubadora de empresas e projetos, criada pela Fundação Casimiro Montenegro Filho em parceria com o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) e a prefeitura de São José dos Campos.

A “Pontos de Vista”, apesar de estar em estágio inicial, já possui uma missão bem definida, que é desenvolver uma impressora braille de baixo custo. Como startup, fazer a integração universidade-sociedade, mostrando que é possível que a universidade trabalhe integrada com a sociedade e focada em suas necessidades.

A seguir, serão apresentados os principais aspectos da “Pontos de Vista”, como seus objetivos, o funcionamento da impressora em si e os próximos passos da empresa. Finalmente, este caso será relacionado com o conteúdo do trabalho.

4.2. Objetivos

4.2.1. Social

O objetivo social do projeto é desenvolver uma impressora braille de baixo custo para que os deficientes visuais e as instituições tenham acesso fácil a essa tecnologia. As outras opções que existem no mercado custam muito caro, tornando-as exclusividade de uma classe social mais alta ou de instituições. A criação e comercialização de um equipamento de baixo custo vai popularizar o acesso a impressoras braille.

As impressoras braille que existem hoje custam em torno de dez mil reais, enquanto a desenvolvida pela “Pontos de Vista” deverá custar mil reais. Considerando apenas o público totalmente cego no Brasil, 500 mil pessoas, e estimando que 15% desse público sabe ler em braille e que a penetração no mercado seria de 25%, chega-se a mais de 18 mil pessoas beneficiadas pela impressora.²³

4.2.2. Tecnológico

O objetivo tecnológico é desenvolver uma impressora *user friendly*, de fácil instalação, utilização e manutenção, que possa ser acoplada a qualquer computador, totalmente adaptada externamente ao deficiente visual, para que ele possa utilizá-la sem ajuda ou supervisão. Um outro objetivo é imprimir, além de texto, caracteres especiais (fórmulas, letras gregas, símbolos, etc.), sempre utilizando papel sulfite simples, pois, caso se utilize papel especial, o custo associado ao uso da impressora subirá, prejudicando o objetivo social.

4.3. A impressora braille: funcionamento

A impressora é composta por um software e um hardware. O software tem uma interface gráfica, mostrada na Figura 19

²³ Informações fornecidas pelos membros da PV.

encontrada., por meio da qual se seleciona um arquivo de texto em .doc, .txt ou .pdf, e o programa o converte para braille e solicita a impressão.

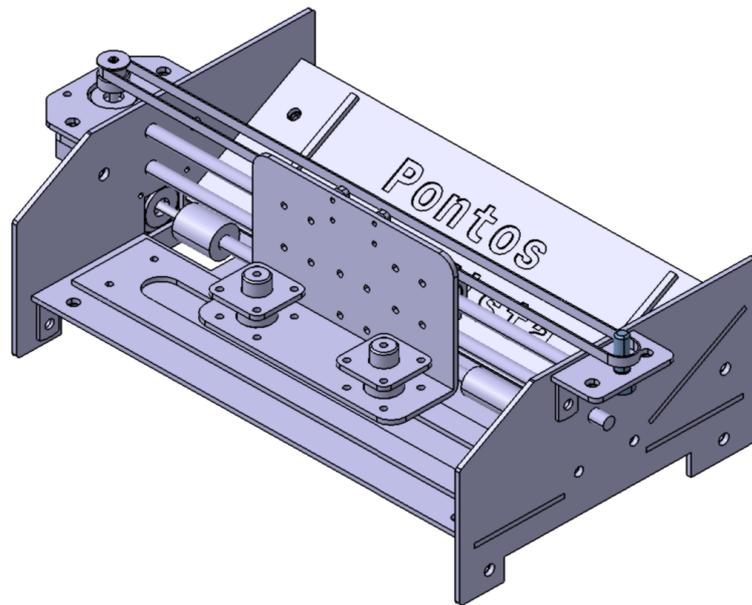


Figura 16: Modelo tridimensional da impressora braille

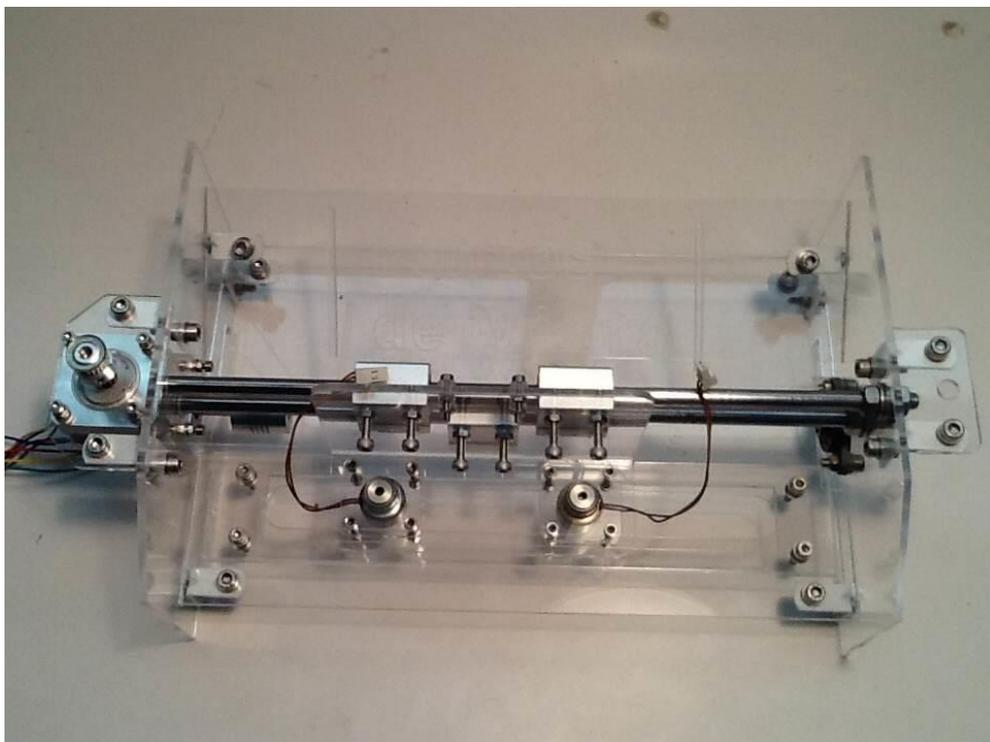


Figura 17: Protótipo da impressora braille

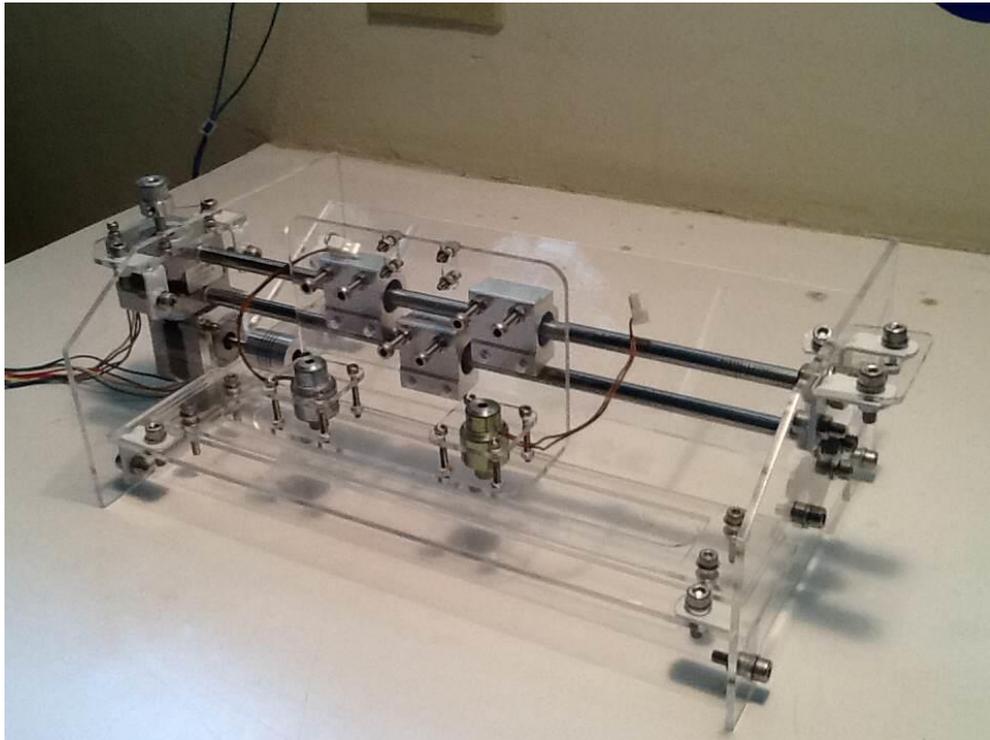


Figura 18: Protótipo da impressora braille

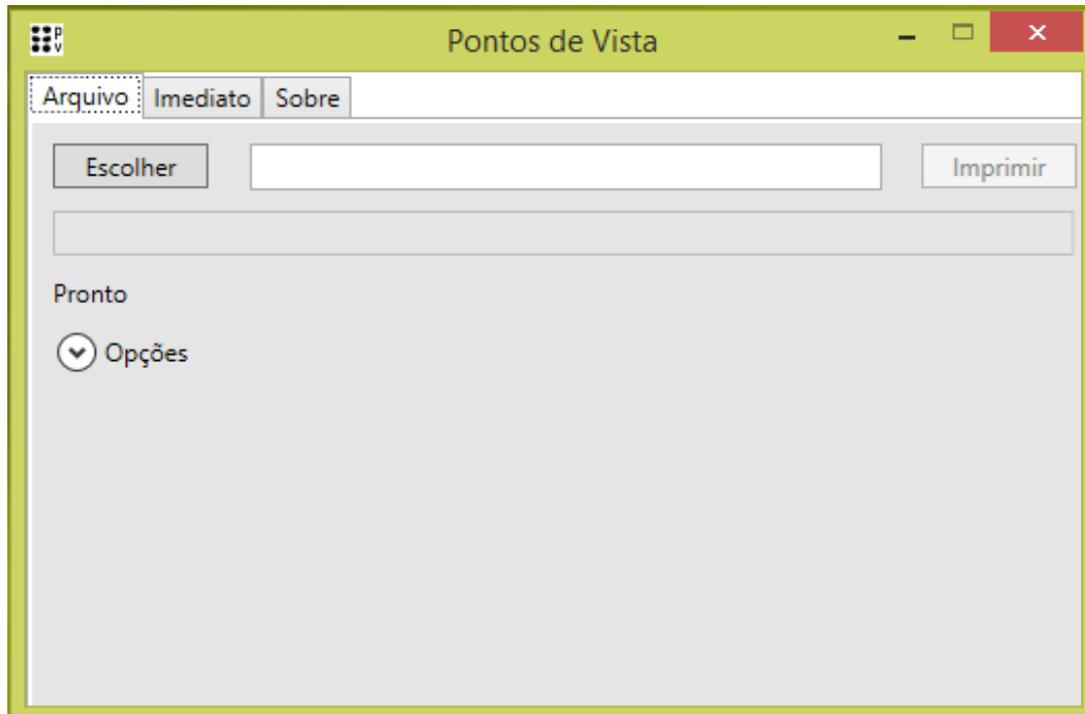


Figura 19: Interface gráfica da impressora braille

Em seguida, o hardware passa a atuar. O microcontrolador controla os motores de passo, os sensores e os solenoides. Os solenoides têm o núcleo móvel e, quando energizados, geram um campo magnético, que empurra o núcleo para fora do solenoide, fazendo a punção no papel. Um diagrama esquemático é mostrado na Figura 20 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Vale destacar, aqui, a importância da formação em engenharia para a concepção e a construção da impressora. Algumas disciplinas de eletrônica, como Sistemas de Controle e Eletrônica Analógica, foram essenciais para o desenvolvimento do projeto, o que exemplifica o papel do engenheiro como gerador de tecnologia social.

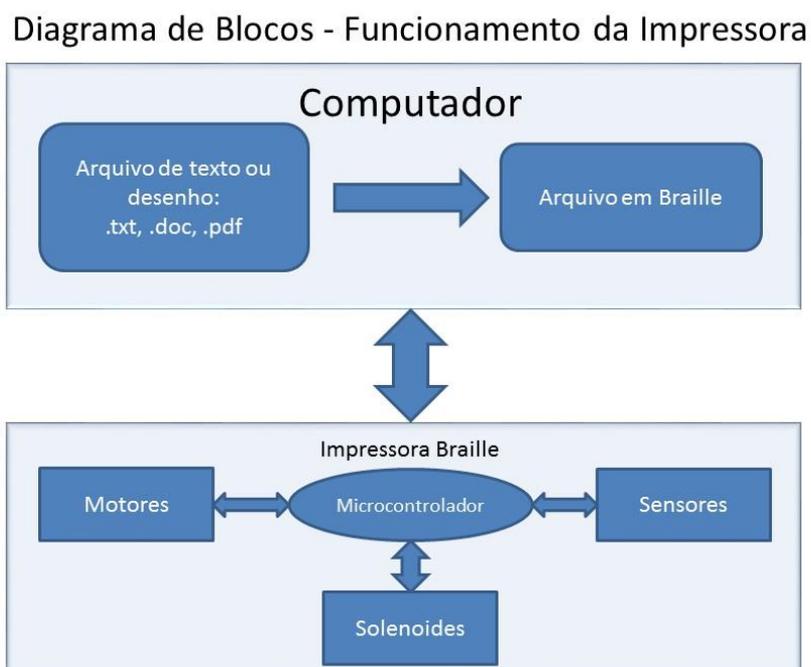


Figura 20: Funcionamento da impressora braille

4.4. Próximos passos

4.4.1. Do projeto

O próximo passo em termos de projeto é construir um laboratório no ITA, utilizando a verba recebida pelo Governo Federal. O pedido de equipamentos e material já foi feito e a previsão é que se receba todo o maquinário no início de 2015.

Além disso, deseja-se alterar a técnica de impressão, que atualmente é feita por punção. Tal técnica utiliza solenoide, que, por ser uma peça cara, aumenta consideravelmente o custo do produto final. Atualmente, o grupo estuda a possibilidade de utilizar a impressão 3D com silicone, o que baratearia significativamente o processo.

4.4.2. De produtividade

Um outro próximo passo é chegar a um produto reproduzível em escala. Para isso, é necessário um software robusto e um circuito eletrônico de fácil reprodução. Além disso, a estrutura da impressora ainda deve passar por reformulações. Estima-se que serão utilizados mais quatro protótipos antes de chegar ao produto final.

4.4.3. Da empresa

A empresa está incubada na Incubaero, buscando parcerias com investidores. Com apoio de fundações de amparo, como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), a equipe está buscando os meios necessários para a oficialização da empresa.

Atualmente, está sendo desenvolvida a parte administrativa da empresa: plano de negócios, modelo de negócios, missão, visão, valores.

Os empreendedores estão agora buscando novos meios de divulgação e o website deve ir ao ar em breve.

4.5. “Pontos de Vista” e Tecnologia Social

A empresa “Pontos de Vista” é um exemplo de inovação social, em que se podem observar os pilares da TS, mostrados no Capítulo 3. O primeiro pilar é “Relevância Social”, que se manifesta pelas implicações “compromisso com a transformação social”, “relevância e eficácia social” e “sustentabilidade socioambiental e econômica”. É possível encontrar todos estes indicadores no projeto da PV, já que o produto desenvolvido busca melhorar a qualidade de vida de milhares de deficientes visuais, gerando impacto social. Além disso, a sustentabilidade econômica se manifesta uma vez que a empresa é um exemplo de empreendedorismo e inovação social, pois apesar de desenvolver tecnologia assistiva, também deseja ser rentável.

O segundo pilar é “Ciência, Tecnologia e Inovação”, representado pelos indicadores “criação de um espaço de descoberta de demandas e necessidades sociais”, “inovação”, “organização e sistematização”. O primeiro indicador se manifesta claramente no projeto, já que a impressora é a resposta à necessidade de se gerar material impresso para os deficientes visuais. Já a inovação é observada em menor escala, uma vez que já existem outras impressoras braille disponíveis no mercado. O grande desafio de inovação, na verdade, é reduzir o custo do produto. Já a organização e sistematização estão claras no planejamento estruturado que a empresa possui.

O terceiro pilar é “Participação, Cidadania e Democracia”, refletido pelas características “difusão e ação educativa”, “processos participativos de planejamento, acompanhamento e avaliação” e “construção cidadã do processo democrático”. Este é o pilar mais frágil no projeto da PV. Nenhuma das características é dominante, apesar de o projeto ter implícito o fato de que a tecnologia está socialmente implicada. Em se tratando de difusão e ação educativa, o projeto tem uma consequência indireta que é a disseminação do braille para os deficientes visuais, possibilitando maior acesso ao conhecimento e possibilidade de engajamento em diversas questões, o que conduz à construção cidadã do processo democrático. Já a implicação de planejamento, acompanhamento e avaliação não é tão forte porque os beneficiados pelo produto final não estão diretamente envolvidos com o processo.

O quarto e último pilar é “Educação e Aprendizado, cujas implicações são “acessibilidade e apropriação de tecnologias”, “processo pedagógico para todos os envolvidos” e “diálogo entre diferentes saberes”. Esta coluna é a mais forte no projeto da impressora braille, que é de baixíssimo custo em relação às disponíveis no mercado. Além disso, existe um processo de troca de aprendizado, em que o usuário se familiariza com o dispositivo e os desenvolvedores aprendem mais da necessidade e da realidade do deficiente, o que, além de apontar para o processo pedagógico, indica claramente o diálogo entre diferentes saberes.

Em resumo, a impressora braille da empresa “Pontos de Vista” é uma excelente ilustração para este trabalho, uma vez que trata, simultaneamente, de tecnologia assistiva e de tecnologia baixo custo, contemplando a maioria das implicações de tecnologia social.

5. CONCLUSÃO

Sabe-se que a tecnologia social é concebida pela união de diversas áreas do conhecimento. Este trabalho teve como principal objetivo entender o papel do engenheiro neste processo.

Primeiramente, estudaram-se pontos relativos à Engenharia, como sua definição, evolução dos cursos de engenharia no Brasil e o papel social do engenheiro. Em seguida, estudou-se a Tecnologia Social discutindo-se suas diferentes definições, bem como suas implicações e pilares. Apresentaram-se, ainda, alguns exemplos de projetos de engenharia voltados para TS. Discutiu-se, também, uma importante vertente de TS, que é a tecnologia assistiva. Da mesma forma como foi feito anteriormente, exploraram-se suas definições e alguns exemplos de projetos de engenharia no Brasil relativos à tecnologia assistiva.

O passo seguinte foi estudar um projeto de tecnologia assistiva desenvolvido por alunos do ITA: uma impressora braille simples e de baixo custo. O projeto é um exemplo de TS prestes a se tornar um caso de empreendedorismo social, já que o grupo envolvido está oficializando uma empresa para comercializar a impressora. Analisou-se, ainda, em que medida as implicações de tecnologia social estão presentes neste projeto.

Ao fim deste trabalho, foi possível entender a importância da formação em CTS e como isso impacta um engenheiro em relação a seu papel social.

Embora tenham contemplado vários aspectos de TS e Engenharia neste trabalho, esta análise se restringiu ao cenário brasileiro, de forma que uma sugestão para trabalhos de graduação futuros seria que se estudassem, como inspiração para o desenvolvimento de TS no Brasil, os movimentos internacionais em tecnologia social, como o D-Lab do MIT (<http://d-lab.mit.edu>), os cursos de *Humanitarian Engineering* de diversas escolas americanas e o *Engineering for Change* (www.engineeringforchange.org), uma comunidade de engenheiros que buscam melhorar a qualidade de vida de pessoas ao redor do mundo.

Em minha formação como engenheira, o trabalho foi impactante, uma vez que me possibilitou enxergar muito além da formação técnica, trazendo a

consciência cidadã que um engenheiro deve ter para construir um mundo melhor para esta geração e as futuras.

Ao longo dos últimos seis anos, foi possível observar mudanças significativas no curso fundamental do ITA, no sentido de motivar os alunos e incentivá-los a se envolver nos projetos de engenharia (especialmente com o enfoque social) desde o início do curso. Embora o ITA já tenha despertado para essa necessidade, espero que este trabalho possa provocar uma reflexão dentro do ITA, no sentido de compreender plenamente a necessidade de, por meio de ensino, pesquisa e extensão, conduzir seus alunos a uma reflexão sobre as questões sociais e seu papel neste contexto.

Espero, ainda, que, em um futuro não muito distante, cada curso de engenharia no Brasil possa oferecer formação em CTS, gerando uma onda de transformação nas próximas gerações de engenheiros do nosso país.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, R.P., HADDAD, A.N. **As novas diretrizes curriculares confrontadas com a Resolução CFE 48/76, sob a ótica do sistema de fiscalização do exercício profissional.** 2001.
- BERSH, R. **Introdução à tecnologia assistiva.** 2013.
- Biblioteca Digital USP. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/>. Acesso em 18/06/2014.
- CAETANO, E. C. O. **A divisão do trabalho: uma análise comparativa das teorias de Karl Marx e Emile Dürkheim.** 2007.
- Conhecimento e Cidadania 1 – Tecnologia Social (Caderno do ITS).
- CUNHA, F.M. **A formação do engenheiro na área humana e social: um estudo de caso no curso de engenharia industrial elétrica do CEFET-MG.** 1999.
- DAGNINO, R.; NOVAES, H.T. **O papel do engenheiro na sociedade. Revista Tecnologia e Sociedade.** 2009.
- Decreto nº 23.569 de 11 de dezembro de 1933. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23569.htm/. Acesso em 13/08/2014.
- Diretrizes Curriculares- Cursos de Graduação. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=12991:diretrizes-curriculares-cursos-de-graduacao/. Acesso em 02/07/2014.
- Fundação Banco do Brasil. Disponível em: <http://www.fbb.org.br/>. Acesso em 18/06/2014.
- FURTADO, A.F. **Um estudo sobre o desafio do ensino de engenharia frente aos problemas econômicos, energéticos e a sustentabilidade.** 2013.
- Incubaero. Disponível em: www.incubaero.org.br/. Acesso em: 03/09/2014.

Instituto de Tecnologia Social. Disponível em: <http://itsbrasil.org.br/conheca-o-its-brasil/conheca-o-its-brasil/>. Acesso em 05/10/2014.

Instituto Federal de Santa Catarina. Disponível em:
<http://www.ifsc.edu.br/campus-florianopolis/3077-professor-portugues-fala-sobre-o-papel-social-da-engenharia/>. Acesso em: 18/10/2014.

Instituto Kairós. Disponível em:
<http://www.institutokairos.org.br/atuacao/tecnologias-sociais/>. Acesso em 05/10/2014.

LAUDARES, J.B. A formação do engenheiro em duas instituições mineiras: o CEFET-MG e a IPUC-MG. 1992.

Manual de normas e diretrizes da USP. Disponível em:
<http://www.usp.br/drh/novo/manuais/definicoes.html/>. Acesso em 18/06/2014.

O que é engenharia? Disponível em:
<http://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/eng-whatisit.html/>. Acesso em 03/09/2014.

OLIVEIRA, V.F. et al. Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil, 2013.

PAIXÃO, E.L.; LAUDARES, J.B.; VIGGIANO, A.R. O ensino de Engenharia e a formação do engenheiro: contribuição do programa de mestrado em tecnologia do CEFET-MG - educação tecnológica. COBENGE, Passo Fundo, 2006.

Poli Cidadã. Disponível em: <http://www.policidadada.poli.usp.br/>. Acesso em 18/06/2014.

Poli Libras. Disponível em: <http://www.polilibras.com.br/>. Acesso em 18/06/2014.

Portal da Indústria. Disponível em:

<http://www.portaldaindustria.com.br/senai/iniciativas/programas/olimpiadas-do-conhecimento/>. Acesso em 18/06/2014

RAFANI, Samira Mercaldi. **Desenvolvimento do protótipo de um virador de página**. 2011.

Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência.

Disponível em:

<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva/>. Acesso em 06/11/2014.

Tecnologia e desenvolvimento social e solidário, 2005, editora da UFRGS.

TOFANI, A.P.M.. **Uma ferramenta para notação musical em braille**. 2012.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

| | | | |
|--|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| ¹ CLASSIFICAÇÃO/TIPO | ² DATA | ³ REGISTRO N° | ⁴ N° DE PÁGINAS |
| TC | 21 de novembro de 2014 | DCTA/ITA/TC-093/2014 | 63 |
| ⁵ TÍTULO E SUBTÍTULO: | | | |
| O papel do engenheiro no desenvolvimento de tecnologia social | | | |
| ⁶ AUTOR(ES): | | | |
| Juliana Modesto Guimarães da Rocha Tristão | | | |
| ⁷ INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): | | | |
| Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA | | | |
| ⁸ PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: | | | |
| Tecnologia Social. Tecnologia Assistiva. Engenharia. | | | |
| ⁹ PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: | | | |
| Mudanças sociais; Ciência e tecnologia; Tecnologia da Informação; Inovações tecnológicas; Sociologia. | | | |
| ¹⁰ APRESENTAÇÃO: | | | |
| | | X Nacional | Internacional |
| ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica. Orientadora: Silvia Matravolgyi Damião. Publicado em 2014. | | | |
| ¹¹ RESUMO: | | | |
| <p>Este trabalho tem como objetivo compreender plenamente o papel do engenheiro no desenvolvimento de tecnologia social. Para isso, estudou-se a engenharia, passando por definição, histórico dos cursos no Brasil, o papel social do engenheiro. Em seguida, estudou-se a tecnologia social (TS), com definições, implicações e exemplos, passando pela tecnologia assistiva, uma importante vertente de TS. Finalmente, fez-se um estudo de caso de um projeto de impressora braille de baixo custo. Como conclusão, observou-se a importância da inserção de disciplina de Ciência, Tecnologia e Sociedade na formação de engenheiros, a fim de que eles possam desenvolver plenamente seu papel social.</p> | | | |
| ¹² GRAU DE SIGILO: | | | |
| (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO | | | |