



## A CONTRIBUIÇÃO DA FÍSICA PARA A ABORDAGEM DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA NAS ENGENHARIAS: UM OLHAR EPISTEMOLÓGICO

**Lilian N. Pereira** – liliannunespereira@gmail.com  
Universidade Paulista (UNIP), Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET)  
Rua Dr. Bacelar, 1212 – Vila Clementino  
CEP: 04026-002 São Paulo – SP

**Pedro J. G. Ferreira** – pedrojgf@unip.br

**Alexandre D. Frugoli** – alefrugoli@unip.br

**Iara B. de Lima** – iarabl14@hotmail.com

**Túlio C. Vivaldini** – tuliocv@live.com

**Pedro A. Frugoli** – pedrofrugoli@unip.br

**Thais C. dos Santos** – thais\_cavalheri@yahoo.com.br

**Resumo:** Atualmente no que diz respeito aos cursos superiores de engenharia baseados no binômio Ciência e Tecnologia, encontra-se um paradigma que projeta o par como um bem ao homem e à sociedade. Por conta disto a LDB (Leis de Diretrizes e Bases) instaura uma das finalidades dos cursos superiores, que é visar o desenvolvimento da ciência como tecnologia, do homem e do meio em que vive. Neste sentido, o colegiado dos cursos de engenharia da Universidade Paulista (UNIP), busca proporcionar uma formação discente sólida no campo da ciência e tecnologia, agregando valores para o conhecimento técnico-científico, formando uma compreensão crítica ao aluno e preparando-o para o mercado de trabalho. Como consequência, é necessário o desenvolvimento de uma cultura epistemológica para a discussão de métodos a fim de atingir estes propósitos. Neste âmbito, insere-se a importância da física abarcando um olhar epistemológico buscando construir bases disciplinares do curso de engenharia, pautando-se nos discursos dos Métodos de Galileu Galilei, Renè Descartes e Francis Bacon, edificando assim os pilares teórico-científicos que conceituam a tecnologia como a ciência aplicada.

**Palavras-chave:** Ensino de física para engenharias, Epistemologia da ciência, Método científico, Formação acadêmica.



## 1. INTRODUÇÃO

Após os avanços tecnológicos alcançados posteriormente à 2ª Guerra mundial, os cursos acadêmicos passaram por processos de reformulação visando o caráter técnico-científico. Como resultado, surgiu o termo “tecnociência” [OLIVEIRA, 2010; ECHEVERIA, 2004], sendo que até o século XIX a técnica não possuía qualquer finalidade científica [SILVEIRA, *et. al.*, 2005]. Deve-se ter em mente que a tecnologia não é meramente o “estudo da técnica”, e sim uma aplicação direta científica. Depois desta mudança de pensamento, a visão positivista regrada na teoria onde o observável independe das impressões sensíveis, expectativas e pré-conceitos [SILVEIRA, 1996] foram deixados de lado, pois o objetivo principal era buscar a contextualização das teorias com a realidade.

Segundo Kuhn [KUHN, 2003], para suprir a exigência da contextualização, foi necessário romper as fronteiras clássicas instauradas dentro da academia, inaugurando o estilo interdisciplinar. De fato, atualmente é indispensável para a formação discente, principalmente no curso de engenharia, o caráter inter, multi e transdisciplinar. Neste âmbito, devem ser inseridas atividades de caráter investigativo, englobando toda a grade de disciplinas, visando o “saber pelo fazer”. Uma exemplificação que corrobora com estes ideais são realizadas semestralmente nos cursos de engenharia da UNIP: a Atividade Prática Supervisionada (APS). Esta atividade prática tem como finalidade a resolução de um problema experimental em escala reduzida com a explicação teórica sobre o assunto, criando pontes entre o mundo abstrato das ideias e o mundo real [FERREIRA, *et. al.*, 2014]. A fim de criar métodos investigativos para a construção do pensamento científico, comprovando que a tecnologia é redutível à ciência [BAZZO, *et. al.*, 2003], deve-se compreender os discursos metodológicos fundamentados nos pensamentos de Galileu (método empirista) [RAMPAZZO, 2005], Descartes (cartesianismo) [DESCARTES, 2000] e Bacon (o “saber pelo fazer”) [BACON, 2007]. Isso conjectura o binômio ciência e tecnologia.

## 2. A ABORDAGEM DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE - CTS

O estudo etimológico da palavra tecnologia, a qual é proveniente do grego (*τεχνολογια*), tem como significado o “estudo da técnica, da arte e do ofício”. Desta forma, pode-se dizer que a tecnologia refere-se aos sistemas desenvolvidos com base no conhecimento científico. Como qualquer área de conhecimento científico, a tecnologia é construída por diversos paradigmas que se resumem em conjuntos de problemas e soluções que devem ser resolvidos de CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Estes paradigmas incitam os esforços tecnológicos dando espaço a processos criativos para a resolução de problemas. Segundo Silveira [SILVEIRA, *et. al.*, 2005] “cada paradigma tecnológico envolve uma tecnologia, uma mudança de técnica”. Um fator de suma importância para os processos criativos provém do conhecimento prévio do indivíduo, podendo construir seu pensamento técnico-científico, interagindo com o mundo à sua volta. Nas palavras de Silveira [SILVEIRA, *et. al.*, 2005 *apud* LUJÁN e CEREZO, 2004].

*“O conhecimento científico prévio é a melhor ferramenta para controlar as consequências para a aplicação tecnológica, pois não se trata de um*



*processo “cego”, e sim de uma intervenção com o mundo...”*

O processo de interação com o mundo em volta deve ser feito principalmente por meio do exercício do senso crítico do indivíduo. O Método Cartesiano de Descartes baseia-se principalmente na busca da verdade, a qual só poderá ser encontrada através da dúvida [DESCARTES, 2000]. Neste sentido, a academia não pode apresentar uma cultura sem fundamentos racionalmente satisfatórios e vazios de interesses para a vida na sociedade. Nas palavras de Descartes: “A ciência deve nos tornar senhores da natureza”, e em tempos modernos, a tecnologia tem como pilar a ciência, nas palavras de SILVEIRA [SILVEIRA, *et. al.*, 2005].

*“A tecnologia concede à ciência precisão e controle nos resultados e descobertas, facilitando não só a relação do homem com o mundo, possibilitando o domínio, controle e a transformação do mesmo.”*

No tocante, deve-se criar um método para a busca do conhecimento verdadeiro para que, de posse da verdade, pode-se interagir com o mundo estabelecendo uma nova ordem dominada pela razão. Na qualidade de seres pensantes (*res cogitans*) pode-se e deve-se transformar as coisas em ideias, convertendo “coisas” (*res extensa*) em objetos de conhecimento, evidenciando assim o domínio sobre elas [CARVALHO, 2014]. Desta forma, o conhecimento se transpõe do caráter especulativo em direção a um processo de construção tecnológica.

Atrrelado ao método cartesianista para a construção do senso crítico, não há dúvidas de que a ligação entre ciência e tecnologia inicia-se com o empirismo. Galileu foi um dos primeiros cientistas modernos a descrever o Método da Indução Experimental [RAMPAZZO, 2005], o qual se baseia inicialmente na formulação de hipóteses sobre uma situação-problema, depois a simulação em menor escalar do problema proposto inicialmente e, por fim a contraposição entre as hipóteses levantadas inicialmente e os resultados das experimentações. Desta forma, pode-se mensurar os conhecimentos prévios (conhecimentos *à priori*) com os adquiridos (conhecimentos *à posteriori*) com os resultados experimentais. Ao interagir com o universo empírico, o indivíduo vivencia genuinamente o funcionamento e a dinâmica dos objetos técnicos por meio da investigação e do questionamento com a percepção da relação prático-teórica, o que é de grande valia para os cursos de engenharia no que se diz respeito a CTS. Nas palavras de Silveira [SILVEIRA, *et. al.*, 2005 *apud* JAPIASSU, 1981].

*“(...) Doravante cabe-lhe a responsabilidade de detectar as leis gerais da natureza. Quanto ao trabalho propriamente produtivo (...), é da alçada de engenheiros que utilizam as descobertas dos cientistas em termos de aplicações particulares.”*

Avigorando estas duas vertentes metodológicas, o racionalismo de Descartes e o indutivismo de Galileu, seguem as ideias de Francis Bacon. Seus ideais, assim como os de Descartes e Galileu, alicerçam as bases da ciência e da filosofia moderna. Para Bacon o ser humano deve possuir domínio sobre sua realidade, e a ciência moderna, atrelada à tecnologia,



deve ser transformada em uma obra que beneficie a vida humana [BACON, 2007; OLIVEIRA, 2010]. Nesta linha de raciocínio, Bacon dizia que o “saber é poder”. Bacon quebrou o paradigma onde a ciência só gerava meditações a cerca da natureza, sendo que, para ele seria necessário à construção de aparatos tecnológicos, denominados instrumentos e recursos, os quais auxiliariam e ampliariam o poder do intelecto. O saber pelo fazer, para Bacon, não era puramente só o conhecimento das teorias, mas, sobretudo a aplicação prática das mesmas. Nas palavras de Oliveira [OLIVEIRA, 2010]:

*“Bacon trouxe para o terreno da filosofia natural noções, como a de colaboração, progressividade e operacionalidade, que se fizeram decisivas no desenvolvimento científico. A concepção do conhecer como um fazer e do fazer que é ele mesmo um conhecer, (...) alcança em sua filosofia uma sistematização da maturidade que fazem seu projeto de reforma do conhecimento uma matéria fundamental para a reflexão em torno da relação entre ciência e tecnologia”*

Ao contrário de Galileu, Bacon colocava o empirismo em primeiro plano no seu Método Científico. Para ele, a busca da verdade só poderia ser feita através da experiência, do fazer, eliminando assim todos os erros natos do ser humano. O processo de descrição de todas as circunstâncias em que o fenômeno ocorre e a avaliação daquelas em que o fenômeno não ocorre, são necessárias para o processo de construção do pensamento científico-tecnológico. Para Bacon o mais importante era a descrição das causas fenomenológicas e não as descobertas, Oliveira [OLIVEIRA, 2010]: retoma dizendo:

*“(...) as descobertas que marcavam o desenvolvimento das técnicas não significavam necessariamente conhecimento nem apontavam necessariamente para o seu avanço principalmente porque não se preocupavam com as causas básicas.”*

No contexto da vivência experimental, do “fazer”, Bacon pauta toda a sua metodologia transformando a técnica do saber-fazer (*know-how*) para a técnica como conhecimento, (*knowledge*) envolvendo assim um olhar racionalista sobre a técnica refletindo-a na ciência [OLIVEIRA, 2010].

Reiterando os ideais da LDB para o ensino superior, onde prima-se pelo crescimento científico do indivíduo para o seu bem estar na sociedade, deve-se fornecer a ele respaldo com metodologias para o processo de construção do pensamento técnico-científico. Este processo torna-se essencial para a reforma do pensamento tecnológico frente à academia, que já não deve mostrar-se unilateral e sim plural, contínua, agregando todas as fontes de conhecimento em uma só. Todos esses métodos científicos para a concepção tecnológica passam a constituir os passos para a uma formação sólida frente à necessidade da sociedade atual. O engenheiro como indivíduo, deve saber utilizar todas essas metodologias, articulando seus próprios métodos para estar apto à resolução de problemas no meio CTS.



### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem em CTS para os cursos de engenharia, sem dúvida, é essencial para a formação discente. Na verdade, a academia deve fornecer uma pluralidade de ideias no âmbito científico. Neste sentido, deve-se aprofundar no estudo de Métodos Científicos que agreguem valores na construção do pensamento técnico-científico discente. Em face desta demanda, o estudo epistemológico do binômio ciência e tecnologia faz-se necessário. Traçando uma linha, partindo de Descartes com seu método cartesiano da busca pela verdade para o bem estar social, transitando a Galileu, utilizando-se do seu método intuitivista, e chegando a Bacon, que reitera o racionalismo instaurando a metodologia do “saber por fazer”, reforça-se os pilares metodológicos nos quais devem estar fundamentados os cursos que baseiam-se na abordagem CTS. No caso específico das engenharias, construir pontes entre o mundo abstrato e formal das linguagens e ideias e o mundo real, fortalece o pensamento crítico discente. Esta conexão pode ser feita por meio de vivências empiristas, por meio de atividades prático-teóricas, de caráter multi, inter e transdisciplinar, no decorrer do curso, fazendo com que os discentes ampliem suas percepções. Com atividades deste cunho, há a valorização dos conhecimentos adquiridos (*conhecimentos à posteriori*), pois utiliza-se dos conhecimentos prévios (*conhecimentos à priori*) transitando assim da técnica saber-fazer para a técnica como conhecimento. Para traçar estes caminhos, pode-se dizer que a contribuição da física, no caráter científico e epistemológico, é autêntica e vem a fortalecer as bases dos cursos de engenharia. Neste contexto, a física oferece respaldo para a formação discente fornecendo ao aluno uma visão crítica e técnico-científica diferenciada frente a outros cursos. Seguramente, com esta formação, o aluno está habilitado ao mercado de trabalho que cada vez mais exige uma estrutura sólida baseada na CTS.

### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACON, Francis. O Progresso do Conhecimento, São Paulo, ED. UNESP. 2007.

BAZZO, W. A.; LINSINGER, I.V.; PEREIRA, L.T.V. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Madri, Espanha: OEI (Organização de Estudos Ibero-americanos), 2003

CARVALHO, A. B. A Filosofia da Educação Moderna: Bacon e Descartes. Disponível em: <<http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/127/3/01d07t02.pdf>> Acesso em: 10 mai. 2014.

DESCARTES, Rèn. Discurso sobre o Método, Curitiba, Paraná, ED. Hemus. 2000.

ECHEVERRIA, Javier. Governar los Riesgos: ciência y valores em la sociedade del riesgo, Madrid: Biblioteca Nueva – OEI, 2004.

FERREIRA, P. J. G.; TESTONI, L. A.; VIVALDINI, T. C.; LIMA, I. B.; SANTOS, T. C.; PEREIRA, L. N.; FRUGOLI, A. Ensino de física em cursos de engenharia e atividades



práticas supervisionadas: uma proposta de ensino baseada na aprendizagem por desafio. Anais: XIII International Conference on Engineering and Technology Education. Guimarães, Portugal, 2014.

JAPIASSU, H. O mito da neutralidade científica, Rio de Janeiro, 2ªED. Imago. 1981.

KUHN, Thomas. A estrutura das revoluções científicas, São Paulo: 7.ª Ed. Perspectiva, 2003.

LUJÁN, J. L.; CERREZO, J. A. L. De la promoción a la regulación. El conocimiento científico en las políticas públicas de Ciencia e Tecnología. Madrid, Biblioteca Nueva – OEI, 2004.

OLIVEIRA, Bernardo Jefferson. Francis Bacon e a Fundamentação da Ciência como Tecnologia, Belo Horizonte: 2ª Ed. UFMG, 2010.

RAMPAZZO, Lino. Metodologia Científica, São Paulo, 3ªED. Loyola. 2005.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. CIÊNCIA E TECNOLOGIA: Transformando a relação do ser humano com o mundo. Anais: IX - Simpósio Internacional Processo Civilizador - Tecnologia e Civilização. Ponta Grossa: CEFET PR, 2005.

SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. Caderno Catarinense do Ensino de Física, Florianópolis, v13, n.3: p.197-218, 1996.

## **THE CONTRIBUTION OF THE PHYSICS FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY APPROACH IN ENGINEERING: EPISTEMOLOGICAL VIEW**

**Abstract:** *Currently, the superior engineering courses based on the Science and Technology binomial follow a paradigm that projects the pair as a good to the man and to the society. On that account, the DBL (Directives and Bases Law) establishes one of the goals of higher education, which is targeting the science and technology development, of the man and his environment. The engineering course collegiate of Universidade Paulista (UNIP) aim to contribute with scientific and technological knowledge, compose the critical understanding and prepare the students for the labor market. In order to achieve this purpose is necessary to develop an epistemological culture based on analytical methods. In this context, considering the speech of Galileo Galilei Methods, Renè Descartes and Francis Bacon, the Physics constitutes an important basis of the engineering course, once it composes the theoretical and methodological pillars which conceptualize technology as applied science.*

**keywords:** *Physics teaching to engineering, Epistemology of science, Scientific method, Academic education.*