

# DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR PRODUTIVO NO CONTEXTO DA EPISTEMOLOGIA DO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E AS ESTRUTURAS DE ENSINO\*

## MIGUEL A. CHINCARO BERNUY

*Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais*  
*Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Elétrica, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil*  
*Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil*  
*migueltrabalho@gmail.com*

## UBIRAJARA F. MORENO

*Doutor pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil*  
*Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil*  
*ubirajara.f.moreno@ufsc.br*

## JOSÉ A. PERES ANGOTTI

*Doutor pela Universidade de São Paulo, USP, Brasil*  
*Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil*  
*zeangotti@gmail.com*

## MARCELO G. GOMES FERREIRA

*Doutor pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil*  
*Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Design Florianópolis, Santa Catarina, Brasil*  
*marcelo.gitirana@gmail.com*

## FERNANDO A. FORCELLINI

*Doutor pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil*  
*Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil*  
*forcellini@gmail.com*

---

\* Resumo deste artigo foi publicado no anais do IV International Conference on Design, Engineering, Management for innovation – IDEMI 2015.

## RESUMO

**Objetivo:** Desenvolver uma categorização de complexidade do Conhecimento Tecnológico, CT, para o setor produtivo.

**Metodologia:** Caracterização do desenvolvimento tecnológico em função do contexto histórico, a sua complexidade, interdisciplinaridade, bases de conhecimento e aspectos reguladores do ensino. A categorização da complexidade do CT no setor produtivo baseou-se em centenas de atividades de orientação de trabalhos, entre 1990 e 2012, com empresas de diferentes portes (micro, mini, médias e grandes indústrias de transformação) na área de automação com estudantes de graduação e pós-graduação de engenharia, incluindo também nesse grupo os tecnólogos e os técnicos.

**Resultados:** Uma análise das estruturas que potencializam a formação tecnológica em algumas indústrias, apresentando uma visão da epistemologia da tecnologia no setor produtivo no desenvolvimento de inovação tecnológica. Uma classificação do conhecimento tecnológico em fases correspondentes a categorias de complexidade para o setor produtivo. Uma análise dos caminhos que o CT pode percorrer, considerando os contextos da formação de professores, produção de inovação e a educação tecnológica.

**Limitações da pesquisa:** As empresas analisadas se concentraram nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, e em maior número na região metropolitana de Belo Horizonte e no norte do Paraná.

**Implicações práticas:** Buscou-se discutir alguns aspectos históricos que contribuem para a compreensão dos mecanismos de formação dos saberes da tecnologia.

**Implicações sociais:** Contribuir com a discussão de uma questão filosófica bastante recorrente: como se constrói o CT e como este conhecimento pode promover a inovação.

**Originalidade/valor:** Apresentar uma categorização de complexidade do CT no setor produtivo.

**Palavras-chave:** Epistemologia da Inovação. Conhecimento Tecnológico. Estruturas de Ensino.

# TECHNOLOGICAL INNOVATION DEVELOPMENT IN THE PRODUCTIVE SECTOR IN THE CONTEXT OF TECHNOLOGICAL KNOWLEDGE EPISTEMOLOGY AND TEACHING STRUCTURES

## ABSTRACT

**Purpose:** To develop a categorization of complexity to the technological knowledge (TK) for the productive sector.

**Methodology:** Characterizing technological development in function of the historical context, its complexity, interdisciplinarity, knowledge bases, and regulatory aspects of teaching. The categorization of the complexity of TK in the productive sector was based in hundreds of activities of work guidance between 1990 and 2012, with companies of different sizes (micro, mini, medium and large industries processing) in the field of automation with undergraduate and graduate students of engineering, also including in this group technologists and technicians.

**Results:** An analysis of the structures that enhance technological formation in some industries, presenting a vision of the epistemology of technology in the productive sector in the development of technological innovation; a classification of technological knowledge in phases corresponding to categories of complexity to productive sector; an analysis of the paths that the TK can follow, considering the contexts of teacher education, production of innovation and technological education.

**Research limitations:** The companies are concentrated in the South and Southeast regions of Brazil, and in greater numbers in the metropolitan area of Belo Horizonte and northern Paraná.

**Practical implications:** We attempted to discuss some historical aspects that contribute to the understanding of the formation mechanisms of technology knowledge.

**Social implications:** To contribute to the discussion of a fairly frequent philosophical question: how to build TK and how this knowledge can encourage innovation.

**Originality / value:** Present a categorization of complexity of TK in the productive sector.

**Keywords:** Epistemology of Innovation. Technological Knowledge. Teaching Structures.

## I INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda as influências do ensino tecnológico e do setor produtivo no desenvolvimento do Conhecimento Tecnológico, CT. Neste caso, o setor produtivo a ser analisado é o que desenvolve a inovação de bens e serviços.

Para entender a evolução epistêmica do CT, é necessário que se faça uma análise histórica das civilizações nas suas mais diversas dimensões: culturais, políticas e econômicas, por exemplo. Contudo, esta análise não faz parte do escopo desenvolvido neste trabalho. Porém, também é possível compreender o estado atual da epistemologia do CT analisando os contextos históricos a partir da revolução industrial, quando começam a se definir os processos da produção em escala.

A partir desse período, ocorre uma significativa transformação dos processos de transmissão de conhecimento. Ou seja, o mestre, em vez de trabalhar com poucos discípulos, passa a ser responsável por um grupo de pessoas. Nesta nova relação, a interatividade é reduzida drasticamente em função do menor tempo disponível para uma interação da aprendizagem individualizada, que era possível na forma de transmissão de conhecimento anterior. Esta mudança se deu principalmente para atender uma demanda das fábricas e das obras de infraestrutura, que cada vez mais precisavam de pessoas que ajudassem na construção e manutenção em diversos setores que se desenvolviam com o crescimento industrial (MOTOYAMA, 1995).

Nesta altura, o conhecimento passou a ser difundido valorizando a transmissão operacional, buscando reforçar provavelmente as técnicas de fabricação e manutenção. Com isso, a relação transmissão/recepção se configurava de maneira unidirecionalmente do mestre para o discípulo num diálogo diferente ao que a ciência começa a construir sobre o mundo. À medida que a ciência e sua epistemologia buscavam explicar a natureza, de outra forma, a tecnologia e sua epistemologia buscavam compreender artefatos não existentes na natureza (TAKAHASHI, 2009).

Este modelo de ensino se tornou robusto e prevalece na maioria das instituições de ensino de tecnologia até os dias de hoje e, de uma forma geral, é também associado às metodologias de educação conhecidas como tradicionais. Por meio destas técnicas, foi possível o desenvolvimento da infraestrutura das sociedades industrializadas, porém com características fortemente dogmáticas.

Contudo, o setor produtivo vem sinalizando uma nova demanda para o ensino mais dinâmico dentro do conhecimento científico (FROYD; WANKAT; SMITH, 2012). São necessários profissionais com uma "flexibilidade sistêmica", que ultrapassa os aspectos técnicos

operacionais. Ou seja, o ensino precisa desenvolver novas competências onde a partir da urgência é fundamental que se tomem decisões estratégicas e principalmente rastreáveis, ou reproduzíveis, considerando as incertezas presentes no desenvolvimento tecnológico (KEELLING; BRANCO, 2002).

Este novo paradigma de formação profissional carrega subliminarmente outras demandas, tais como a reestruturação administrativa e conceitual do ensino tradicional em todos os níveis, cuja estrutura é fragmentada e pouco eficaz para a formação das demandas atuais em sua grande maioria. Além destas demandas, a mediação da educação por tecnologias ainda é feita de maneira instrumental (SELWYN, 2014), mostrando que ainda existe um longo caminho de amadurecimento que permita uma formação integradora para o desenvolvimento de inovação e sustentabilidade em nossa sociedade.

## 2 FILOSOFIA DA TECNOLOGIA

A tecnologia está presente na história da humanidade desde que os artefatos mais primitivos passaram a ter utilidade. Trabalhos arqueológicos trazem continuamente evidências de artefatos usados por primatas para a caça, a agricultura e outras atividades de subsistência em eras bastante remotas.

Da mesma forma, a curiosidade do ser humano ajudou a humanidade a construir formas de explicar a natureza em sua essência, forma e uso. A partir dos gregos antigos se estabeleceu uma relação para explicar o que existia na natureza e o seu uso, ou seja, a Coisa (real) equivale a Existência e a Utilidade equivale a Essência. Consequentemente, para Platão a natureza é dividida em existência e essência (base da ontologia grega), e desta forma os humanos não controlariam a natureza, apenas a interpretariam para construir significados da própria natureza em contínuo descobrimento (FEENBERG, 2010).

A filosofia tecnológica tem a sua gênese na filosofia ocidental grega, contudo se apresenta mais complexa. Seu surgimento foi decorrente da quantidade de conhecimento acumulado, que requeria o uso de uma epistemologia mais complexa, tornando mais complexos os conceitos que eram mais simples para os gregos antigos.

Para o pensamento moderno, considerando a partir de Descartes e Bacon, os significados e as finalidades são criados, e não descobertos. Além disso, a partir do conceito de *thechné* surge a filosofia instrumentalista da tecnologia, que se declarava isenta de valores, pois os meios muitas vezes se apresentam de forma independente dos fins. Assim, a partir desta autonomia com relação aos valores, podia-se explicar que uma arma é um instrumento independente de

intenções, ou seja, poderia ser usada para a defesa, mas também poderia ser usado para atacar alguém indefeso. Assim, seu uso e as finalidades são estabelecidas pelos usuários da tecnologia.

Contudo, apesar da tecnologia se apresentar como neutra, ou independente do seu uso, ela pode silenciosamente trazer valores de uma cultura de consumo da sociedade que consome produtos (objetos e serviços) da tecnologia (FEENBERG, 2010). O impacto dessa inversão de valores poderia ser minimizado buscando a democratização do acesso à tecnologia, por meio de um planejamento de políticas educacionais públicas para um crescimento social mais homogêneo.

Entre o pensamento grego antigo e o pensamento contemporâneo se definiu a entidade do objeto tecnológico. E a partir dessa nova entidade se desenvolvem conceitos que influenciam significativamente a estrutura do ensino da tecnologia e a organização do desenvolvimento de produtos pelo setor produtivo, conforme será descrito adiante.

### **3 A EPISTEMOLOGIA DO CT**

Esta separação entre "os meios" e "os fins", mesmo que existam valores ocultos na tecnologia produzida, ou não, fortalece a geração do CT como um conhecimento fragmentado e especializado (ANGOTTI, 1991) em detrimento de uma visão mais holística e integradora. Esta fragmentação, além de promover a separação dos conhecimentos, os tornava cada vez mais complexos e específicos.

À medida que a epistemologia da ciência mantinha em sua essência a busca pela compreensão da natureza, por outro lado, a epistemologia da tecnologia se estabelecia na busca da compreensão de uma nova entidade: o conhecimento tecnológico do tipo científico.

Esta nova forma de conhecimento se estruturava formalmente com a definição de requisitos de conjuntos de elementos que são basicamente as características de aplicação, e roteiros de síntese (TAKAHASHI, 2009). E estes roteiros correspondem às etapas de concepção de artefatos tendo como referência os requisitos de conjuntos. Assim a partir da revolução industrial o CT ganhou espaço e estabeleceu o ensino organizado por áreas, fragmentando cada vez mais esta nova entidade à medida que novas aplicações modificavam os valores da vida em sociedade.

Nesse contexto, a epistemologia da tecnologia se estabelecia vinculada a educação profissional, que serviu historicamente para atender demandas sociais e econômicas, e estas sofriam constantes e significativas transformações pela própria natureza dinâmica dessas demandas. A epistemologia tecnológica acompanhava os modelos de educação em diversas partes do mundo, e principalmente na França, da qual o Brasil recebeu uma significativa influência. No modelo francês do século XVIII, os egressos desenvolviam as técnicas para atender inicialmente as necessidades militares e em seguida as civis, sem muito conhecimento

científico. Contudo, logo após a Revolução Francesa, com o desenvolvimento do parque industrial, viu-se a necessidade inserir na educação profissional uma base científica. Com isso, foram criadas as formações para engenheiros generalistas com base científica. Outra formação possível foi a de engenheiro técnico de formação longa, e para isso bastava que se adicionasse mais uma formação técnica (DA SILVEIRA, 2005).

Algo semelhante aconteceu no Brasil aproximadamente na época do império, onde as primeiras escolas de engenharia surgiram para atender as demandas militares e civis (VALLIM, 2008). Posteriormente nos meados do século XX outras engenharias se formaram a partir da matriz de conhecimento da Engenharia Civil.

Nesse período inicial a formação se limitava a servir o estado. Na fase seguinte a formação veio lentamente amadurecendo para uma estrutura que conhecemos atualmente, onde existe hierarquia de programas, sequência de classes, cargas horárias e outros elementos estruturantes dos planos pedagógicos (BAZZO; DO VALE PEREIRA; VON LINSINGEN, 2000). Mas para que a atividade tecnológica se realize são necessários conhecimentos científicos que não sejam fragmentados, pois a tecnologia não é um agregado de técnicas ou disciplinas (VITORETTE, 2001). É o uso do raciocínio racionalmente organizado sobre a técnica.

Esta fragmentação do conhecimento se tornou um obstáculo à formação integral que se fazia necessária para as demandas, tanto do setor produtivo quanto para a sociedade como um todo, pois a fragmentação dificultava o aprimoramento de uma visão mais abrangente que as disciplinas normalmente não desenvolvem.

Nesse aspecto, a epistemologia do CT atualmente se encontra em um regime de transição buscando uma dimensão interdisciplinar, na qual o contexto social e econômico seja constantemente colocado na educação tecnológica, através de didáticas mediadas por tecnologia.

Desta forma, o desenvolvimento de novos produtos tecnológicos depende de uma formação de profissionais para o pensamento que favoreça a inovação, ou seja, que tenham a capacidade de ter empatia, ser otimista, ter um pensamento integrador, ser experimentador e colaborador (BROWN; ROWE, 2008).

## **4 REGULAÇÃO DO CT NO ENSINO NO BRASIL**

À medida que a tecnologia aplicada em soluções de engenharia se desenvolve, a sua complexidade também aumenta, exigindo dos engenheiros uma formação cada vez mais técnica, autônoma, reflexiva e globalizada (HISSEY, 2000).

Para atender esta demanda na engenharia no Brasil, os currículos atualmente são estruturados de acordo com Diretrizes Nacionais, onde são definidas as habilidades e as

competências, e os conteúdos organizados em três grupos: o básico, o profissionalizante e o profissional específico (CNE/CES, 2002). O modelo atual que regula o processo de formação do engenheiro pode ser visualizado em três momentos. O inicial a partir do Exame Nacional do Ensino Médio, ENEM, que se baseia numa Matriz de Referência composto por Eixos Cognitivos Comuns e Competências por Áreas (INEP, 2013). O intermediário, que é definido pelo Projeto Pedagógico de cada curso de engenharia, e é basicamente a essência norteadora de ações que podem ser desenvolvidas durante o amadurecimento dos cursos. E na outra extremidade do processo de formação do engenheiro tem-se o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes, ENADE, organizado em oito grupos de engenharias (INEP, 2011). Este modelo é um modelo de escala, ou massa, e tem permitido gerar indicadores de qualidade no ensino superior e também tem auxiliado a reestruturar conceitualmente algumas matrizes curriculares.

Contudo, é importante que a formação do engenheiro seja tratada também de uma forma mais específica, buscando maneiras de garantir o perfil profissional focado no desenvolvimento sustentável, na criatividade (FROYD; WANKAT; SMITH, 2012; RAJALA, 2012) e no senso crítico compatível com demandas e responsabilidades da tecnociência (CAÇADOR; PELÁ; ÉVORA, 2005; CRUZ, 2008; LÉVY, 1999).

A evolução dos saberes acompanhou a expansão da educação profissional organizada pelo MEC (MANFREDI, 2002), e que atualmente enfrentam os desafios de educar duas gerações de alunos: os adultos nascidos entre 1960 e 1983, conhecidos como geração X, os jovens nascidos entre 1983 e 2000, conhecidos como geração Y (FAVA, 2012). Nesse contexto, o conceito de tecnociência traz embutido um fenômeno conhecido como WEB 2.0, onde entre outras coisas, a internet protagoniza a construção do conhecimento descentralizado e colaborativo marcando significativamente uma geração Z, os nativos digitais.

Nesse contexto, a formação docente é um dos fatores importantes na regulação da formação dos engenheiros. Um dos aspectos que influenciam no desempenho do docente é a formação de sua identidade, principalmente se for considerada a experiência profissional e sua personalidade como instrumentos, pois, além do trabalho, está em questão o que o próprio docente é (MANFREDI, 2002; PERRENOUD, 2001a).

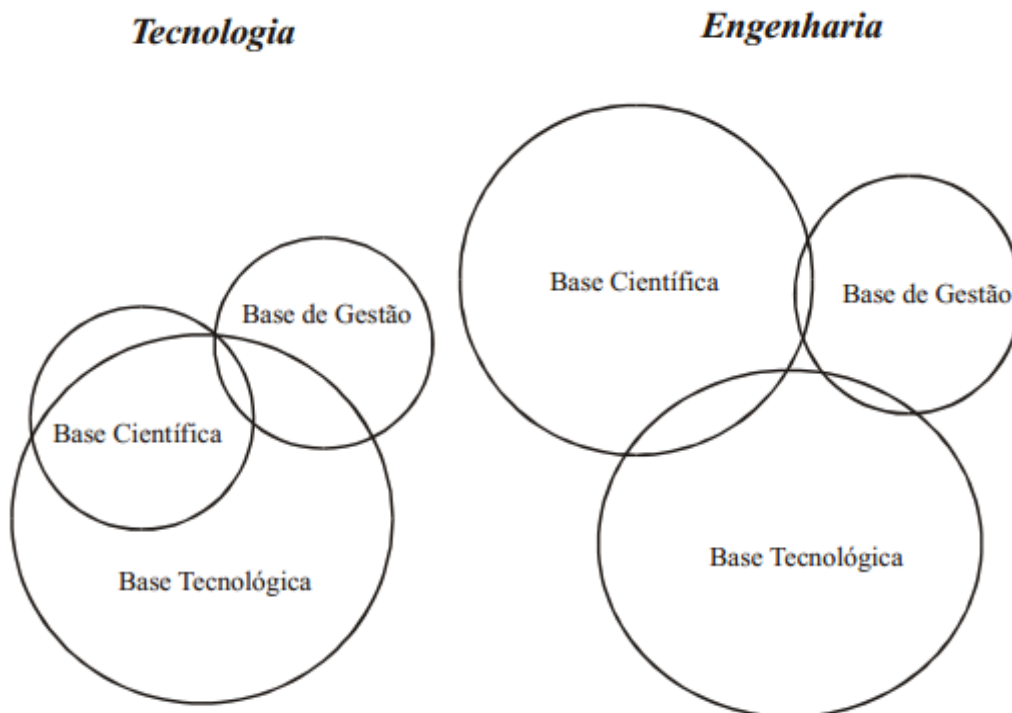
Da mesma forma, a formação docente também tem os aspectos sociológicos, onde as formações das desigualdades sociais e dos mecanismos de seleção estão diretamente associadas (IMBERNÓN, 2011; PERRENOUD, 1999, 2001b). Para isso, o desenvolvimento de competências, que ajudem organizar a aprendizagem significativa (PELIZZARI et al., 2002; POZO, 2002) e reflexiva (ALARCÃO, 2011; COWAN, 2002; PERRENOUD, 2000), é importante para buscar a formação desejada do docente.



Finalmente, com relação à regulação do conhecimento na Engenharia cabe destacar as diferenças básicas entre os demais tipos de ensino tecnológico: o técnico e o tecnólogo. O ensino técnico foi o ensino precursor e trabalhou na formação de profissionais que fossem essencialmente operacionais, contudo, atualmente não se exclui os demais aspectos da formação de base científica e de gestão, porém em menor grau em sua estrutura curricular. Com relação à engenharia e ao tecnólogo, apesar dos dois tipos serem cursos de graduação, os cursos de tecnólogos atuais tem uma base de gestão proporcionalmente maior, e nos cursos de engenharia há uma busca pelo equilíbrio entre as bases científica e tecnológica, conforme mostra a Figura 1 (BERNUY et al., 2003). Desta forma, as diretrizes curriculares nacionais estabelecem que a organização curricular possa favorecer a interdisciplinaridade, e que essa interdisciplinaridade possa ser construída a partir das especificidades regionais de cada curso.

De uma forma geral, as estruturas curriculares têm autonomia para que sejam desenvolvidas estratégias de ensino que potencializem uma cultura de inovação, pois os conteúdos de gestão podem ser trabalhados em disciplinas específicas, ou também em disciplinas técnicas, por meio de atividades integradoras usando problematização e projetos (KOLMOS; GRAAFF; DU, 2009; LIMA; GUIMARÃES, 2012; VALLIM, 2008).

Figura 1 - Estrutura Curricular dos cursos de Engenharia e Tecnologia.



Fonte: (BERNUY et al., 2003)

## **5 COMO SE DESENVOLVE O CONHECIMENTO TECNOLÓGICO NO SETOR PRODUTIVO - ANÁLISE REGIONAL**

Esta análise se baseia nas experiências docentes, entre 1990 e 2012, de um dos autores deste trabalho, que realizou diversos trabalhos com empresas de diferentes portes (micro, mini, médias e grandes empresas de transformação) na área de automação por meio de centenas de orientações de trabalhos acadêmicos com estudantes de graduação e pós graduação de engenharia, incluindo também nesse grupo os tecnólogos e os técnicos.

As empresas se concentraram nas regiões Sul e Sudeste, e em maior número na região metropolitana de Belo Horizonte e Norte do Paraná.

Nestas orientações os estudantes realizavam as interfaces com as empresas para o desenvolvimento da proposta e implementação dos trabalhos que eram utilizadas para as infraestruturas das empresas nas quais os estudantes eram estagiários, ou até funcionários contratados. Os resultados destes trabalhos traziam benefícios diretos e indiretos aos estudantes, tais como a melhoria do relacionamento com a empresa, ou no retorno financeiro, ou saindo da condição de estágio para a condição de contratado, ou ainda, saindo da condição de empregado para consultor independente.

O que se observou é que nas empresas há um desenho epistêmico histórico que apresenta uma sequência ou uma combinação das abordagens que podem ser classificadas por fases: Problema, Projeto, Tipos de requisito, Qualidade, Ciclo de vida, Marketing e Visão holística, conforme pode ser visualizado no Quadro 1.

As linhas deste Quadro estão colocadas em ordem cronológica, ou seja, as empresas migravam de fases na sequência histórica de sua formação. Mas é importante destacar que em função da grande diversidade de empresas que foram encontradas, algumas das fases ainda foram encontradas em uso de maneira combinada, mas em geral usando fases próximas. Ou seja, não se encontravam empresas que desenvolviam conhecimento tecnológico com características da fase Problema e Qualidade, por exemplo.

Quadro 1 - Evolução histórica do conhecimento tecnológico nas indústrias.

Fases	Descrição
Problema	A solução é organizada no sistema de tentativa e erro.
Projeto	A solução tecnológica era sistematizada e organizada a partir de requisitos.
Tipos de requisitos	Os requisitos ganharam diversidade: internos e externos.
Qualidade	A solução baseada no produto.
Ciclo de vida	A solução considerando a gênese da solução e o descarte da mesma.
Marketing	A solução baseada no cliente, ou usuário, e no suporte ao mesmo.
Visão holística	A solução baseada em Frameworks (metamodelos).

Fonte: Autores (2016)

## 5.1 FASE PROBLEMA

A fase descrita como Problema pode ser caracterizado quando o conhecimento não está sistematizado, ou seja, o conhecimento está organizado de forma aleatória, e também não são definidas claramente as fronteiras de ação. Atualmente esta forma está presente em empresas de pequeno porte (micro e mini). As soluções nesta fase são normalmente criadas a partir da *expertise* de algum colaborador, que detém o conhecimento obtido por meio da experiência do seu tempo de trabalho. Em alguns registros esta estrutura foi encontrada dessa forma nas empresas de organização familiar.

## 5.2 FASE PROJETO

A fase referente à organização do conhecimento por Projetos trabalha com elementos de fronteira chamados de requisitos. Os requisitos inicialmente surgiram para suprir aspectos jurídicos que envolvessem custo e prazos. Esta fase ainda se apresenta em pequenas estruturas do setor produtivo e a fonte do conhecimento está disponível internamente na empresa em sua maioria. Ou seja, a busca de soluções é realizada sem a necessidade de integrar o conhecimento de setores externos a empresa. Nesta fase, as empresas ajustam projetos existentes para gerar soluções dentro de uma família de problemas.

## 5.3 FASE TIPO DE REQUISITOS

Entretanto, os requisitos de custo e prazos são insuficientes para empresas de porte médio e grande, já que as interfaces de conhecimento são diversas, tais como grandes fornecedores, estruturas de logística de grande extensão, e outras estruturas que não podem ser mais mantidas juntas. Assim, pode-se definir uma fase de Tipos de requisito, onde os requisitos passaram a ser

divididos em requisitos internos e externos (ROZENFELD et al., 2006). Os internos estão associados às características e perfis das empresas, tais como infraestrutura, quadro de profissionais, áreas de atuação, por exemplo. Os requisitos externos seriam aspectos relacionados com as demandas dos usuários, contudo esta tarefa ficou fragmentada para um setor específico: Marketing.

## 5.4 FASE QUALIDADE

A fase da Qualidade corresponde ao conhecimento direcionado ao produto e todos os aspectos que definissem a sua qualidade em termos de padrões. Assim, o foco do conhecimento passou a se concentrar nos processos internos: logística interna, formação técnica, processos de fabricação, etc. (BACK et al., 2008).

Entretanto, o foco na qualidade do produto não garante resultados comerciais melhores, se não for somado a este o foco mais amplo, onde seja possível se definir qual é o nível de qualidade. A resposta para esta questão se encontra quando se expande a visão do processo de desenvolvimento, e não mais apenas no produto e sua qualidade.

## 5.5 FASE CICLO DE VIDA

A abordagem do Ciclo de vida é uma fase epistêmica que se caracteriza pelo estudo sequencial do desenvolvimento de um produto. Ou seja, os produtos e serviços são planejados desde sua gênese na forma de ideia, oportunidades de negócio, até o descarte do produto, prevendo revisões para dar sobrevida ao produto, ou prevendo a desativação para retirada e substituição do produto. Entende-se que o conceito de produto é dado como os vários tipos de equipamentos ou serviços que são desenvolvidos para os consumidores (PAGE; SCHIRR, 2008).

## 5.6 FASE MARKETING

Na fase Marketing, este setor deixou de ser considerada uma unidade separada na construção de conhecimento. As empresas nesta fase buscam uma composição interdisciplinar e mais integrada dentro do ciclo de vida do desenvolvimento do produto (BACK et al., 2008; PAGE; SCHIRR, 2008; ROZENFELD et al., 2006). Esta fase se caracteriza como um grande desafio na estrutura de trabalho, pois passa a enfrentar duas culturas: a da rivalidade entre setores e da gestão centralizada. Assim, o CT passa a ser formalmente distribuído e sistêmico. Nesta fase Marketing se fortalece o foco nas necessidades dos usuários, muitas vezes gerando demandas que potencialmente existem, mas não são solicitadas pelo usuário dos produtos.

## 5.7 FASE VISÃO HOLÍSTICA

Um dos aspectos que precisam ser observados durante o desenvolvimento de um trabalho tecnológico é a definição de conceitos de validação e coleta de dados. O CT resultante de uma experiência tecnológica tem como princípio fornecer todas as informações que permitam reproduzir os dados obtidos. Neste aspecto, a fase que corresponde a Visão holística é um movimento que procura o conhecimento integrado a partir de frameworks (metamodelos). Estas estruturas permitiriam a configuração de programas simuladores, onde estariam sendo modelada a maior parte de um sistema, tais como fontes de energia, perdas, além do processo principal que se desejaria analisar (JENSEN; CHANG; LEE, 2011). Desta maneira, haveria mais condições de prever combinações de possíveis eventos e falhas ao processo inserido no sistema representado.

Esta fase epistêmica mais avançada está presente apenas em empresas de grande porte pois requer uma estrutura de pesquisa e desenvolvimento mais estruturada e integrada a epistemologia científica.

Por outro lado, a literatura científica e tecnológica atravessa o paradoxo da verificação. Em diversas publicações entre o científico e o tecnológico não se fornece a maioria dos elementos de verificação dos resultados, assim estes tipos de conhecimentos não podem ser considerados científicos. Sendo assim, a maioria dos textos tecnológicos não são científicos, pois não tem informações que permitam a reprodução dos resultados sem recorrer a uma cadeia de "caixas pretas". Por exemplo, a ausência de alguns parâmetros de simulação não permite reproduzir as simulações que são muitas vezes apresentadas em artigos técnicos (KURKOWSKI; CAMP; COLAGROSSO, 2005). Ou seja, nestes casos os comitês editoriais subentendem que o leitor já deve conhecer estas configurações que são omitidas nesses documentos.

## 6 CONSIDERAÇÕES DE CONTINUIDADE DO ESTUDO DO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO

Com certeza estamos longe de compreender como é a construção do CT que gera inovação nas empresas, ou como o ensino precisa ser organizado para que se desenvolva a capacidade de inovar.

A gênese da epistemologia da tecnologia tem como referência objetos que não estão presentes na natureza, complementando a gênese da epistemologia científica, contudo existe um longo caminho a percorrer na compreensão da epistemologia do CT, pois as estruturas que a compõem estão em formação e transformação contínua atualmente.

Como um objeto tecnológico é concebido? com certeza esta é uma questão que ultrapassa o objetivo deste trabalho, mas buscou-se discutir alguns aspectos históricos que podem ter contribuído para essa compreensão. Existe um espaço bem generoso para lançar contribuições sobre a compreensão do e para o CT.

A análise da filosofia da tecnologia parece desenhar indicadores que influenciam conceitualmente os programas de pesquisa e o ensino da tecnologia. Ao mesmo tempo, o setor produtivo apresenta uma epistemologia própria, que também mostra uma sintonia com as reformas atuais do ensino de tecnologia.

De forma recorrente, estas mudanças sinalizam a construção do CT baseado numa estrutura colaborativa e por projetos, onde é necessário compreender melhor a relação dos conceitos associados, tais como: requisitos; ciclo de vida; qualidade; serviço - por exemplo, e a organização de estruturas que geram o CT: universidades e empresas.

Entretanto, o setor produtivo se mostra mais dinâmico e a integração entre o universo acadêmico do ensino precisa dialogar mais intensamente com este setor para que se construa uma sintonia epistêmica. Ou seja, para que se construa uma epistemologia baseada numa cultura humanista e sustentável.

A evolução dos conceitos de desenvolvimento de produtos e a análise da inovação nas fases apresentadas no Quadro 1, sintetizam um breve caminho que a epistemologia da tecnologia no setor produtivo vem desenhando na busca de alternativas compatíveis com as crescentes e complexas demandas que a sociedade apresenta, decorrentes do seu crescimento e transformação.

Entre os desafios que se apresentam neste trabalho, cabe destacar que a formação continuada dos docentes tem uma função estratégica da disseminação do CT, pois como foi colocado, é na educação tecnológica que a epistemologia do CT se fortaleceu historicamente. E no contexto deste braço da educação é necessário compreender cada vez melhor as questões emergentes da tecnociência, advindas de uma sociedade conectada e em transformação permanente.

Deve-se analisar com bastante critério como as tecnologias podem ser organizadas ideologicamente, para garantir a inserção de uma epistemologia do CT na educação tecnológica, que não favoreça uma alienação operacional focada apenas na produtividade, mas também na construção do equilíbrio entre a capacidade de refletir e o progresso da sociedade.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná que apoiaram o desenvolvimento deste trabalho. Agradecemos também ao Programa de Pós Graduação de Engenharia de Automação e Sistemas da UFSC, ao Programa de Pós Graduação de Educação em Tecnologia e Ciências da UFSC, ao Departamento de Design da UDESC e ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da UFSC, que propiciaram um verdadeiro trabalho multidisciplinar ao permitir uma produtiva troca de experiências ao longo de 2014 e início de 2015. Agradecemos a Dânila Freires Marin pela revisão do Abstract.

## REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 8ª. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- ANGOTTI, J. A. P. **FRAGMENTOS E TOTALIDADES NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E NO ENSINO DE CIÊNCIAS** São Paulo 1991. 324p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. São Paulo: Manole, 2008.
- BAZZO, W. A.; DO VALE PEREIRA, L. T.; VON LINSINGEN, I. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2000.
- BERNUY, M. A. C. et al. **Estudo Comparativo de Graduações: Tecnológico e Engenharia** Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. **Anais...** Rio de Janeiro: ABENGE, 2003
- BROWN, T.; ROWE, P. G. Design thinking. **Harvard Business Review**, v. 86, n. 6, p. 252, 2008.
- CAÇADOR, M. A. F.; PELÁ, N. T. R.; ÉVORA, Y. D. M. **Educação a distância: uma projeção digital**. 05/2005 12º Congresso Internacional de Educação a Distância. 18 a 22 de setembro de 2005. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Educação a Distância - ABED, 2005
- CNE/CES. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia** Brasil CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR, , 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2016

- COWAN, J. **Como ser um professor universitário inovador: reflexão na ação**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.
- CRUZ, J. M. DE O. Processo de ensino-aprendizagem na sociedade da informação. **Educação e Sociedade**, v. 29, n. 105, p. 1023–1042, 2008.
- DA SILVEIRA, M. A. **A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional**. Rio de Janeiro: PUC/RJ, 2005.
- FAVA, R. **Educação 3.0: como ensinar estudantes com culturas tão diferentes**. Curitiba: Carlini e Caniato Editorial, 2012.
- FEENBERG, A. **Racionalização democrática, poder e tecnologia**. (R. T. (org. . Neder, Ed.)Ciclo de conferências e videoconferências na UNB. **Anais...**Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2010
- FROYD, J. E.; WANKAT, P. C.; SMITH, K. A. Five major shifts in 100 years of engineering education. **Proceedings of the IEEE**, v. 100, n. SPL CONTENT, p. 1344–1360, 2012.
- HISSEY, T. W. Education and careers 2000. Enhanced skills for engineers. **Proceedings of the IEEE**, v. 88, n. 8, p. 1367–1370, 2000.
- IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 9ª. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- INEP. **NOTA DE ESCLARECIMENTO No 1 – ENADE 2011 – DAES/INEP – 16/08/2011**. Brasília: INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA DIRETORIA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR, 2011.
- INEP. **EDITAL Nº 01, DE 08 DE MAIO DE 2013 Exame Nacional do Ensino Médio**. Brasília: INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2013.
- JENSEN, J. C.; CHANG, D. H.; LEE, E. A. **A model-based design methodology for cyber-physical systems**First IEEE Workshop on Design, Modeling, and Evaluation of Cyber-Physical Systems. **Anais...**Istanbul: IEEE, 2011
- KEELLING, R.; BRANCO, R. H. F. **Gestão de projetos: uma abordagem global**. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.
- KOLMOS, A.; GRAAFF, E. DE; DU, X. Diversity of PBL– PBL Learning Principles and Models. In: DU, X.; GRAAFF, E. DE; KOLMOS, A. (Eds.). **Research on PBL Practice in Engineering Education**. Rotterdam: Sense, 2009. v. 4p. 9–21.



KURKOWSKI, S.; CAMP, T.; COLAGROSSO, M. MANET simulation studies: the incredibles. **Mobile Computing and Communications Review**, v. 9, n. 4, p. 50–61, 2005.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIMA, J. P. H.; GUIMARÃES, C. DA C. **Methodology for designing biomedical engineering problems related to specific abilities and competences: PUCSP case study** International Symposium on Project Approaches in Engineering Education. **Anais...** São Paulo: PAEE, 2012

MANFREDI, S. M. **Educação profissional no Brasil**. São Paulo: Cortez Editora, 2002.

MOTOYAMA, S. Educação Técnica e Tecnológica em Questão. Os caminhos do passado, presente e futuro. À guisa de introdução. In: QUEIROZ, F. A. DE; TAIRA, L.; NAGAMINI, M. (Eds.). **Educação técnica e tecnológica em questão: 25 anos do CEETEPS : história vivida**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995. p. 11–80.

PAGE, A. L.; SCHIRR, G. R. Growth and Development of a Body of Knowledge: 16 Years of New Product Development Research, 1989–2004. **Journal of Product Innovation Management**, v. 25, p. 233–248, 2008.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37–42, 2002.

PERRENOUD, P. **Avaliação - Da Excelência à Regulação das Aprendizagens: entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed Editora, 1999.

PERRENOUD, P. **10 Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

PERRENOUD, P. **Ensinar : Agir na urgência, decidir na incerteza**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001a.

PERRENOUD, P. **A pedagogia na escola das diferenças: fragmentos de uma sociologia do fracasso**. 2ª. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001b.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

RAJALA, S. A. Beyond 2020: Preparing engineers for the future. **Proceedings of the IEEE**, v. 100, p. 1376–1383, 2012.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SELWYN, N. **Distrusting educational technology: critical questions for changing times**. New York: Routledge, 2014. v. 53

TAKAHASHI, R. H. C. **A Estrutura do Conhecimento Tecnológico do Tipo Científico**. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

VALLIM, M. B. R. **Um Modelo Reflexivo para Formação de Engenheiros**. 2008. 169p. Tese (Doutorado em Engenharia de Automação e Sistemas) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VITORETTE, J. M. B. **A IMPLANTAÇÃO DOS CURSOS SUPERIORES DE TECNOLOGIA NO CEFET-PR**. 2001. 131p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2001.