



Ernane Rosa Martins
(ORGANIZADOR)

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento



Ernane Rosa Martins
(ORGANIZADOR)

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciência, tecnologia e inovação: fatores de progresso e de desenvolvimento 3 / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-750-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.502210612>

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Inovação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 601

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO








A nossa sociedade está em constante evolução em todas as áreas do conhecimento. Esta obra pretende apresentar o panorama atual relacionado a ciência, a tecnologia e a inovação, com foco nos fatores de progresso e de desenvolvimento. Apresentando análises extremamente relevantes sobre questões atuais, por meio de seus capítulos.

Estes capítulos abordam aspectos importantes, tais como: avaliar a influência do uso de jogos lúdicos no aprendizado da tabela periódica em aulas de química; um relato de experiência sobre um processo seletivo, formação e posterior contratação de desenvolvedores de softwares para uma empresa do ramo da tecnologia; o desenvolvimento de empresas de base científica e tecnológica por meio de suporte individualizado e transferência de conhecimento; uma reflexão sobre o campo educacional e suas inquietações e adaptabilidades frente a crescente digitalização condicionada, assim como as consequências educacionais em período atípico de pandemia do novo corona vírus pelo mundo; a implementação de clubes de robótica e automação, na forma de ação extensionista em estabelecimentos de ensino, como modalidade de produto educacional; a coleta de dados de imóveis pelo Poder Público, através do método de automatização chamado de web crawler; a avaliação da influência da estrutura bruta de solidificação (grãos equiaxiais e colunares) nos processos posteriores de conformação plástica e respectivos tratamentos térmicos; analisar como o uso de jogos eletrônicos pode ser aliado ao ensino da Matemática para o desenvolvimento de uma aprendizagem efetiva e contínua; o estudo da influência da topografia na molhabilidade de superfícies tratadas a plasma; um modelo conceitual de projeto integrador (PI) para engenharias EaD no modelo híbrido de uma IES de SC; uma série de etapas propostas para facilitar a criação e o voo de um enxame de drones, fornecendo assim um guia para o desenvolvimento de diferentes tipos de enxames; e uma proposta de integração de dois manipuladores robóticos devido suas versatilidades em se adequarem a diversas situações em relação a outras máquinas.

Nesse sentido, esta obra é uma coletânea, composta por excelentes trabalhos de extrema relevância, apresentando estudos sobre experimentos e vivências de seus autores, o que pode vir a proporcionar aos leitores uma oportunidade significativa de análises e discussões científicas. Assim, desejamos a cada autor, nossos mais sinceros agradecimentos pela enorme contribuição. E aos leitores, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| A BUSCA PELA TERCEIRIZAÇÃO EM P&D, O CASO DO CETENE NO NORDESTE DO BRASIL | |
| Amilcar Baiardi | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106121 | |
| CAPÍTULO 2 | 36 |
| APLICAÇÃO DE JOGOS LÚDICOS PARA MELHOR COMPREENSÃO DA TABELA PERIÓDICA | |
| Luís César Rodrigues da Silva | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106122 | |
| CAPÍTULO 3 | 47 |
| APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS EM PROCESSOS DE FORMAÇÃO NA ÁREA TECNOLÓGICA | |
| Rafael Aguilár Magalhães | |
| Angelita Minetto Araújo | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106123 | |
| CAPÍTULO 4 | 56 |
| AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM PRÁTICA PEDAGÓGICA SEGUNDO VYGOTSKY | |
| Dianne Fabhrícia Meireles Ferreira | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106124 | |
| CAPÍTULO 5 | 64 |
| BLOOMBTECH - FLORESCENDO INCUBADORAS E INCUBADAS EM MINAS GERAIS | |
| Ana Carolina Calçado Lopes Martins | |
| Artur Tavares Vilas Boas Ribeiro | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106125 | |
| CAPÍTULO 6 | 69 |
| CIBRIDISMO E APRENDIZAGEM UBÍQUA: A UTILIZAÇÃO DO INSTAGRAM COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO ACADÊMICO | |
| Yubis Pereira Martins | |
| Célia Regina Rossi | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106126 | |
| CAPÍTULO 7 | 79 |
| CLUBES DE ROBÓTICA E AUTOMAÇÃO: UMA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO | |
| Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106127 | |

CAPÍTULO 8..... 86

COLETA DE DADOS DE IMÓVEIS DE FORMA AUTOMATIZADA PARA FINS DE POLÍTICAS PÚBLICAS


Caroline Bernardo Silva
Eduardo Schmidt Longo
Everton da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106128>

CAPÍTULO 9..... 95

COMPARATIVO DE PRODUCTOS PARA LA ELABORACIÓN DE CARTAS GEOTÉCNICAS Y MAPAS DE VULNERABILIDAD


Clayson Marlei Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106129>

CAPÍTULO 10..... 103

CRIAÇÃO E VALIDAÇÃO DE TECNOLOGIA CUIDATIVO-EDUCACIONAL PARA PREVENÇÃO DE GEO-HELMINTÍASES ENTRE RIBEIRINHOS DA AMAZÔNIA PARÁ-BRASIL


Horácio Pires Medeiros
Ana Paula da Silva Barbosa
Francisca Maynara de Aguiar Bastos
João Paulo Lima da Silva
Kaliandra Moraes de Araújo
Lucas Deyver da Paixão Lima
Thayse Kelly da Silva Martino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061210>

CAPÍTULO 11..... 117

DIGITALIZAÇÃO DO QUITUTES MIRABAL EM PARCERIA COM O PROJETO E.LAS DA ENACTUS UFRGS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19


Sérgiane Mara Campos Pereira
Laura Koenig Schmitt
Hellena Silva Leão






 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061211>

CAPÍTULO 12..... 123

ESTADO FUNCIONAL DO PACIENTE APÓS ALTA IMEDIATA DA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA

Karolina Duarte Junqueira
Matheus Carvalho Pereira Santiago
Aline Alves da Silva
Yago da Costa
Ana Cláudia Antônio Maranhão Sá


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061212>

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 13 | 131 |
| ESTUDO DO PROCESSO DE DEFORMAÇÃO E RECRISTALIZAÇÃO DE UMA LIGA DE AL 4,5% CU | |
| Bruna Gobbi Garcia | |
| Mirian de Lourdes Noronha Motta Melo | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061213 | |
| CAPÍTULO 14 | 145 |
| EXPERIMENTO COM JOGOS ELETRÔNICOS NO 7º ANO DO FUNDAMENTAL II DA ESCOLA DUQUE DE CAXIAS | |
| Leandro dos Santos Almeida | |
| Annelise Maymone | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061214 | |
| CAPÍTULO 15 | 163 |
| INFLUÊNCIA DA TOPOGRAFIA NA MOLHABILIDADE EM SUPERFÍCIES DE TITÂNIO TRATADAS POR OXIDAÇÃO A PLASMA | |
| Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto | |
| Marco Aurélio Medeiros da Silva | |
| Bruno de Macedo Almeida | |
| Ângelo Roncalli Oliveira Guerra | |
| Ana Beatriz Villar Medeiros | |
| Renivânia Pereira da Silva | |
| Tereza Beatriz Oliveira Assunção | |
| Clodomiro Alves Junior | |
| Karina e Silva Pereira | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061215 | |
| CAPÍTULO 16 | 178 |
| INTRODUÇÃO AO FUNCIONAMENTO DE CARROS ELÉTRICOS: UMA REVISÃO | |
| Sheilla Caroline de Lima | |
| Artur Saturnino Rodrigues | |
| Victor Augusto Nascimento Magalhães | |
| Izaldir Ângelo Pereira Lopes | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061216 | |
| CAPÍTULO 17 | 196 |
| JOGOS DIGITAIS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE ZOOLOGIA | |
| Luciana de Lima | |
| Robson Carlos Loureiro | |
| Igor Moura Barbosa | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061217 | |
| CAPÍTULO 18 | 209 |
| PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DE PROJETO INTEGRADOR PARA | |

ENGENHARIAS EAD DO MODELO HÍBRIDO

Jean Marcelo Dias

Ana Carolina Braga Kodum

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061218>

CAPÍTULO 19..... 224

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ENJAMBRE DE DRONES

Carlos Alberto Guizar Gómez

José Luis Guevara Gómez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061219>

CAPÍTULO 20..... 236

QUALIDADE DE VIDA DE CRIANÇAS USUÁRIAS DE IMPLANTE COCLEAR


Patricia Haas

Fernanda Soares Aurélio Patatt

Laura Faustino Gonçalves

Karina Mary de Paiva

Beatriz Vitorio Ymai Rosendo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061220>

CAPÍTULO 21..... 256

QUALIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SOLDAGEM DOS AÇOS AUSTENÍTICOS PARA OS INTERNOS DE REATORES NUCLEARES

Ademir Antonio Fraga Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061221>

CAPÍTULO 22..... 269

REVOLUCIÓN DIGITAL DEL BIG DATA Y MINERÍA DE DATOS: SU IMPACTO SOCIAL

Wendy Daniel Martínez

Luis Alejandro Santana Valadez


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061222>

CAPÍTULO 23..... 280

UMA REFLEXÃO SOBRE A EVOLUÇÃO DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO BRASILEIRO NOS ÚLTIMOS VINTE ANOS

Cássia Viviani Silva Santiago

Nayara Gonçalves Lauriano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061223>

CAPÍTULO 24..... 294


USO DA ROBÓTICA COOPERATIVA PARA A MANUFATURA ADITIVA METÁLICA EM PROCESSOS DE SOLDAGEM A ARCO ELÉTRICO

Fagner Guilherme Ferreira Coelho

Alexandre Queiroz Bracarense

Eduardo José Lima II

Diego Raimundi Corradi
Ariel Rodrigues Arias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061224>

| | |
|---------------------------------|------------|
| SOBRE O ORGANIZADOR..... | 307 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 308 |

CAPÍTULO 1

A BUSCA PELA TERCEIRIZAÇÃO EM P&D, O CASO DO CETENE NO NORDESTE DO BRASIL

Data de aceite: 01/12/2021

Amilcar Baiardi

Professor titular aposentado, UFBA/UFRB, e professor da Pós-Graduação da Universidade Católica do Salvador

RESUMO: Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, CETENE, é uma unidade de pesquisa e desenvolvimento do Ministério da Ciência e Tecnologia, MCT, vinculado ao Instituto Nacional de Tecnologia, INT. O mesmo foi criado em 2005 visando, segundo seus documentos oficiais, apoiar o desenvolvimento tecnológico da Região Nordeste, por meio da integração entre o conhecimento e o fomento ao desenvolvimento econômico. Para tanto, deveria atuar junto aos setores produtivos e a sociedade em geral. Sua missão, segundo sua concepção de criação, seria a de 1) desenvolver, 2) introduzir e 3) aperfeiçoar inovações tecnológicas que tenham caráter estratégico para o desenvolvimento econômico e social do Nordeste brasileiro, promovendo cooperações baseadas em redes de conhecimento e nos agentes da economia nordestina. O CETENE Completou em 2020 dezesseis anos de existência e sua primeira atuação efetiva nas áreas da pesquisa aplicada e pesquisa e desenvolvimento se deu em 2009, com a inauguração da biofábrica de produção de mudas de cana de açúcar. Em que pese as intenções, o CETENE, ao que tudo indica, se converteu em um instituto público de pesquisa, com baixa interação com o setor produtivo.

PALAVRAS-CHAVE: Terceirização em P&D&I; Nordeste; Inovação e desenvolvimento.

ABSTRACT: Northeast Strategic Technologies Center, CETENE, is a research and development unit of the Ministry of Science and Technology, MCT, linked to the National Institute of Technology, INT. It was created in 2005 aiming, according to its official documents, to support the technological development of the Northeast Region, through the integration between knowledge and the promotion of economic development. Therefore, it should work with the productive sectors and society in general. Its mission, according to its conception of creation, would be to 1) develop, 2) introduce and 3) improve technological innovations that are strategic for the economic and social development of the Brazilian Northeast, promoting cooperation based on knowledge networks and agents of Northeastern economy. In 2020, CETENE completed sixteen years of existence and its first effective action in the areas of applied research and research and development took place in 2009, with the inauguration of a biofactory for the production of sugarcane seedlings. In spite of the intentions, CETENE, it seems, has become a public research institute, with little interaction with the productive sector.

KEYWORDS: Outsourcing in R&D&I; North East; innovation and development.

1 | INTRODUÇÃO

Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, CETENE, é uma unidade de pesquisa e desenvolvimento do Ministério da

Ciência e Tecnologia, MCT, vinculado ao Instituto Nacional de Tecnologia, INT. O mesmo foi criado em 2005 visando, segundo seus documentos oficiais, apoiar o desenvolvimento tecnológico da Região Nordeste, por meio da integração entre o conhecimento e o fomento ao desenvolvimento econômico. Para tanto, deveria atuar junto aos setores produtivos e a sociedade em geral. Sua missão, segundo sua concepção de criação, seria a de 1) desenvolver, 2) introduzir e 3) aperfeiçoar inovações tecnológicas que tenham caráter estratégico para o desenvolvimento econômico e social do Nordeste brasileiro, promovendo cooperações baseadas em redes de conhecimento e nos agentes da economia nordestina. O CETENE Completou em 2020 dezesseis anos de existência e sua primeira atuação efetiva nas áreas da pesquisa aplicada e pesquisa e desenvolvimento se deu em 2009, com a inauguração da biofábrica de produção de mudas de cana de açúcar.

A estrutura gerencial do CETENE é formada por colaboradores com suposta capacidade de liderança e articulação, que buscariam atuar por meio de rede de competências com as universidades, empresas e outros centros de pesquisa, integrando esforços e com forte orientação para a utilização do conhecimento na solução de problemas, promoção da inovação e da difusão de tecnologias. Atuariam, também, como facilitadores da formação de redes temáticas de pesquisa a partir da identificação de oportunidades e necessidades locais, regionais e nacionais.

As estratégias de atuação a serem adotadas pelo CETENE, segundo os documentos oficiais, seriam flexíveis, atendendo especificidades locais, identificando oportunidades e buscando apoio dos agentes de fomento. O CETENE, segundo as mesmas fontes, promoveria parcerias com centros e grupos de pesquisa para a execução de projetos em cooperação, multiplicando competências e infraestrutura, sem duplicar esforços.

1.1 A explicitação da missão do CETENE

Pretende ainda o CETENE, através das diversas competências de sua organização, se constituir em um instrumento importante de inserção de tecnologias no setor produtivo e na sociedade. As ações que compreendem este conceito iriam desde a orientação para implantação de projetos tecnológicos, fundamentados a partir de estudos científicos, até a organização em cooperativas e/ou associações para capacitação das comunidades alvo para assimilar as técnicas de implantação das atividades dos projetos. Em essência, o CETENE se proporia a:

- Ser um centro de excelência em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação;
- Apoiar o desenvolvimento industrial e a agroindústria da região pela execução de projetos em cooperação e prestando serviços tecnológicos de alto nível;
- Disponibilizar laboratórios e equipamentos de nível internacional para a comunidade acadêmica como facilidades abertas (*open facilities*);
- Viabilizar a inserção de tecnologias maduras no setor produtivo e

- Constituir-se em um fórum permanente de difusão tecnológica, abrigando eventos, promovendo cursos, workshops e outras iniciativas para acelerar o fluxo e a transferência de informação e de conhecimento.

O CETENE operacionalmente se subordina ao INT que desenvolve suas ações balizadas nos objetivos estratégicos do seu “Plano Diretor INT 2007-2010” com as Prioridades Estratégicas do “Plano de Ação 2007-2010 Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional” do MCT, conhecido como Plano de Aceleração do Crescimento – PAC, do MCT.

Após a entrada em operação da biofábrica de mudas de cana-de-açúcar, o segundo momento relevante do CETENE foi a inauguração do edifício-sede, descrito como um “prédio inteligente” e localizado no Campus Tecnológico do Ministério da Ciência e Tecnologia, na Cidade Universitária. O mesmo foi inaugurado em 17/12/2010 e a obra conta com 2.833 m² divididos em dois pavimentos e três blocos, incorporando tecnologias de ponta afetas ao conforto térmico e acústico, iluminação inteligente com baixo consumo de energia, utilização de energias renováveis, reutilização da água, segurança laboratorial e uso de materiais nanoestruturados. A expectativa é que a utilização de sistemas automatizados e de controle de custos diminua em até 20% os gastos com água e eletricidade.

O empreendimento abriga os laboratórios multiusuários de Nanotecnologia, Biocombustíveis, Diagnose Fitossanitária e Central Integrada de Análises, concepção inédita no Nordeste, que conta com um microscópio eletrônico de varredura ambiental com capacidade de processar diversos tipos de análises, como fitoterápicos e combustíveis, obtendo resultados mais apurados. Além dos laboratórios de biotecnologia e nanotecnologia, o edifício-sede terá ainda o Laboratório para Integração de Circuitos e Sistemas (LINCS) que atua na área de microeletrônica. Com as novas instalações o CETENE tem em vista ampliar ações nas áreas de biotecnologia, nanotecnologia e microeletrônica. Ações implantadas a partir de 2011, permitiram, de acordo com relatos oficiais, a disseminação de tecnologias por outros estados e municípios do Nordeste, além de Pernambuco e Recife.

A julgar pelas informações oficiais, os investimentos totais no CETENE, até o presente momento, em termos de construções, equipamentos custeio e pessoal, estariam, aproximadamente, em menos de R\$ 60 milhões, o que sugeriria uma magnitude razoável de recursos para o escopo institucional e para missão e propostas tão amplas, visto que o CETENE se propõe a atender pesquisadores de organizações públicas e de empresas em todo o Nordeste, oferecendo *facilities* para P&D, em vários temas e criando oportunidades de parcerias em pesquisa, desenvolvimento e inovação, P&D&I. O corpo de pesquisadores do CETENE é de cerca de setenta a oitenta profissionais, que contam com apoio meia centena de auxiliares terceirizados, aparentemente uma dotação razoável de recursos humanos, como indicam seus documentos oficiais já referidos. Outra informação obtida nas mesmas fontes é em relação aos projetos concluídos ou em andamento. Uma parte deles não é de P&D e sim de pesquisa aplicada e mais de 85% são em ciências agrárias

e bionergia, o que revela um viés, no mínimo, estranho, diante da vinculação ao INT, historicamente um instituto de P&D industrial, e diante do escopo no qual o CETENE se autodefine.

Diante destes elementos, e à luz de várias referências que colocaram o CETENE como sendo de grande oportunidade para Região Nordeste, sobretudo pela capacidade de realizar P&D de interesse dos setores produtivos em associação com eles, pretende-se, neste trabalho refletir sobre a viabilidade do CETENE vir a concretizar propósitos e diretrizes, estabelecidos e conceituados, quando da sua criação. Entende-se também como relevante ao interesse regional e nacional, procurar avaliar se os rumos que o CETENE vem seguindo são aqueles sugeridos no seu projeto de criação e se o mesmo já apresenta uma folha de serviços na qual, inequivocamente, sejam relatados casos de desenvolvimento de processos e produtos, patenteados ou não, apropriados na forma de inovações pelos setores produtivos, com repercussões na expansão e no faturamento e/ou na rentabilidade de unidades produtivas.

A expectativa criada com o CETENE é que ele extrapole a relação microeconômica com as empresas e contribua para criar um sistema regional de inovações, o que aparentemente não é fácil. Oferecer infraestrutura tipo *Open Facilities* para viabilizar análises laboratoriais, prestar serviços tecnológicos, realizar experimentos e P&D para a comunidade acadêmica é, em princípio, uma linha de atividade que não enfrenta tantos obstáculos, fora os de financiamento, gestão e logística. Ser uma alternativa de terceirização de P&D para as empresas, *R&D outsourcing*, o que é enfatizado pelo CETENE, já requer outro tipo de relacionamentos com o setor produtivo. Vir a ser peça relevante em um sistema regional de inovações, por sua vez, envolve outros tipos de dificuldades e dependerá de uma estratégia a ser concebida com este propósito, o que não se vê na práxis do CETENE

Com base em relatos internacionais sobre o desempenho de *Open Facilities* para unidades de pesquisa e para empresas é possível conceber uma ação típica ou ideal para o CETENE e avaliá-lo a partir daí. No que tange a outro objetivo, ser peça fundamental de um sistema regional de inovações, as experiências internacionais não dizem muito, até porque não existem sistemas de inovações iguais. Como diz Lundvall (1988), eles são únicos e estilizados. Estes esclarecedores elementos permitiram definir objetos gerais e específicos do trabalho, a saber:

1.2 Objetivo geral

Avaliar o desempenho do CETENE à luz de sua missão, suas diretrizes, seus objetivos e metas, comparados com sua performance e com o que diz a experiência internacional e nacional sobre terceirização de P&D. Verificar. À luz da teoria, se sua práxis recente revela potencial para gerar inovações tecnológicas e se as parcerias executadas ajudam a tecer redes constitutivas do sistema regional de inovações.

1.3 Objetivos Específicos

- a. Verificar se existem no CETENE regras explicitadas de negociação de contratos de oferecimento de *facilities* e se as mesmas são compatíveis com as expectativas dos demandantes no caso de universidades e centros de pesquisa;
- b. Verificar se existem no CETENE regras explicitadas sobre os contratos de benefícios recíprocos entre as partes no caso de patentes bem sucedidas em termos de mercados;
- c. Verificar se a ação de fomento e difusão do conhecimento CETENE está contribuindo para redes de relacionamentos dentro da comunidade de pesquisadores e de empresários e para surgimento de *stakeholders* internos e externos;
- d. Avaliar se o propósito de ser peça essencial de um sistema de inovação regional é realista, tendo como base a atuação recente do CETENE;
- e. Avaliar se existe no CETENE uma cultura de parceria em P&D&I por parte dos pesquisadores ou se os mesmos percebem como servidores públicos e
- f. Verificar se existe desequilíbrio marcante nas atividades de P&D, entre as três áreas prioritárias do CETENE: biotecnologia, nanotecnologia e microeletrônica.

2 | AS DÚVIDAS EM RELAÇÃO À MISSÃO QUE O CETENE SE PROPÕE E DELINEAMENTO DA PESQUISA DE AVALIAÇÃO

Ao se propor a i) resolver carências de infraestrutura para realizar P&D em áreas estratégicas em todo Nordeste, ii) desenvolver tecnologias maduras para os setores produtivos locais, iii) constituir por meio de parcerias redes temáticas permanentes em várias áreas de conhecimento para fazer avançar a C&T e iv) ser o núcleo de uma ação continuada de difusão do conhecimento científico e tecnológico em toda a região, o CETENE criou expectativas desproporcionais ao que efetivamente pode realizar. Diante disto, em meio às comunidades científicas e tecnológicas começaram a surgir vários questionamentos, não necessariamente visando desconstruir o CETENE, mas, com maior propriedade tentar conceituar sua atuação e oferecer alternativas de atuação que justifiquem os investimentos realizados. As questões mais suscitadas foram:

- 1) Por que a criação do CETENE, que não foi debatida com a comunidade de pesquisadores da região?
- 2) Definir objetivos tão amplos e não necessariamente convergentes, não teria sido uma temeridade, justificada politicamente?
- 3) Investir nos centros de P&D estaduais, ITEP, CEPED, NUTEC, ITPS etc. não seria uma alternativa mais correta do ponto de vista das políticas públicas de C&T, que criar o CETENE?
- 4) O CETENE tem se instituído com flexibilidade para realizar parceria em P&D&I com as pequenas e médias empresas?
- 5) As *facilities* não poderiam ser mais abrangentes contemplando também equipamentos para P&D em tecnologias minerais,

tecnologias de alimento, tecnologias de construção civil, de construção naval etc.? 6) O CETENE está preparado para promover a excelência colaborativa com empresas e organizações públicas? 7) É possível esperar do CETENE algum efeito de ampla difusão/transferência de tecnologia (*vertical and horizontal technology spillover*) beneficiando a indústria local e regional? 8) É possível esperar do CETENE o fomento a clusters industriais? 9) Por que a expansão do CETENE (áreas de apoio) se dá exclusivamente no Estado de Pernambuco? 10) Por que o CETENE não contempla a implantação de incubadora de empresas de base tecnológica no seu entorno? 11) Tem o CETENE o compromisso de debater seu plano estratégico de forma mais ampla na comunidade de pesquisadores e de empresários no Nordeste? 12) O CETENE já concebeu os mecanismos de propriedade e remuneração do trabalho intelectual que leve a patentes? 13) Se não, como devem os mesmos se esboçar? 14) Que relacionamentos o CETENE está estabelecendo com parques tecnológicos regionais?

Este elenco de questões embora não esgotado, permite indagar o quanto existe de factibilidade nos propósitos do CETENE e o quanto o discurso institucional se revela vazio em termos do que efetivamente pode ser alcançado. Ao se examinar o que é prometido pelo CETENE, o que efetivamente vem sendo feito e diante das sabidas dificuldades inerentes à geração e transferência de tecnologia, não se pode fugir à uma avaliação crítica da organização, que tenham como elementos os seguintes supostos:

- O CETENE tem na sua concepção e na sua implantação / consolidação problemas conceituais e de identidade. Define-se como uma central de *facilities* para apoiar a P&D empresarial e os projetos de P&D nascidos em instituições científicas e tecnológicas, ICTs, públicas ou privadas, universidades ou centros de pesquisa, mas, na realidade, tem atuado mais como centro de pesquisa aplicada;
- Os esperados e anunciados impactos do CETENE na geração e difusão de tecnologias para a indústria regional, bem como sua contribuição para um sistema regional de inovações não estão presentes em um horizonte próximo;
- Ao atuar mais como centro de pesquisa aplicada, o CETENE tem negligenciado a dimensão da hospitalidade para atividades de P&D de empresas e instituições científicas e tecnológicas, ICTs, públicas ou privadas, universidades ou centros de pesquisa, não tendo, até o momento, criado uma cultura de gestão de acordos de parcerias em P&D&I, com suas peculiaridades relacionadas à confidencialidade e à propriedade intelectual, o que se denomina NDA – *Non Disclosure Agreements*;
- A melhor concepção para facilitar e ampliar as parcerias em P&D&I no Nordeste seria a de um programa de recuperação da rede estadual de centros de P&D criada na década de setenta do século passado, em parte sucateada.

Feitas estas considerações, procedeu-se uma pesquisa empírica que consistiu em um estudo de caso, de natureza abrangente, visando aprofundar certas percepções dentro da comunidade de P&D&I do Nordeste. A pesquisa baseou-se em várias fontes secundárias,

bibliográficas e documentais, em evidências compartilhadas, em breve observação participante resultante de visita e também entrevistas semiestruturadas junto à comunidade de pesquisadores do Estado de Pernambuco e de outras unidades da Federação localizadas no Nordeste, que vêm se relacionando com o CETENE, algumas delas por internet. O conjunto de dados foi analisado com foco fundamentado em desenvolvimento prévio de concepções teóricas e empíricas que orientam a coleta (YIN, 2005).

3 | REFERENCIAL TEÓRICO: CONCEITOS, PREMISSAS, ESTUDOS ANTERIORES E TENDÊNCIAS

A base conceitual e teórica para a pesquisa proposta é aquela que, de acordo com Richard Nelson (2006), se plasmou nos últimos 30 anos, com inspiração em Schumpeter, dedicando-se a encontrar novas explicações para o crescimento econômico, para a organização industrial e para novas teorias do comércio internacional. Com inspiração nesta corrente de pensamento ou vertente da economia contemporânea, procurar-se-á entender mais amplamente o papel e os impactos das intervenções que venham dinamizar a economia regional, corroborar com a formação de sistemas de inovação e com a criação de entornos e marcos legais fomentadores e facilitadores do processo inovativo. Adotando o mesmo paradigma, procurar-se-á interpretar as suposições e conjecturas acerca do sentido e da direção do progresso técnico na região, observadas as complexidades de sua gênese e as influências sistêmicas para que ele aconteça.

3.1 Gênese e sentido das inovações tecnológicas

Na história do pensamento econômico contemporâneo o marco que sinaliza o nascimento do interesse pelo papel do progresso técnico no crescimento e na dinâmica econômica foi o trabalho de Jewkes et alii (1956). Antes dele, somente Schumpeter em suas obras, tratou dos efeitos da mudança técnica ao instabilizar o estado estacionário e interferir nos ciclos da economia capitalista. Mais recentemente se tem debatido as origens do avanço técnico e as determinantes de sua direção. Não obstante haja certo consenso quanto a existirem origens diferentes e contextuais da atividade inventiva e inovativa, em todas elas há presença de elementos comuns, como sugere Dosi (2006). Convém também esclarecer, como Habakkuk (1962) observou em sua análise das experiências tecnológicas americana e britânica, os argumentos a respeito da taxa de expansão e do sentido das atividades inventiva e inovativa, e se estes movimentos estão necessariamente entrelaçados (ROSENBERG, 2006).

De um modo geral, é possível identificar duas abordagens básicas diferentes sobre a origem e direção da inovação tecnológica: a de indução pela demanda (*demand-pull*), que considera as forças de mercado como principais determinantes do avanço técnico (determinantes endógenos à economia) e a de impulso pela ciência e tecnologia (*science*

and technology-push), que entende ser a tecnologia um fator quase autônomo, pelo menos no curto prazo (determinantes exógenos à economia). Uma explicação sobre a distinção essencial das duas abordagens está no papel que cada uma atribui aos sinais de mercado no direcionamento da atividade inovadora e do avanço técnico, vide Dosi (2006). Estas abordagens podem ser feitas por setores econômicos e também sobre territórios delimitados.

De forma simplificada, a teoria da indução pela demanda, a *demand pull*, entende o processo causal da inovação segundo a seguinte sequência: a) existe no mercado, em dado momento, um conjunto de bens de consumo e de bens intermediários que incorporam as “necessidades” dos compradores; b) os consumidores ou usuários expressam suas preferências em relação às características dos bens desejados através de seus padrões de demanda; c) com o aumento da renda, os consumidores/usuários passam a demandar proporcionalmente maior quantidade de bens com características que satisfazem suas necessidades de modo mais apropriado; d) os produtores constataam, através dos movimentos da demanda e dos preços, as necessidades expressas pelos consumidores/usuários, mediante a indicação de que certas “dimensões de utilidade” apresentam um peso maior; e) neste momento, tem início o movimento que leva à inovação, por meio do qual, com certa brevidade, as firmas irão trazer ao mercado seus bens novos ou aperfeiçoados, permitindo então que o mercado monitore a aptidão desses bens em satisfazer as necessidades dos consumidores (BAIARDI e AGUIAR, 2012 AGUIAR, 2010).

Destarte, segundo essa teoria, geralmente existe a possibilidade de se saber a priori (antes do processo de invenção ocorrer) a direção na qual o mercado está “induzindo” a atividade inovativa dos produtores e parte importante do processo de sinalização se dá por meio de movimentos dos preços relativos. (DOSI 2006).

Quanto à teoria do impulso pela ciência e pela tecnologia, a *technology push*, sua concepção é também sequencial em relação ao processo da inovação e apresenta-se da seguinte maneira: a) a pesquisa básica realiza as descobertas científicas que mapeiam o curso da aplicação prática, eliminando os obstáculos e permitindo ao cientista aplicado e ao engenheiro atingir seus objetivos com menor tempo, velocidade, sentido e economia; b) a pesquisa aplicada utiliza os resultados da pesquisa básica e realiza a elaboração e a aplicação do que é conhecido, com o objetivo de demonstrar a viabilidade do desenvolvimento e explorar caminhos e métodos alternativos para a consecução de fins práticos; c) o desenvolvimento faz a adaptação sistemática dos achados da pesquisa aplicada a materiais, dispositivos, sistemas, métodos e processos úteis, com vistas à sua produção e operação; d) a produção e as operações – sejam produtos ou processos desenvolvidos – tornam então concretas e disponíveis as inovações tecnológicas, capazes de satisfazer as necessidades da sociedade. Deste modo, segundo essa teoria, os progressos da ciência são a principal fonte da inovação tecnológica. Esse tipo de pensamento ficou conhecido como o “modelo linear” de acordo com Stokes (2005).

Dosi (2006) sempre duvidou da possibilidade do progresso técnico ser explicado dessas formas e propôs um modelo distinto para elucidar as origens e direções do avanço técnico que, em certo sentido, integra aspectos das duas visões descritas acima. Em analogia com o conceito de paradigma científico elaborado por Kuhn (1970), ou com o conceito de programas de pesquisa científica, elaborado por Lakatos (1978), Dosi propôs a existência de “paradigmas tecnológicos”, ou programas de pesquisa tecnológica. De acordo com a analogia, o “paradigma tecnológico” é definido como um “modelo” e um “padrão” de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios derivados das ciências naturais e em tecnologias materiais selecionadas. Assim como o paradigma científico determina o campo de investigação, os problemas, os procedimentos e as tarefas (os quebra-cabeças como dizia Kuhn), o mesmo acontece com a tecnologia. Assim como a “ciência normal” constitui a “efetivação de uma promessa” contida num paradigma científico, o “progresso técnico” é definido por meio de “paradigmas tecnológicos”. A “trajetória tecnológica” é definida como o padrão da atividade “normal” de resolução do problema, com base num dado paradigma tecnológico (BAIARDI e AGUIAR, 2012 AGUIAR, 2010).

Uma forma mais objetiva de apresentar o conceito é dizer que o processo de inovação que introduz produtos radicalmente novos e dá origem a ramos completamente originais, corresponde ao conceito de emergência de um novo paradigma tecnológico, *mutatis mutandis* com o que sucede na ciência.

Uma característica do paradigma tecnológico, ou programa de pesquisa, é a imposição de fortes prescrições sobre as direções da mudança técnica a perseguir e a negligenciar, pois dadas algumas necessidades tecnológicas genéricas, emergem determinadas tecnologias específicas, com suas próprias soluções para os problemas, por meio da exclusão de outras tecnologias possíveis (DOSI, 2006).

Assim, a identificação de um paradigma tecnológico relaciona-se com a necessidade genérica à qual está aplicado, com a tecnologia material selecionada, com as propriedades físico-químicas exploradas e com as dimensões e os equilíbrios tecnológicos e econômicos focalizados. O progresso técnico pode ser entendido como o aperfeiçoamento desses equilíbrios, relacionados às dimensões tecnológicas e econômicas (DOSI 2006).

Malgrado a explicação coerente e lógica das alternativas de gênese e orientação da inovação tecnológica, o próprio Dosi alertava que “deve-se considerar que a ideia de ‘paradigma tecnológico’, pode ser mais adequada em alguns casos, e menos em outros.” (DOSI 2006 – pg. 43).

O processo de seleção dos paradigmas tecnológicos, deve ser visto como uma primeira etapa no estabelecimento da direção do avanço técnico. A análise desse processo toma por base a sequência ciência-tecnologia-produção como uma simplificação lógica e não considera a influência a longo prazo dos ambientes econômico e tecnológico sobre a própria ciência (sobre essa influência ver ROSENBERG, 2006).

Dosi desenvolve sua hipótese a partir da constatação de que na “ciência”, os

problemas e os “quebra-cabeças” de fato considerados são muito mais limitados em quantidade do que o total de problemas e quebra-cabeças potencialmente admitidos pelas teorias científicas. Ainda mais limitadas são as peças passadas da teoria científica para as “ciências aplicadas” e para a tecnologia. Isso seria explicado em função de que, ao longo da sequência ciência-tecnologia-produção, os fatores econômico, institucional e social funcionariam como dispositivo seletivo, reduzindo as possibilidades de direções de desenvolvimento racionalmente permitidas pela “ciência” (DOSI 2006).

Entre os critérios econômicos, sociais e institucionais atuando como seletores do paradigma, estão mecanismos genéricos de mercado, como exequibilidade, negociabilidade e rentabilidade (incluindo redução de custos); os interesses econômicos das organizações envolvidas em P&D nessas novas áreas tecnológicas; a história tecnológica das mesmas e seus campos de especialização e variáveis institucionais, como as de órgãos públicos e militares e especialmente as políticas públicas definidoras de uma trajetória tecnológica específica. Se por um lado, no estágio inicial da história de um ramo industrial, há fragilidade dos mecanismos de mercado na seleção *ex-ante* das direções tecnológicas, por outro, mesmo quando ocorrer uma grande “focalização institucional”, haverá ainda diversas possibilidades tecnológicas, com diversas organizações, firmas e indivíduos “apostando” em diferentes soluções tecnológicas (DOSI 2006).

Entre a ciência e a produção (ou seja, na tecnologia), as atividades que têm como objetivo o “progresso técnico” ainda apresentam muitos procedimentos e características semelhantes à ciência, isto é, a atividade de resolução do problema através de linhas definidas pela natureza do paradigma. Os critérios econômicos agiriam como seletores, definindo cada vez mais precisamente as trajetórias reais seguidas, dentro de um conjunto muito maior de trajetórias possíveis. Depois de selecionada e estabelecida uma trajetória, esta apresenta um impulso próprio representado pelo movimento do balanço das variáveis tecnológicas definidas como relevantes pelo paradigma (NELSON & WINTER, 1977 e ROSENBERG, 1969 e 1991).

Na etapa final da simplificada sequência lógica “ciência-tecnologia-produção”, após a produção e venda de um novo produto, os mercados voltam a funcionar como ambiente seletivo. O mercado funciona, então, *ex-post*, como dispositivo seletor, em relação a um conjunto de produtos já determinados pela oferta. Às vezes, quando estão surgindo novas tecnologias, pode-se observar novas empresas tentando explorar diversas inovações tecnológicas, na medida em que o mercado funciona como um sistema de recompensas, verificando e selecionando as diversas alternativas oferecidas pelo paradigma tecnológico (DOSI. 2006).

Ainda há um elemento para completar o modelo proposto por Dosi: as influências das mudanças no meio ambiente econômico na mudança técnica. As mudanças nos preços relativos e nas participações distributivas afetam a demanda das mercadorias e as rentabilidades relativas para fabricá-las, provocando pressões em diversos níveis, com

relação às trajetórias tecnológicas e aos mesmos critérios de seleção, através dos quais são escolhidas as trajetórias. No entanto, o impacto dessas mudanças muitas vezes só ocorre no âmbito de uma dada trajetória tecnológica, pois para que alcance os padrões de pesquisa tecnológica é necessário que o caráter determinante do estímulo econômico seja proporcionalmente maior.

Uma das considerações do modelo, então, é que esforços tecnológicos de busca de novas direções tecnológicas surgem em função de duas situações: novas oportunidades abertas por desenvolvimentos científicos ou crescentes dificuldades de continuar numa dada trajetória tecnológica, seja por razões tecnológicas ou econômicas. Dessa maneira, é sugerido que “mudanças (relativamente) exógenas se relacionam à emergência de novos ‘paradigmas tecnológicos’, enquanto que a mudança endógena refere-se ao progresso técnico ao longo das ‘trajetórias’ definidas por esses paradigmas” (DOSI 2006 – pg. 25). Estas considerações permitem avaliar as dificuldades em se desenvolver inovações tecnológicas junto a empresários tradicionais que não exibem propensão elevada para assumir o risco da P&D, o que é muito comum no Nordeste, segundo Aragão e Baiardi (2010), Baiardi et alii (2007).

3.2 O impacto da inovação tecnológica no desenvolvimento econômico do território

Até o fim da segunda grande guerra mundial, na literatura hegemônica no mundo ocidental, eram poucos os economistas que destacavam a importância da inovação tecnológica para o crescimento econômico. Entretanto, segundo Schmookler (1965), em menos de uma década do fim do conflito, os economistas se tinham dado conta que o conhecimento era mais importante para o crescimento econômico que a acumulação de capital. A partir dos anos setenta do século passado não para de crescer o número de autores a se referir ao impacto da inovação tecnológica no desenvolvimento econômico, seja no quadro de um espaço econômico, um país, Estado-nação ou economia nacional, seja ao nível regional e mesmo ao nível local.

Nas distintas abordagens sobre o papel do conhecimento, concretamente da inovação tecnológica, para o crescimento econômico, alguns autores utilizam argumentos amplos que valem para os três níveis de agregação geográfica ou econômica¹. Outros são mais específicos, voltando-se para um dos níveis. Independente do foco, como diz Possas (2003), a literatura econômica sobre o tema é extensa e desencoraja tentativas de resenha muito completa ou detalhada. Focalizando inicialmente aqueles que se referem amplamente aos três níveis, na tradição schumpeteriana, começando pelo próprio Schumpeter (1957), isto ocorreria porque a inovação tecnológica, condicionada ao financiamento, com base na estrutura produtiva precedente e inserida no fluxo circular, levaria a uma nova combinação dos fatores de produção, obviamente pensando nas inovações de produto e de processo.²

¹ Macro, meso (regional) e micro.

² Para Schumpeter, “inovação” significa “fazer as coisas diferentemente no reino da vida econômica”. As inovações

Schumpeter não nega que o crescimento pode ser observado no fluxo circular, mas esforçar-se para distinguir este, do conceito de desenvolvimento: o primeiro termo é limitado a um aumento na taxa de crescimento da população e da poupança, porque permanentemente existem pequenas mudanças no sistema que não chegam a perturbar o quadro geral. Desenvolvimento, entretanto, é a mudança genuína e repentina nos canais do fluxo, é a perturbação que altera e desloca o estado de equilíbrio, previamente existente. Para Schumpeter o desenvolvimento é o fato essencial da realidade capitalista quando ela é posta em movimento. A partir de uma inovação, entendida em uma forma mais extensa do que se geralmente atribui a este termo, tem-se a introdução, descontínua, de novas combinações, realizadas, de acordo com Schumpeter (1957), em cinco diferentes possibilidades: produto, processo, novo mercado, nova fonte de matéria-prima e reorganização industrial, inclusive rompimento de barreiras à entrada.

A trajetória de Schumpeter é curiosa porque ele inicia sua reflexão sobre o papel da inovação tecnológica no desenvolvimento a partir de uma abordagem macroeconômica, da desestabilização do fluxo circular, mas delega ao nível microeconômico, ao empreendedor o papel de dar início às mudanças, promovendo as inovações. Isto na sua obra *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, TDE, publicada em 1911. Cerca de 28 anos depois, já vivendo nos Estados Unidos e já acompanhando a história do crescimento capitalista, Schumpeter publica o *Business Cycles*, (1989), com a ideia de incorporar à TDE material estatístico e histórico das décadas precedentes. Para Schumpeter o *Business Cycles* era a demonstração de que a teoria econômica deve ser desenvolvida impregnando-a com dados empíricos, alcançando um tipo novo e superior de teoria econômica.

Com o *Business Cycles* Schumpeter abre caminho para uma novidade: a ênfase não é mais sobre o empreendedor inovador, mas sobre a inovação em si. Com o capitalismo trustificado, a figura romântica do empresário inovador perde importância e o papel central passa a ser o da inovação como motor do desenvolvimento, embora a função empresarial continue sendo de grande importância, desempenhadas de várias maneiras, inclusive pelo Estado.

Schumpeter volta a tratar de inovação tecnológica em sua obra de 1942, *Capitalism, Socialism and Democracy*. Nela, uma obra talvez especulativa e ficcional, retoma a ideia dos tipos de inovação apresentados na nota de rodapé ⁴ e vê a figura do empresário inovador de forma difusa e burocratizada, daí poder existir fora do sistema capitalista. A exemplo da TDE, em *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, em um cenário de concentração

podem ocorrer da seguinte forma: a) introdução de um novo bem não familiar aos consumidores ou então de nova qualidade de um certo bem; b) introdução de um novo método de produção - método ainda não experimentado dentro de certo ramo produtivo, mas que não precisa obrigatoriamente derivar de qualquer descoberta científica; c) abertura de um novo mercado, ou seja, um mercado em que o produto de determinada indústria nunca tivera acesso antes, independentemente deste mercado ter ou não existido anteriormente; d) descoberta de uma nova fonte de matéria prima ou de produtos semiacabados, também, independente desta fonte ter existido ou não anteriormente; e e) reorganização de uma indústria qualquer, como a criação ou a ruptura de uma posição de um monopólio (MORICCHI e GONÇALVES, 1994).

econômica, oligopólios concentrados, Schumpeter sugere que a busca de lucros associada a condutas racionais levaria a empresas a inovar, fomentando movimentos cíclicos de destruição criadora. Utilizando-se do argumento de Possas (2003)... que:.....

"alguns enfoques centram-se mais no nível 'macro' no sentido de abranger conjuntos de empresas, redes, setores e instituições públicas, e mesmo o ambiente econômico, político e institucional, e seus impactos sobre a competitividade setorial e o crescimento econômico. Outros focalizam o nível 'micro' das empresas, suas estratégias inovativas e recursos, seus investimentos em P&D e vantagens competitivas" (Possas,2003).

Portanto, é possível admitir que a leitura de Schumpeter induz a crer que ele trata de dois níveis, macro e micro, em mais de uma obra e que sua ênfase é na inovação tecnológica em sentido amplo (que pode ir além de novos produtos e processos de produção), cuja internalização às empresas e, dessa forma, à economia é vista como um elo de ligação essencial entre esforços de C&T e desenvolvimento econômico. A inovação tecnológica se inseriria, para Schumpeter, no grupo de fatores endógenos do desenvolvimento, como sugere Possas (2002) e como *causa causans*, como apontava Schumpeter, segundo Messori (1984).

Deve-se ainda destacar que o progresso técnico, alavancado pela inovação tecnológica, gera retornos crescentes a ele relacionados e diferencia um processo de crescimento econômico, qualificando-o, o que é aceito pela tradição neo-schumpeteriana, sobretudo pela vertente evolucionária, que associa a inovação tecnológica às decisões dos agentes, especialmente as de investir, que, por sua vez, segundo Possas (2002) e Fagerberg (1990), desencadeiam efeitos dinâmicos cumulativos de desajuste e de expansão.

Tem-se pois, que a corrente neo-schumpeteriana, especialmente em sua vertente evolucionária, com eventuais contribuições das visões pós-keynesianas, podem constituir um corpo referencial teórico para entender o desenvolvimento econômico sem recorrer ao *mainstream* do pensamento nas ciências econômicas. Mais que isto, a convergência destas visões permite, segundo Possas (2002), propor uma integração micro-macro dinâmica na Teoria do Desenvolvimento Econômico porque as mesmas compartilham dos elementos racionalidade, incerteza e instabilidade.

Outros autores, seja em uma perspectiva histórica ou com base em uma análise contemporânea baseada em dados empíricos, mostram o papel estratégico do conhecimento técnico capaz de gerar inovações para o desenvolvimento econômico. Landes (1994 e 1998) relata o esforço privado e público para simultaneamente atrair competências da Inglaterra que iriam garantir a industrialização do continente europeu e Porter (1990) destaca a inovação tecnológica como o primeiro dos fatores a ser investigado para se tentar explicar a competitividade das firmas e das nações.

Estas proposições, sem um rigor sincrônico, vêm aduzindo elementos a uma ideia ou construção conceitual que destaca a inovação tecnológica como fator privilegiado

de desenvolvimento ou como *causa causans*, primeira causa. Embora esta não seja a tese dominante em todas as vertentes do pensamento econômico, Possas (2002) sugere que a divulgação das ideias provenientes da vertente evolucionária da tradição neoschumpeteriana tem contribuído para esta visão. Messori (1984), de sua parte, vê a inovação tecnológica sendo considerada *causa causans*, em grande medida pela difusão da obra de Schumpeter no pensamento econômico europeu e mundial por meio das obras de Labini (1989), seu ex aluno, que, em uma das últimas grandes contribuições não deixa dúvida quanto à precedência da inovação tecnológica frente a outros fatores endógenos, para o crescimento econômico.³

Ao comentar a fragilidade da teoria neoclássica no explicar o crescimento econômico com base, essencialmente, no crescimento do capital físico e da força de trabalho, ponderados pelos percentuais destes fatores na renda nacional, sem contemplar o papel do progresso técnico, Giannetti (1998), informa que em meados dos anos cinquenta do século passado ainda não se tinha clareza do impacto das inovações tecnológicas no desenvolvimento, sobretudo no longo prazo. Relata que somente no fim da década de oitenta - após o descrédito na inexistência de limites à informação, o que dava substância às interpretações de que a tecnologia seria um fator exógeno e que existiria o fenômeno da “convergência” no qual todos os sistemas econômicos tenderiam a ter a mesma taxa de crescimento - é que o quadro teórico se modifica. Surge, então, a teoria do crescimento endógeno, enfatizando o papel das diferentes inovações tecnológicas no crescimento econômico. Entretanto, segundo Giannetti (1998), só mais adiante, já nos anos noventa do século passado, com a difusão do pensamento evolucionário de índole neoschumpeteriano, é que, além do reconhecimento do papel da tecnologia para o desenvolvimento econômico, se consolida a ideia de que não é a tecnologia em abstrato que joga este papel. Trata-se de um processo histórico regulado não só pela aplicação do conhecimento científico à produção, mas das concretas condições científico-tecnológicas, econômicas e institucionais que permitem que isto aconteça.

Contudo, uma síntese destas visões que relacionam diretamente a inovação tecnológica com a dinâmica econômica pode ser encontrada em Nelson (2006). Quando pela primeira vez publicado em 1996, “*The Sources of Economic Growth*”, Nelson anunciava que sua visão diferia das novas teorias neoclássicas de crescimento econômico e de suas tentativas de englobar as explicações históricas do avanço técnico relacionado ao crescimento. Nelson foi pioneiro no demonstrar certa inadequação ou discordância do que afirmava a história econômica e o que vinha como teoria por parte das velhas e das novas teorias neoclássicas do crescimento. A essência da discordância de Nelson está em não decompor, como fazem as teorias neoclássicas do crescimento e a contabilidade

3 No fim do livro *Nuove tecnologie e disoccupazione*, editado em 1989, Labini escreve que tomou conhecimento, já quando o manuscrito do mesmo estava sendo impresso, da publicação do *Technical change and economic theory*, publicado pela Pinter Publishers em 1988 (1ª edição). Textualmente diz que suas visões estão em concordância com vários capítulos do mesmo, principalmente os escritos por W. B. Arthur, G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, C. Perez e L. Soete

do crescimento, as causas do crescimento. Para Nelson as contribuições trazidas pelos escritos teóricos sobre sistemas complexos e dinâmicos evidenciam que não faz sentido atribuir o crescimento, separadamente à inovação tecnológica, ao capital e à educação, ou recursos humanos. A intensidade de capital decorre das mudanças técnicas e a qualificação dos recursos humanos, melhora com o crescimento econômico e com o avanço tecnológico. Nelson se recusa a ver, como faz a contabilidade do crescimento, o desempenho econômico a partir do desempenho individual de cada fator, de sua soma. Para ele o que conta é a performance da equipe, como no basquete ou futebol, embora caiba destacar a existência de um fator particular como variável subjacente ao crescimento, que é o avanço técnico.

Saindo do foco mais amplo, que incluiria os três níveis, economia nacional, nível regional e local, Baiardi (2003) comenta que a associação da ideia de desenvolvimento regional com inovação tecnológica está presente em muitos autores. Na história do pensamento econômico são muitos os que associam a prosperidade do território / região à existência de determinadas pré-condições, sejam elas facilidades para atrair investimentos em fábricas modernas, *science oriented*, ou pré-existência no mesmo de ambiente propício à produção do conhecimento científico-tecnológico ou simplesmente tecnológico. Este conhecimento, por sua vez, poderia estar disponível nas habilidades dos mestres e trabalhadores qualificados que ao longo do tempo estimularam um intercâmbio do saber adquirido previamente por meio do aprendizado prático com um forte componente cultural ou poderia estar depositado nas instituições de ensino e pesquisa, que seriam as universidades, ou somente de pesquisa, que seriam institutos ou centros de P&D. Em um trabalho exploratório Baiardi (2003) lista Marshall (1982), Landes (1994 e 1998), Benko (1996), Vernon, (1979) Labini (1989) e Porter (1990), ente outros. O que eles têm em comum é a visão de que competências no território, se expressam via aglomeração produtiva, via instituições de ensino e pesquisa e via sistemas regionais de inovação, componentes decisivos para o desenvolvimento regional.

Nas análises ao nível regional, analisando desequilíbrio econômico e as desvantagens estabelecidas nas relações comerciais, há autores que chamam atenção para a importância de uma capacidade regional de gerar inovações e outras competências que tornem menos assimétricas as relações de troca. As abordagens de Sicsú (2000), Sicsú e Bolaño (2007), Galvão (2004), Albuquerque e Rocha (2005) e Baiardi (2003), dão destaque para a necessidade de políticas regionais que favoreçam as condições para surgimento de um Sistema Regional de Inovações, como condição essencial para geração de inovações tecnológicas. Em geral, este conjunto de autores defende a implantação e/ou ampliação de políticas de fortalecimento da economia regional, tendo em conta os novos paradigmas tecnológicos, as bases produtivas e as cadeias de conhecimento, envolvendo todos os atores do “Triângulo de Sábato”.⁴

⁴ Triângulo de Sábato, cujos vértices são o setor de produção de conhecimento, o Estado e o setor privado. Mencionado

Examinando a experiência europeia, Galvão (2004) descreve como a Europa comunitária deu importância significativa à inovação tecnológica no desenvolvimento regional. Ademais dos programas de desenvolvimento regional contemplou-se com ênfase o estímulo à atividade inovativa, inúmeros arranjos institucionais foram concebidos na linha de gerar habitat de inovações e aperfeiçoar os sistemas de inovação, envolvendo atores públicos e privados, situados no campo da produção e difusão do conhecimento, como no campo dos setores produtivos. Destaca ainda como vários programas comunitários, para todos os Estados membros passaram a ter uma agenda reforçadora de iniciativas que associavam o desenvolvimento com a inovação tecnológica.

Ainda Galvão (2011), organiza um estudo do Centro de Gestão Estratégica, CGE, no qual se explicita quinze medidas voltadas para criação de competência tecnológica no Nordeste⁵, com ênfase, não exatamente nesta ordem, em recursos humanos, infraestrutura, financiamento, serviços tecnológicos, estruturas de P&D, qualificação institucional, apoio às empresas, redes de cooperação, difusão de conhecimento, cooperação nacional e internacional, gestão estratégica, centros especializados, câmaras setoriais, convergência de agendas etc. Consta-se que a missão do CETENE, de acordo com os documentos oficiais, contém muitas das recomendações do estudo do CGE. A visão obtida por Galvão na sua pesquisa publicada em 2004, provavelmente, influenciou o documento do CGE. Outro autor nacional a destacar a inovação tecnológica como fonte de prosperidade territorial é Iglioni (2001). Em sua pesquisa sobre o pensamento econômico relacionado ao tema e sobre as aglomerações industriais virtuosas o autor focaliza, pela ótica dos clusters, as características dos ambientes inovadores e as relações intra sistemas e unidades produtivas e com o entorno dos mesmos.

Quando se pensa na influência da inovação tecnológica no desenvolvimento regional, melhor na diferenciação assumida pelo desenvolvimento em dados territórios, regiões e nível local, não pode faltar referência a dois exemplos emblemáticos: *Route 128* e *Silicon Valley*, ambos, casos de convergência tecnológica.

Segundo Best (2002), a 128 Route⁶ seria um exemplo de clusterização por meio de um “sistema aberto” no qual um conjunto de empresas e instituições coordenam a aquisição e a difusão do conhecimento por meio de ligações de mercado e não-mercado.” Sistemas abertos, que trabalham em todos os níveis tecnológicos e organizacionais, implica governança eficiente e descentralização de recursos. O resultado tem sido uma capacidade regional para rapidamente inventar e reinventar produtos e serviços, diversificar tecnologicamente, criar novos nichos de mercado, e ensejar novos segmentos industriais. Para Best (2002) o desenvolvimento de um sistema aberto tem início com

pela primeira vez por Jorge Sábato, em artigo conjunto com Natalio R. Botana, publicado em 1967, intitulado “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina (cf. Sabato, J. (org.) *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia - tecnología - desarrollo - dependencia*. Buenos Aires: Paidós, 1975 (pp 143-154).

⁵ Trata-se de um extenso documento com consistentes recomendações para uma gestão estratégica de C&T&I para o Nordeste.

⁶ Estrada que atualmente se confunde em muitos trechos com a Redwood Hwy 101.

um crescente grau de diferenciação em termos de cultura e de competência que é parte de um processo pelo qual a região, como um todo, vai obtendo vantagens competitivas vis à vis outras regiões. Este grau de diferenciação embora seja limitado pelo mercado, vai ampliando a especialização regional. Concomitantemente, leva as empresas e as instituições de pesquisa a adquirirem competências que são inter-cambiadas entre si, com as congêneres. Com isto se tem a um sistema de *feedback* em que novos conhecimentos levam a novas oportunidades de investimento e novas *start-up* no ambiente empresarial. Este é um movimento que forma grupos, não em torno de produtos comuns, mas em torno da produção do conhecimento comum, buscando técnicas para que os produtos finais se diferenciem permanentemente. A isto Nathan Rosenberg (1963) chama de convergência tecnológica.

O segundo exemplo emblemático é o do Vale do Silício, que nas palavras de Saxenian (1996), embora tenha resultados econômicos comparáveis ao da Route 128, em muitos aspectos é diferente, a começar pelos costumes e valores. De acordo com a autora, enquanto no Leste, em Boston, as pessoas se vestem de paletó e gravata, no Oeste preferem *jeans e t-shirts*. Saxenian chama atenção para um maior espírito comunitário e por maior intensidade de relações de não-mercado, que, nem por isso deixam de levar à criação de novas empresas. Outro aspecto que difere o Vale do Silício da Rota 128, é que sem prejuízo de integração com os campi universitários de Stanford e Palo Alto, as empresas no Vale do Silício se dispersam mais no território. Um fator que também distingue o Vale do Silício seria um ambiente no qual o reconhecimento de competência e de capacidade empreendedora independe de etnias. Neste território se constata um número expressivo de empresas criadas por imigrantes de todas as partes do mundo

No entender da autora, determinantes tipicamente culturais têm um peso expressivo na criação de competências no território que tanto favorecem o desenvolvimento de universidades e institutos de pesquisa como a clusterização, aglomeração empresarial. Para Saxenian (1996) o marco regulatório de atividades empresariais, assim como o apoio de agências locais e regionais de desenvolvimento, sempre foi muito estimulante à geração e à difusão do conhecimento como ao nascimento de novas empresas. Entretanto, estas características não explicam tudo. Há sem dúvida um componente cultural e intangível de sucesso. Para a autora o Vale do Silício seria o exemplo mais legítimo de atmosfera do distrito industrial marshalliano. Estas considerações permitem avaliar que inequivocamente as inovações tecnológicas contribuiriam para o desenvolvimento local e regional, desde que geradas em resposta às necessidades de mercado.

3.3 Vicissitudes, complexidade e natureza da inovação tecnológica

Segundo Nelson (2006), entre os elementos constantes dos processos de geração de novas tecnologias estão: a) o considerável grau de incerteza envolvido; e b) o fato de existirem, normalmente, múltiplos empreendedores de P&D agindo simultaneamente. A

“máquina”, o motor das inovações capitalistas acaba definindo um caminho supostamente viável para assegurar múltiplas fontes de iniciativas, através de uma competição real entre aqueles que apostam em diferentes ideias. E isto se dá num contexto no qual se deve buscar um amplo acesso ao conhecimento genérico básico necessário para ponderar as possibilidades existentes, os incentivos e os sinais do mercado e a avaliação de possíveis prejuízos.

Quando um ramo ou uma área tecnológica são novos, uma grande variedade de aproximações à inovação tecnológica, ou às estratégias, são adotadas pelas diversas empresas. Conforme a experiência aumenta, algumas das abordagens seguidas começam a parecer melhores que outras. As empresas que fizeram as escolhas corretas saem-se melhor. Aquelas que não as fizeram precisam assimilar estas escolhas ou abandonar a competição. Numerosos estudos têm mostrado que à medida que um ramo ou uma tecnologia amadurece, observa-se uma significativa redução do número de empresas envolvidas e, em alguns casos, o surgimento de um “projeto dominante”, com todas as empresas sobreviventes produzindo alguma variante deste projeto, voltadas pra o nicho que elas encontraram (NELSON, 2006).

Para Dosi (2006) alguns aspectos do processo inovativo devem ser enfatizados em benefício da definição das determinantes de primeira, segunda e última instância, entre eles:

1. O papel crescente dos insumos científicos no processo inovativo;
2. A complexidade crescente das atividades de P&D as quais fazem com que as firmas encarem o processo inovativo como uma matéria de planejamento de longo prazo e de elevado risco;
4. Uma significativa correlação entre os esforços de P&D (como uma *proxy* dos insumos do processo inovativo) e o produto da inovação (medida pela atividade de patenteamento) em alguns setores industriais;
5. Uma significativa soma de inovações e melhoramentos é originada através do *learning by doing* que é, em geral, expressado nas pessoas e nas organizações (firmas em primeiro lugar);
6. O aumento da formalização institucional da pesquisa, não obstante as atividades inovativas e as pesquisas mantenham uma intrínseca natureza incerta. Isto se opõe à qualquer hipótese de um conjunto de escolhas tecnológicas que seriam conhecidas *ex-ante*;
7. A mudança técnica não ocorre ao acaso, por dois motivos. Primeiro, as direções da mudança técnica são frequentemente definidas pelo estado da arte das tecnologias já em uso. Segundo, é usual o caso no qual a probabilidade das firmas e organizações obterem avanços técnicos é, entre outras determinantes, uma função dos níveis tecnológicos já obtidos por elas;
8. A evolução das tecnologias ao longo do tempo apresenta algumas regularidades

significativas e uma, com frequência, é capaz de definir caminhos das mudanças em termos de algumas características tecnológicas e econômicas dos produtos e processos.

Para Stokes (2005), durante a maior parte da história da humanidade, as atividades práticas têm sido aperfeiçoadas por “melhoradores de tecnologia”, na expressão de Robert Multhauf, os quais não conheciam nenhuma ciência, nem tampouco teriam obtido disso uma grande ajuda, caso conhecessem. Algumas exceções ocorreram durante a história, como na experiência da Escola de Alexandria, na Antiguidade Clássica, e no período da Revolução Puritana na Inglaterra do século XVII, ocasião na qual a ciência produziu conhecimento útil para a tecnologia. Outro marco na história foram as universidades de pesquisa criadas na Alemanha do Século XIX (BAIARDI, 1996).

A relação entre ciência e tecnologia se modificou definitivamente com a “Segunda Revolução Industrial” no final do século XIX, quando os progressos da física conduziram à energia elétrica, os avanços da química levaram às novas anilinas sintéticas e os da microbiologia deram origem a melhorias significativas na saúde pública. Essa tendência acelerou-se no século XX, com mais e mais tecnologia baseada na ciência, o que levou, ulteriormente, ao surgimento dos laboratórios de pesquisa industrial como principal local, porém não o único, da inovação tecnológica (STOKES 2005 e NELSON 2006).

Em que pese o papel das empresas e dos seus laboratórios de pesquisa industrial na inovação tecnológica, as universidades e institutos de pesquisa públicos e privados também têm uma função neste processo. Na história brasileira, é digno de nota o exemplo de Oswaldo Cruz e de Carlos Chagas, com suas pesquisas no Instituto Oswaldo Cruz (Manguinhos), no início do século XX, caracterizadas pelos objetivos de aplicação. Atualmente, a prática de *open innovation* tem sido cada vez mais difundida, quando academia e empresas colaboram para desenvolver novos produtos e processos (STEPAN, 1976 e BAIARDI, 2002).

Nos últimos anos tem havido uma explosão de novos arranjos institucionais, por meio dos quais uma empresa individual ou um grupo delas financiam as pesquisas em laboratórios universitários recebendo em troca algum tipo de acesso prioritário a essas pesquisas e suas descobertas. De forma não surpreendente, os ramos mais engajados nessas atividades são os integrados por grandes empresas, que consideram as pesquisas acadêmicas altamente importantes para as mudanças tecnológicas do seu interesse. Tais ramos abrangem principalmente as indústrias farmacêuticas, químicas e de produtos agrônômicos e eletrônicos, em campos como o das ciências biológicas, eletrônica e de computação. O estímulo ao progresso técnico vem se transformando crescentemente numa motivação articulada para o apoio público às pesquisas universitárias voltadas para o mercado (NELSON 2006).

Dadas as possibilidades de arranjos universidade / empresa, o lócus da inovação, já apresentados na obra de Lamoreaux et al (2009) e a natureza do progresso técnico podem,

ser avaliados nas palavras de Nathan Rosenberg:

“Uma das questões históricas centrais a respeito do progresso técnico é a sua extrema variabilidade no tempo e no espaço. Um dos fatos mais incontestes da história é a existência de enormes diferenças na capacidade de sociedades distintas de gerar inovações tecnológicas adequadas a suas necessidades econômicas. Além disso, tem havido também uma enorme variabilidade na deliberação e no desembaraço com que as sociedades adotaram e utilizaram inovações tecnológicas desenvolvidas alhures. Além disso, as próprias sociedades, individualmente, no decorrer de suas histórias particulares, têm sofrido marcantes mudanças na extensão e na intensidade de seu dinamismo técnico. Parece claro que as razões para essas diferenças, que ainda não foram bem compreendidas, estão ligadas, de numerosas maneiras complexas e sutis, ao funcionamento de amplos contextos sociais, de suas instituições, seus valores e de suas estruturas de incentivo.” (ROSENBERG 2006 - pg 25)

Estas considerações permitem estabelecer juízos de quanto a geração de inovações tecnológicas se constitui um processo complexo, não trivial, cujos resultados não são óbvios, o que exige da parte das empresas um planejamento e atitudes de excepcional discernimento no ambiente no qual se inserem. Neste sentido, a existência de uma central de *facilities* como o CETENE, pode ser condição necessária, mas não suficiente para que ocorram inovações.

3.4 A empresa como ‘lôcus’ da inovação, a P&D interna, a P&D terceirizada e a P&D em alianças

Está mais do que afirmado existirem inter-relações fundamentais entre progresso científico, mudança técnica e desenvolvimento econômico. Suas mútuas influências têm sido um dos principais motores da transformação social, pelo menos desde os tempos da Revolução Industrial (mas, muito provavelmente antes, em diferentes formas). Nas sociedades industriais estas inter-relações são particularmente fortes. Em alguns casos estas inter-relações estão institucionalizadas e incorporadas dentro da dinâmica do sistema econômico: a pesquisa científica e tecnológica é, com muita frequência, sustentada diretamente pelas próprias companhias, ou financiadas por elas, enquanto, por outro lado, há reconhecimento que ciência e tecnologia geradas fora do ambiente empresarial, são fatores cruciais no crescimento e competitividade das empresas.

Para Dosi (2006), como já focado em 3.1, a sequência descendente simplificada do tipo ciência – tecnologia – produção não é um caso provável pois negligencia a crucial influência de longo prazo dos entornos econômicos e tecnológicos sobre a própria ciência. Assim, do mesmo modo que é empiricamente ridículo e teoricamente inalcançável partir do suposto que todos os agentes são iguais no acesso à tecnologia em qualquer ramo da indústria e em sua capacidade de inovar, é ridículo também apontar as forças de mercado como determinante principal e de última instância em todos os casos da mudança técnica, como fazem as teorias da *demand pull*. Contudo, incorporando a dimensão lembrada por Dosi, pode-se aceitar uma sequência descendente mais completa que incorporasse os

entornos, mas que deveria ter a seguinte ordem: pesquisa fundamental, pesquisa aplicada; investigação de bancada; planta piloto, melhoria nos processos ou produtos; resolução de problemas; controle técnico do processo e qualidade, para então se chegar à inovação tecnológica.

Da mesma maneira, segundo Dosi (2006), é negligente definir tecnologia como um componente ou fator autônomo ou quase autônomo, pelo menos no curto prazo, como fazem as teorias do *technology push*. Para o autor a fácil distinção no nível teórico é difícil de acontecer na prática, embora haja de fato uma fundamental diferença entre as duas abordagens no que tange ao papel atribuído aos sinais de mercado em direção à atividade inovativa e à mudança técnica.

No caso de ser necessário definir uma hierarquia de determinantes, Dosi (2006) tende a apontar os sinais de mercado como posicionados no âmbito da discussão. A possibilidade de um conhecimento *a priori* (antes que o processo de invenção tome lugar) da direção na qual o mercado está atraindo a atividade inventiva dos produtores parece, ao autor, como merecedora de maior atenção. Não obstante, não há como não reconhecer que existe uma complexa estrutura de retroalimentações entre o entorno econômico e a direção das mudanças técnicas. Uma tentativa de teorizar a mudança técnica deve definir a natureza destes mecanismos de interação. Em diferentes modos as teorias de *demand pull* e *technology push*, segundo o autor, parecem ter falhado em operar assim. Diferentes abordagens teóricas sugerem uma multi-variada explicação da atividade inovativa e alguns tipos de determinações contextuais entre fatores relacionados com a ciência e variáveis econômicas.

A questão que convém neste momento examinar é se esta sequência é predominantemente conduzida *in house*, dentro da empresa, ou se etapas delas podem ser “terceirizadas”, *outsourcing R&D*. De outro modo, se deve investigar quando, e sob que circunstâncias, é vantajoso para as empresas realizar a P&D *in-house*, terceirizá-la ou conduzi-la por meio de alianças. Por P & D terceirizada entende-se a contratação por parte de uma empresa, de pesquisas e desenvolvimento do seu produto. A prática se desenvolve mais recentemente, sobretudo como iniciativa das grandes corporações multinacionais, e em resposta à necessidade de expandir as capacidades de investigação em face da competitividade crescente (GÖRG and HANLEY, 2008).

Curiosamente, nos últimos anos começa a se verificar no plano internacional uma tendência de terceirizar P&D, não só nos países sede das grandes corporações, mas também em outros países e em outros continentes. A literatura internacional sobre inovação informa que a terceirização da P&D se generaliza dentro do território, fora dele, e internacionalmente. Há casos que estão se tornando emblemáticos como terceirizar a P&D em tecnologia da informação, TI, em Bangalore, na Índia. Isto estaria se dando porque os custos da P&D na *home based*, laboratórios e plantas pilotos, estariam se tornando comparativamente muito elevados, segundo Peters e Schmiele (2007).

As multinacionais têm um papel dominante na condução de P & D em seus respectivos países de origem, mas, dada a sua abrangência internacional, elas são também susceptíveis de terceirizar P&D em outros países. Decisões das empresas multinacionais para localizar P & D em países emergentes pode repatriar cérebros e estimular o desenvolvimento econômico dessas nações. De outro lado, também podem levar a uma perda de empregos com altos salários, capital intelectual e inovações importantes nas economias desenvolvidas. A recente turbulência nos EUA e nas economias europeias, além da politização do *offshoring* de P&D, realização de pesquisa e desenvolvimento fora do território nacional, têm ressaltado a importância da discussão sobre a localização dos laboratórios e plantas piloto das empresas multinacionais. Apesar da importância desta questão, os dados atuais sobre *offshoring* de P&D pelas multinacionais não são suficientes, para se ter uma ideia da magnitude desta tendência.

Um dos problemas dos dados é que as estatísticas se referem às saídas de atividades de P&D e têm ignorado a entrada ou a permanência da atividade na *home base*, o que pode equilibrar ou exceder as saídas. Focando apenas a saída de P & D (*offshoring*) fornece-se uma imagem desequilibrada que pode resultar em conclusões excessivamente alarmistas levando, a incorretas e até mesmo prejudicial política científica.

Processos de conhecimento de criação de empresas de base tecnológica têm se tornado cada vez mais global, mas permanecem limitados a um número relativamente pequeno de países no mundo. Empresas de base tecnológica se esforçam para localizar suas atividades de P & D em centros de excelência tecnológica, ou seja, em regiões caracterizadas por uma alta taxa de produção de novas tecnologias. Esta tendência é ainda mais intensificada por uma escassez de recursos “em casa”. Muitas multinacionais menores, que anteriormente contavam com P&D centralizada, doméstica, adotam atualmente a terceirização destas atividades em todo o mundo. Os pioneiros da internacionalização de P & D são empresas de alta tecnologia que operam em mercados pequenos e com poucos recursos de P & D em seu país de origem. O investimento em P & D no exterior por parte das empresas dos EUA aumentaram três vezes mais rápido que os domésticos (GÖRG and HANLEY, 2008; GASSMANN and von ZEDTOWITZ, 1999; NARULA, 1999).

Desta forma, embora seja pacífico o entendimento que o lócus da inovação é a empresa, a presença das atividades de P&D pode se dar por múltiplos arranjos, estendendo-se para fora ou para dentro da empresa, da universidade ou do centro de pesquisa. Estes arranjos vão desde os laboratórios inteiramente domésticos com grande autonomia, até a pesquisa feita em todas as suas etapas nas bancadas e plantas-piloto das universidades. Definidas estas possibilidades de maior ou menor papel ou protagonismo no processo inovativo da empresa ou das universidades e institutos de pesquisa, torna-se possível examinar as determinantes locais da inovação. Por outro lado, pode-se também avaliar se o CETENE está se especializando em realizar P&D como terceirizada, o que significaria estar dentro da tendência mundial, de um lado. De outro, ele terá que

concorrer com empresas, centros de pesquisa e universidades de outros estados ou mesmo de outros países.

Baldini e Borgonhoni (2007) defendem que as universidades e/ou institutos públicos de pesquisa possam contribuir de uma forma mais eficiente com a geração de novas tecnologias e que na história recente do Brasil surgiram formas alternativas para que as instituições de ensino e pesquisa pudessem conduzir suas pesquisas a fim de alcançar resultados úteis à comunidade. Os autores apresentam um breve histórico sobre a relação universidade / empresa e caracterizam alguns tipos de relações firmadas entre essas duas instituições, destacando as incubadoras de empresas, os convênios e as redes em C&T como os mais eficientes. Estes são aspectos a considerar, para que o CETENE não seja inibidor da P&D na universidade.

Estas considerações permitem estabelecer juízos de quanto à capacidade do CETENE de atrair contratos de P&D ou deles participar em alianças, tendo sempre em conta que no momento suas atividades refletem mais uma demanda de outras instituições públicas e não de empresas, a julgar pelos projetos em execução, o que será examinado na sequência.

3.5 Sistemas de Inovação Regional e o papel do CETENE

Segundo vários autores, o Brasil até o presente momento não teve sucesso na concepção de um Sistema Nacional de Inovação, atualmente definido no âmbito do MCT e de suas principais agências, como Sistema Brasileiro de Tecnologia, SIBRATEC e com uma recente modificação decorrente da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial, EMBRAPPII. Visto como um dos instrumentos da política de incentivo à inovação, o SIBRATEC foi criado durante a apresentação do Plano Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional, realizada no Palácio do Planalto em novembro de 2007, cerca de cinco anos atrás (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2009; SICSU e BOLAÑO, 2007 e BAIARDI, 2011).

Sua concepção está longe de ser aquela internacionalmente aceita quando se fala de sistemas de inovação, qual seja, ser mais iniciativa do mundo empresarial, da sociedade civil que do Estado e ter uma governança que envolva todos os atores relacionados à P&D e inovação. Por **Sistemas de Inovação** se entende o arcabouço formado por organizações que geram inovações, organizações que fomentam e financiam estas inovações e tentam direcioná-las para o setor produtivo, inclusive participando com capital de risco de novas empresa emergentes de incubadoras e organizações que cuidam da gestão de toda essa estrutura ou rede.

Lundwall (1992, 1995 e 1997), tratando de definir sistema de inovação, propõe que o processo de inovação, como um “fato estilizado”, não pode prescindir de uma dimensão interativa na qual, devido à elevada divisão de trabalho e ao caráter pervagante e ubíquo da atividade inovativa, esta deverá ocorrer em vários lugares, combinando a face do

usuário com a do produtor de conhecimento e, no interior desta, agregando universidades e centros de P&D. Somente nesta condição, diz o autor, será possível promover a interação microeconômica, responsável por um nível fundamental da atividade inovativa. Esta reflexão sugere que as condições ideais de inovação dependem dos sistemas de inovação, que podem ter a envergadura nacional, regional, setorial e local.

A expressão “Sistema de Inovação”, SI, surgiu nos anos 80 e se difundiu com trabalhos como de Chris Freeman (1995 e 1999) e Richard Nelson. Esta abordagem ganhou maior espaço no início dos anos 90 com as obras de Nelson e Rosemberg (1993, 1993) que fazem uma análise comparativa de sistemas nacionais de inovação (SNI) e com trabalhos mais teóricos que investigavam o conceito e o desenvolvimento da estrutura de análise do sistema de inovação como de Lundvall (1988 e 1992). Desde então, tais autores passaram a ser referência nos trabalhos sobre SI e são amplamente citados pelos estudos posteriores neste campo.

Suzigan e Albuquerque (2009) e Motoyama (2004), procuram resgatar a história da contribuição das universidades e dos institutos de tecnologia brasileiros para o desenvolvimento do país, afirmando que ademais de serem inúmeros os casos de geração de tecnologias que foram apropriadas pelo setor produtivo, estas ações foram próprias de um sistema de inovação, ainda que não plenamente constituído. Para os autores, embora não se possa negar que este sistema de alguma forma existe e operou, inúmeros problemas decorrentes do contexto social, como escravidão, pobreza e incompleto desenvolvimento de instituições, impediram melhores resultados. Para Suzigan e Albuquerque (2009), os casos bem sucedidos de transferência de tecnologia de universidades e institutos para o setor produtivo, teriam se dado mesmo diante de um incompleto sistema de inovação, o que Lima e Teixeira (2001) denominariam de sistema de inovação fragmentado.

De acordo com Suzigan e Albuquerque (2009) a maior fragilidade brasileira estaria nas suas instituições, o que fica evidente quando se compara o sistema do Brasil com os dos EE UU, do Japão, da Alemanha, da Suécia e da Dinamarca, países nos quais se constata exemplos de uma persistente tradição evolucionária nas instituições que aproximariam o conhecimento acadêmico das empresas. Ressaltam ainda os autores que provavelmente o maior problema do sistema brasileiro seria o de financiamento e apoio ao capital de risco. Os autores sugerem cinco condições para que o sistema brasileiro de inovações pudesse ser completado e considerado eficiente:

“A long historical process is required to build these linkages and interactions. At least five elements (which depend on investment and time for development and maturation) can be indicated: (1) preparation of the monetary and financial arrangements to make feasible the creation and functioning of universities/research institutions and firms, among other elements; (2) construction of the relevant institutions (universities, research institutions, firms, and their R&D laboratories); (3) construction of mechanisms to enable these two dimensions to interact (research problems, challenges etc. that induce at least one of the two sides to seek out the other and attempt to establish a dialogue); (4)

development of interactions between the two dimensions (learning processes, trial and error etc.); and (5) consolidation and development of these interactions, involving an explicit recognition of the role played by time to build mutually reinforcing relationships (positive feedback) between research institutions/universities and firms (as could be derived from the literature reviewed above” (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2009).

Não se pode contemporaneamente tratar o problema das determinantes e das possibilidades do ritmo do avanço técnico sem a abordagem denominada de “sistemas de inovação”. O termo tem sido amplamente empregado na recente literatura sobre tecnologia para analisar o complexo de causas e fatores que afetam a atividade tecnológica nacional (LALL, 2005).

Baseando-se na abordagem dos sistemas nacionais de inovação, Lall (2005) conceitua a capacidade tecnológica nacional como o conjunto de habilidades, experiências e esforços que permitem que as empresas de um determinado país adquiram, utilizem, adaptem, aperfeiçoem e criem tecnologias com eficiência. Essa capacidade abrange o sistema extra-mercado das redes e vínculos entre empresas, os estilos de fazer negócios e a rede de instituições de apoio.

O foco em um sistema nacional de inovação, segundo Lall, deve-se ao fato de que a fronteira nacional define um conjunto comum de incentivos, mercados de fatores, posturas e sistemas de negócio, em cujo contexto as empresas atuam e aprendem. Uma limitação dessa abordagem, no entanto, é que são desconsiderados os processos de construção de aptidões específicas às empresas e organizações, que podem ser muito diferentes mediante, por exemplo, as especificidades geográficas e dos ramos industriais (LALL, 2005).

Lall (2005) propõe uma estrutura de análise dos determinantes do desenvolvimento tecnológico presentes no sistema de inovação nacional mediante três categorias: incentivos, mercados de fatores e instituições. Como dito anteriormente, essa estrutura concentra-se nos elementos comuns de aprendizado das empresas dentro de um ambiente nacional comum. Dessa forma, se poderia chamá-los de “macro-determinantes” do desenvolvimento tecnológico. As imperfeições do mercado eventualmente existentes nesses determinantes afetam a atividade tecnológica nacional e ensejam a criação e utilização de políticas públicas e de instituições para superá-las.

Na categoria de “incentivos”, estão aquelas determinantes provenientes do ambiente macroeconômico, da política comercial, da política industrial do país e da demanda interna. O ambiente macroeconômico está relacionado às taxas de inflação, dos juros, e do desemprego e também ao saldo da balança comercial, ao déficit público, entre outras variáveis. Sua boa gestão é aceita como um fator determinante do investimento empresarial.

Quanto às políticas comerciais, a orientação exportadora permite que um país concretize suas vantagens comparativas e tire proveito das economias de escala em atividades intensivas em capital. Demais, o convívio com a competição mundial constitui

um estímulo efetivo para o desenvolvimento de aptidões tecnológicas e o estreito contato com mercados de exportação é uma fonte excelente – e, em parte, gratuita – de informação tecnológica. As políticas comerciais também podem intervir no comércio internacional, por meio de subsídios ou de proteção. (LALL, 2005).

Como políticas industriais internas, a remoção de barreiras artificiais a favor da competição, proporcionam o melhor estímulo ao desenvolvimento tecnológico, tendo as políticas antitruste, neste caso, um papel crítico. Por outro lado, devido às economias de escala inerentes a muitas atividades industriais, tanto na produção, como no desenvolvimento tecnológico (P&D), no *marketing* de exportação e nos seus investimentos no exterior, talvez seja desejável admitir – e até promover – o grande porte das firmas ou a expansão e fusão de empresas.

A importância da demanda local envolve dois aspectos. A qualidade da demanda – representada pela sofisticação dos compradores, o desenvolvimento dos canais de comercialização e a intensidade da concorrência –, que afeta o desenvolvimento do produto, da gestão da qualidade e das práticas do marketing, e o tamanho do mercado interno, que influencia os tipos de atividades que podem ser empreendidas (por exemplo, um país de grande extensão pode fomentar aptidões em atividades de maior escala do que economias menores). Entretanto, o tamanho efetivo do mercado interno não está relacionado apenas às rendas totais, mas também a sua distribuição, pois com maior equidade há maior base de demanda, o que favorece o desenvolvimento de aptidões tecnológicas (AGUIAR, 2010; AGUIAR e BAIARDI, 2012 e PORTER, 1990).

Na categoria “mercado de fatores”, os mais importantes para o desenvolvimento tecnológico são: a infraestrutura física, as habilidades, os recursos financeiros para a atividade tecnológica, e o acesso à informação nacional e estrangeira. A necessidade de infraestrutura física e das habilidades é, também, amplamente reconhecida.

Quanto às habilidades, destacam-se as habilidades técnicas mais específicas, de engenharia e científicas, incluindo diferentes tipos de habilidades envolvidas nos trabalhos de equipe e multi-tarefas, necessários às novas tecnologias (LALL, 2005). Quanto aos recursos financeiros, incluem os mesmos o financiamento para investimentos tecnológicos de risco ou de longa gestação, por meio do mercado de capitais. Quanto ao fator informação, o acesso à tecnologia estrangeira é vital para o desenvolvimento tecnológico, contanto que haja um esforço local para absorvê-las, aprofundá-las e substituí-las.

Estão dentro da categoria “instituições” os órgãos que amparam a tecnologia industrial, como os de educação e treinamento, de padrões, metrologia, extensão técnica, P&D, crédito de longo prazo, informação sobre tecnologia e exportação, entre outros. Tais instituições são importantes no apoio aos esforços das empresas para desenvolver seus conhecimentos e suas aptidões tecnológicas; podem ser geridas pelo governo, ou criadas pelo governo, mas geridas autonomamente, ou criadas e geridas por associações da indústria ou outros entes privados (LUNDVALL 1997 e EDQUIST, 1997 e 1997^a).

Assim, “os resultados em termos do desenvolvimento das aptidões tecnológicas nacionais dependem da complexa interação dessas variáveis nos processos de aprendizado das empresas.” (LALL, 2005 – pag. 47). O aprendizado tecnológico, por sua vez, pode se dar de pelo menos quatro maneiras: mediante a pesquisa e o desenvolvimento (P&D); por meio da prática (*learning-by-doing*); através do uso (*learning-by-using*) e mediante a interação (*learning-by-interacting*) (LUNDVALL, 1992).

Lundvall (1992 e 1997) e Edquist (1997 e 1997^a) provavelmente os autores que mais publicaram trabalhos sobre sistemas de inovação, referem-se a este último tipo de aprendizado, o “aprendizado interativo”, como aquele com vantagens e o mais decisivo dentro de um sistema de inovações, na medida em que envolve intensamente o marco legal, as políticas, as instituições, as organizações e as empresas. A interação é um componente essencial do processo de inovação porque a especialização institucional, cognitiva e funcional altamente desenvolvida e em rápida mudança, faz nascer uma necessidade de estabelecer ligações relacionadas à inovação entre as partes componentes do sistema. (LUNDVALL 1992).

No processo de aprendizado interativo são necessárias certas “instituições” formais e informais, sendo as primeiras todo o arcabouço legal e órgãos que garantam segurança comercial e trabalhista, incluindo direitos de propriedade intelectual etc. e as últimas certas características culturais, como o horizonte temporal dos agentes, o papel da confiança e a combinação entre racionalidade instrumental e comunicativa.

Lundvall (1992 e 1997) ressalta que em países com um sistema de inovação já maduro, são necessários menos elementos para garantir um eficiente subsistema de P&D, tais como infraestruturas de conhecimento adequadas, direitos de propriedade intelectual, boas capacidades de formar redes, *networking*, e altos níveis de confiança. O mesmo não ocorre em países em desenvolvimento, onde outras variáveis devem ser levadas em consideração para um adequado funcionamento do sistema de inovação.

Alguns outros fatores que podem favorecer o processo de inovação estão situados no âmbito da organização e dinâmica da atividade de P&D. Talvez possam ser chamados de micro-determinantes, entre os quais devem ser citados: a interdisciplinaridade e a interinstitucionalidade; o perfil empreendedor dos pesquisadores e dirigentes da P&D e a descentralização e flexibilidade nas decisões (ARORA e GAMBARELLA, 1995; SCHWARTZMAN, 2008 e NELSON, 2006).

Estas considerações permitem estabelecer juízos quanto à capacidade do CETENE de concretizar o que estabelecem seus documentos oficiais, sem que exista no Nordeste, e mesmo no Brasil, um sistema de inovações plenamente constituído. Um arranjo, razoavelmente concebido de sistema setorial de inovação na agroindústria canavieira do Brasil, estudado por Rosário et al (2011), aparentemente não está sendo considerado pelo CETENE em sua atuação na fábrica de mudas de cana de açúcar, voltada exclusivamente para o Estado de Pernambuco. Demais, oferece os limites da possibilidade do CETENE de

contribuir para a construção e aprimoramento de sistemas regionais e locais de inovação.

4 | OS PRINCIPAIS PROJETOS DE P&D DO CETENE

O CETENE estava executando em 2020 executando 13 projetos de pesquisa/P&D nas seguintes áreas: nanotecnologia, biotecnologia e computação científica. Destes, apenas um em parceria com empresas na área de ciências agrárias/biológicas. Com exceção de apenas um na área de saúde, todos os demais geraram publicações de artigos, comunicações em eventos científicos e capítulos de livros o menor número de atividades com o setor privado é a relação de parcerias. O CETENE elenca 22 no ano de 2020, sendo que nenhum deles é empresa. Mesmo considerando ter sido o ano de 2020 um ano atípico, os dados mostram que o CETENE não surgiu para atuar em apoio à P&D do setor privado.

| Cliente | Nanotecnologia | Biotecnologia | Computação científica | Total |
|---------|----------------|---------------|-----------------------|-------|
| Público | 8 | 10 | 4 | 22 |
| Privado | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Total | 8 | 11 | 4 | 23 |

QUADRO 1- Projetos por eixo de competência do CETENE

Fonte: CETENE: Relatório de Acompanhamento Anual Ano de Referência – 2020.

| Ente de cooperação | Estado de Pernambuco | Outros estados | Total |
|--------------------------|----------------------|----------------|-------|
| Universidade | 3 | 10 | 13 |
| Institutos Federais | 2 | 1 | 3 |
| Instituições de Pesquisa | 2 | 4 | 6 |
| Empresas | 0 | 0 | 0 |
| Total | 7 | 15 | 22 |

QUADRO 2- Instituições em acordos de cooperação com o CETENE vigentes em 2020

Fonte: CETENE: Relatório de Acompanhamento Anual Ano de Referência – 2020.

Quando se tenta avaliar o desempenho do CETENE à luz de sua missão, suas diretrizes, seus objetivos e metas, comparados com sua performance e com o que diz a experiência internacional e nacional sobre terceirização de P&D, constata-se que na instituição não existem regras explicitadas de negociação de contratos de oferecimento de *facilities* e se as mesmas são compatíveis com as expectativas dos demandantes no caso de universidades, centros de pesquisa e empresas. Cada contrato assume uma forma, de acordo com as conveniências. Da mesma forma não existem regras claras sobre os contratos de benefícios recíprocos entre as partes no caso de patentes bem sucedidas em termos de mercados. Esta realidade, contudo, pode mudar em decorrência de uma recente política de inovação.

Por outro lado, a ação de fomento e difusão do conhecimento CETENE não mostra estar contribuindo para redes de relacionamentos dentro da comunidade de pesquisadores e de empresários e para surgimento de *stakeholders* internos e externos. Nada indica que o CETENE esteja se credenciando para ser peça essencial de um sistema de inovação regional. Ainda nesta linha de elementos superestruturais não existe no CETENE uma cultura de parceria em PD&I com as empresas por parte dos pesquisadores, muitos dos quais se percebem como servidores públicos que buscam mediante as pesquisas melhorar seus currículos.

A título de finalização, se pode dizer que não obstante o CETENE esteja contribuindo para o avanço do conhecimento, o que indica o número de artigos publicados em periódicos indexados, a organização está muito distante do que se propunha a realizar. Sua performance se assemelha mais a um centro de pesquisa aplicadas, voltado, essencialmente, para as demandas de algumas universidades e centros de pesquisa no que tange à infraestrutura de pesquisa e do governo do Estado de Pernambuco, com vistas a fornecer elementos para o estabelecimento de diretrizes. É premente que o CETENE tenha em seus quadros cientistas sociais familiarizados com conceitos de economia e da gestão da inovação, para que possa corrigir sua rota na direção de sua suposta missão.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. L. *Pesquisa e Inovação em Saúde Pública: O Caso da Vacina de Dna Contra o Vírus da Febre Amarela. Dissertação*. Mestrado Profissional em Saúde Pública do Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães – FIOCRUZ, 2010.

AGUIAR, C. L. e BAIARDI, A. O Caso da Vacina de DNA contra o Vírus da Febre Amarela. In: Congresso ABIPTI 2012, Brasília. *Anais do Congresso ABIPTI 2012*. Brasília: ABIPTI, 2012. v. 1. p. 389-414, 2012.

ALBUQUERQUE, L. N. e ROCHA NETO, I. *Ciência, tecnologia e regionalização*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

ARAGAO, G. e BAIARDI, A. Culturas de Desenvolvimento da Bahia: Uma Análise da Vertente Alternativa Baseada na Cooperação e na Solidariedade. *Recôncavos*, v. 3, p. 16-34, 2010.

BAIARDI, A.; SARAIVA, L. F. e ALMICO, R. C. Gênese e Transformação do Empresariado Regional: o Caso do Recôncavo Sul Baiano. *Recôncavos*, v. 1, p. 36-54, 2007.

BAIARDI, A e LANIADDO, R. N. Entre a competição e a cooperação: valores e atitudes empresariais na perspectiva de uma atuação sistêmica. *Organização & Sociedade*, V. 7, nº 19, set./dez. de 2000.

BAIARDI, A. *Sociedade e Estado no apoio à ciência e à tecnologia: uma análise histórica*. São Paulo: HUCITEC, 1996.

_____. O desenvolvimento da atividade científica no Brasil. In: SCLIAR, M. *Oswaldo Cruz & Carlos Chagas: o nascimento da ciência no Brasil*. São Paulo, Odysseus, 2002.

_____. A industrialização a qualquer custo e a nova Política Industrial. *Política Democrática*. v.11, p.79 - 83, 2011

_____. Política Regional de C&T como Instrumento de Modernização Tecnológica da Periferia. In: *VIII Seminário Modernização Tecnológica Periférica*, 2003, Recife. Anais do VIII Seminário Modernização Tecnológica Periférica. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2003. v. 1. p. 114-134.

BAIARDI, A. e BASTO, C.C. O protagonismo das redes nos parques Tecnológicos. In: *Anais do XXIV Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica*, Gramado: ANPAD, 2006.

BAIARDI, A. e BASTOS, C. A propensão a inovar como manifestação cultural do empresariado regional. In: *X Seminário de Modernização Tecnológica e Periférica*, 2007, Recife. Anais do X Seminário de Modernização Tecnológica e Periférica. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, v. 1. p. 87-103, 2007.

BALDINI, J. P. e BORGONHONI, P. As relações universidade-empresa no Brasil: surgimento e tipologias. *Caderno de Administração*. V. 15, N.2, p. 29-38, jul/dez. 2007.

BEST, M. H. Silicon Valley and the Resurgence of Route 128: Systems Integration and Regional Innovation. In: BEST, M. H *Regions, globalization, and the knowledge-based* Oxford: Oxford University Press, USA, 2002.

BENKO. G. *Economia, espaço e globalização na aurora do século XXI*. São Paulo: HUCITEC, 1996.

CGEE/ANPEI *Os novos instrumentos de apoio à inovação: uma avaliação inicial*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2009.

CGEE *Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento das Regiões Norte e Nordeste do Brasil: Novos desafios para a política nacional de CT&I*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2011.

COHEN, W.; LEVINTHAL, D. 1989. Innovation and learning: the two faces of R&D. *The Economic Journal*, v. 99, n. 397, p. 569-596.

CRUZ, C. H. B. A universidade, a empresa e a pesquisa de que o país precisa. In: *Humanidades, relação universidade-empresa*. Brasília: UnB, 1999.

DOSI, G. e SOETE, L. Technical change and international trade. In: DOSI, G. et al *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers, 1990.

DOSI G. *Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria de semicondutores*. Campinas, SP: Ed. UNICAMP, 2006.

DOSI, G. e ORSENIGO, L. Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments. In DOSI et alii (org) *Technical change and economic theory*. London, Pinter Publishers, 1988.

EDQUIST, C. *Systems of Innovation- technologies, institutions and organizations*, Printer, 1997.

EDQUIST, C., *Systems of Innovation Approaches – Their Emergence and Characteristics*. In: EDQUIST, C. (ed), *Systems of Innovation – Technologies, Institutions and Organizations*, London: Pinter, 1997a.

FERRAROTTI, F. *Max Weber e Il destino de la ragione*. Roma: Editori Laterza, 1985.

FREEMAN, C. 1995. The “National System of Innovation” in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, v. 19 (1).

FREEMAN, C. 1999. Innovation systems: city-state, national, continental and sub-regional. In: CASSIOLATO, J.; LASTRES, H. *Globalização e inovação localizada*. Brasília: IBICT: 109-167.

FAGERBERG, J. Why growth rates differ. In: DOSI, G. et alii *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers, 1990.

GALVÃO, A.C. F. *Política de desenvolvimento regional e inovação: lições da experiência européia*. Rio de Janeiro; Garamond, 2004.

GASSMANN, O. and von ZEDTWITZ, M. New concepts and trends in international R&D organization, *Research Policy* 28 _1999. 231–250.

GIANNETTI, R. *Tecnologia e sviluppo economico italiano*. Bologna: Società Editrice Il Mulino, 1998.

GÖRG, H, and HANLEY, A. Services outsourcing and innovation: An empirical investigation Kiel Institute for the World Economy. Düsternbrooker Weg 120, 24105 Kiel, Germany Kiel Working Paper No. 14171 April, 2008.

HABAKKUK, H. J. *American and British technology in the nineteenth century*. Cambridge: Cambridge University Press, 1962.

JEWKES, J. et alii *The sources of invention*. London: Macmillan, 1956.

KIM L E NELSON R. *Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente*. Campinas, SP: Ed. UNICAMP, 2005.

KUHN, T.S. *The structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press, 1970.

KLEVORICK, A.; LEVIN, R.; NELSON, R. e WINTER, S. On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities. *Research Policy*, v. 24: 185-205, 1995.

LABINI, P. S. *Nuove tecnologie e disoccupazione*. Bari: Editori Laterza, 1989.

LAKATOS, I. *The methodology of scientific research programmes*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.

LALL S. A mudança tecnológica e a industrialização nas economias de industrialização recente da Ásia: conquistas e desafios. In: KIM L e NELSON, R. *Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente*. Campinas, SP: Ed. UNICAMP, 2005.

LANDES, D.S. *O Prometeu desacomorrendado: transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa Ocidental, desde 1750 até nossa época*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.

_____ *A riqueza e a pobreza das nações: por que algumas são tão ricas e outras tão pobres?*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.

LAMOREAUX, N. R., SOKOLOFF, K. L. SUTTHIPHISAL, D. The Reorganization of Inventive Activity in the United States in the Early Twentieth Century. In: *World Economic History Congress 2009 Annals*, G6 - Science, Technology and Economic History. Utrecht: Utrecht University, 2009.

LIMA, M.C. E TEIXEIRA, F. L. C. Inserção de um agente indutor da relação universidade-empresa em sistema de inovação fragmentado. *Revista de Administração Contemporânea*. . vol.5 no.2 Curitiba May/ Aug. 2001.

LUNDEVALL, B National Systems and National Styles of Innovation, paper presented at *The Fourth International ASEAT Conference "Differences in Styles of Technological Innovation*, Manchester, September 2-4, 1997.

_____ Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In DOSI et alii (org) *Technical change and economic theory*. London, Pinter Publishers, 1988.

LUNDEVALL, B (Org.) *National Systems of Innovation: Towards Theory of Innovation and Interactive Learning*, London: Pinter, 1992.

MARCOVITCH, J. A cooperação da universidade moderna com o setor empresarial. *RAUSP: Revista de Administração da USP*, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 13-17, out./dez. 1999.

MARSHALL, A. *Princípios de economia*. V. I . São Paulo: Victor Civita Editor, 1982.

MESSORI, Marcello. *Schumpeter, antologia di scritti*. Bologna: Il Mullino, 1984.

MOKYR, J. 1990. *The lever of riches: technological creativity and economic progress*. Oxford: Oxford University Press.

MORICOCHI, L. e GONÇALVES J. S. Teoria do desenvolvimento econômico de Schumpeter: uma revisão crítica. *Informações Econômicas*, SP, v.24, n.8, ago. 1994.

MOTOYAMA, S. (Org.) 2004. *Prelúdio para uma história: ciência e tecnologia no Brasil*. São Paulo: Edusp/Fapesp.

MOWERY, D.C. e ROSENBERG, N. *Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005.

NARIN, F.; HAMILTON, K. S.; OLIVASTRO, D. The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy*, v. 26, n. 3, pp. 317-330, 1997.

NARULA R. *In-house R&D, outsourcing or alliances? Some strategic and economic considerations*. University of Oslo, and Merit, Maastricht, First draft, 27 January, 1999.

NELSON R. *As fontes do crescimento econômico*. Campinas, SP: Ed. UNICAMP, 2006.

NELSON, R. (ed.). *National innovation systems: a comparative analysis*. New York, Oxford: Oxford University Press, 1993.

NELSON, R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: Nelson (1993: 3-21).
NELSON, R.; ROSENBERG, N. 1994. American universities and technical advance. *Research Policy*, v. 23: 323-348, 1993.

NELSON, R.; WRIGHT, G. The rise and fall of American technological leadership: the postwar era in historical perspective. *Journal of Economic Literature*, vol. 30, December, 1992.

NELSON, R. R. (ed.) *National Innovation Systems- a comparative analysis*. Oxford: University Press, 1993.

NELSON, R.R. e WINTER, S. In search of a useful theory of innovation. In: *Research Policy*, 1977.

NELSON, R. R. e WINTER, S. *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2005.

O'SULLIVAN, M. Finance and innovation. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. *Oxford handbook on innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

OECD. *Benchmarking industry-science relationships*. Paris: OECD, 2002.

PACK, H. A pesquisa e o desenvolvimento no processo de desenvolvimento industrial. In: KIM L E NELSON R. *Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente*. Campinas, SP: Ed. UNICAMP, 2005.

PEREZ, C. e SOETE, L. Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In: DOSI, G. et alii *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers, 1990

PETERS, B. and SCHMIELE, A. *The Influence of International Dispersed vs. Home-Based R&D on Innovation Performance*. Discussion Paper No. 10-102, Centre for European Economic Research , 2007.

PLONSKI, G. A. Bases para um movimento pela inovação tecnológica no Brasil. *Revista São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 19, p. 25-33, 2006.

PLONSKI, G. A. Inovar é preciso, improvisar não é preciso. *Revista da FAT*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 38-38, 2005.

PLONSKI, G. A. Cooperação empresa-universidade: antigos dilemas, novos desafios. *RAUSP: Revista de Administração da USP*, São Paulo, v. 25, p. 32-41, mar./maio 1995.

PISANO G. P. *Creating an R&D Strategy*. Harvard: Harvard Business School January, Working Paper 12-095, 2012.

POSSAS, M. L. Elementos para uma integração Micro-macrodinâmica na Teoria do Desenvolvimento Econômico. *Revista Brasileira de Inovação* Vol. 1 Ano 1 Janeiro / Junho 2002.

_____. *Ciência, tecnologia e desenvolvimento*. Position paper para painel no Seminário Brasil em Desenvolvimento, 10/11/2003.

PORTER, M. *The competitive advantage of nations*. New York: Basic Books, 1990.

ROSÁRIO F. J. P. et alii Organizações, instituições e tecnologia na agroindústria sucroalcooleira: aplicação da abordagem de sistema setorial de inovação. *Revista de Economia Mackenzie* • v. 9 • n. 1 • p. 119-143, 2011.

ROSENBERG, N Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910. *Journal of Economic History* 23: 414-43, 1963.

_____. 1972. *Technology and American economic growth*. Armonk: M. E. Sharpe. 1972.

_____. The direction of technological change: inducements mechanisms and focusing devices. In: *Economic development and culture change*, 1969.

_____. Why do firms do basic research (with their money)? *Research Policy*, v.19: 165-174. . 1991.

_____. *Schumpeter and the endogeneity of technology: some American perspectives*. London: Routledge, 2000.

_____. *Por dentro da caixa preta. Tecnologia e Economia*. Campinas: Editora UNICAMP, 2006.

SÁBATO J. y BOTANA, N. R. La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina In: SABATO, J. (org.) *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia - tecnología - desarrollo - dependencia*. Buenos Aires: Paidós, 1975.

SALLES-FILHO, S. (Coord) *Ciência, Tecnologia e Inovação: reorganização da pesquisa pública no Brasil*. Campinas, Editora Komedi, 2000.

SAXENIAN, A. *Regional advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge: Harvard University Press, 1996.

SCHUMPETER, J. A. *The theory of economic development*. Cambridge, Harvard University. 1957.

_____. 1939. *Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. Philadelphia: Porcupine, 1989.

SCHUMPETER, J. A. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SCHWARTZMAN S. *Universidades e desenvolvimento na América Latina: experiências exitosas de centros de pesquisas*. Biblioteca Virtual de Ciências Humanas do Centro Edelstein de Pesquisas Sociais - www.bvce.org, 2008.

_____. A Pesquisa Científica e o Interesse Público. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 361-395, 2002.

_____. Pesquisa Universitária e Inovação no Brasil. In: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. (Org.). *Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras*. 1 ed. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, v. , p. 19-43, 2008.

SICSU, A. B. *Inovação e região*. Recife: Unicap, 2000.

SICSU, A. B. e BOLAÑO, C R.S. Ciência, tecnologia e desenvolvimento regional. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional G & D R* • v. 3, n. 1, p. 23-50, jan-abr/2007.

SOETE, L. International diffusion of technology and international trade competition, preface. In: DOSI, G. et al *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers, 1990.

SOUZA, W. H. e SBRAGIA, R. *Institutos tecnológicos industriais no Brasil: desafios e oportunidades contemporâneas*. Brasília: ABIPTI, 2002.

STOKES D. *O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica*. Campinas, SP: Ed. UNICAMP, 2005.

SUZIGAN, W.; GARCIA, R.; FURTADO, J. Governança de Sistemas de MPME em Clusters Industriais. In: LASTRES, H.; CASSIOLATO, J.; MACIEL, M. *Pequena Empresa, Cooperação e Desenvolvimento Local*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003.

SUZIGAN, W. 2000. *Indústria brasileira: origem e desenvolvimento*. São Paulo: Hucitec.

SUZIGAN, W and ALBUQUERQUE, E.M. the underestimated role of universities for development: notes on historical roots of brazilian system of innovation. In: *World Economic History Congress 2009 Annals, G6 - Science, Technology and Economic History*. Utrecht: Utrecht University, 2009.

TELLIS G. J. et al *Competing for the Future: Patterns in the Global Location of R&D Centers by the World's Largest Firms* State College: Institute for the Study of Business Markets/ The Pennsylvania State University, 2008.

VERNON, R. La inversión internacional y el comercio internacional en el ciclo de productos. In: ROSENBERG, N. *Economía del cambio tecnológico*. México: Fondo de Cultura Económica, 1979.

WEBER, M. A "Objetividade" do Conhecimento nas Ciências Sociais. In: COHN, G. *Max Weber: Sociologia*, São Paulo: Ática, 1986.

YIN R. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumínio-Cobre 131

Aplicação 8, 14, 19, 30, 34, 36, 38, 39, 46, 59, 81, 84, 121, 145, 146, 150, 156, 157, 158, 159, 180, 204, 209, 210, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 250, 267, 295, 304, 305

Aplicativos 145, 146, 147

Aprendizagem 36, 37, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 114, 145, 146, 147, 148, 149, 161, 179, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 222, 244, 248, 249, 250

Arduino 79, 81, 83, 85, 296, 297

Atividades lúdicas 36, 39, 44, 46, 199

Atividades remotas 117

Audição 236, 237, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Aulas práticas 36, 38, 45

Automação 49, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 193, 296, 300, 305

Autônomo 8, 21, 47, 52, 53, 58, 224

Avaliação 5, 6, 18, 30, 35, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 66, 81, 90, 103, 109, 111, 113, 115, 126, 127, 129, 131, 145, 150, 157, 158, 159, 170, 171, 195, 220, 221, 223, 236, 237, 239, 243, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 292

B

Banco de dados 87, 88, 241, 299, 303, 307

Base tecnológica 6, 22, 64, 65

Big data 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279

Biomateriais 164, 165, 171

C

Capacidade funcional 123, 124, 125, 126, 127, 129, 237

Capacitação 2, 47, 49, 50, 51, 66, 67, 146, 149, 156, 160, 213, 283

Carro elétrico 178, 190, 191

Cibercultura 69, 76, 78

Coleta de dados 41, 86, 90, 91, 92, 93, 145, 150, 179, 196, 201

Conhecimento 1, 2, 3, 5, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 27, 29, 35, 38, 39, 42, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 58, 59, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 76, 80, 81, 84, 86, 92, 107, 113, 121, 147, 148, 149, 157, 159, 161, 179, 196, 197, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 217,

220, 250, 290, 291

Contratação 21, 47, 48, 54, 285

Coronavírus 69, 70, 72, 74, 75

COVID-19 117, 118, 120, 212

D

Desenvolvimento 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 46, 48, 49, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 72, 74, 75, 76, 79, 80, 82, 83, 87, 88, 89, 94, 105, 117, 120, 145, 148, 151, 178, 179, 193, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 206, 207, 212, 220, 224, 236, 237, 244, 249, 251, 256, 257, 267, 280, 281, 282, 283, 284, 289, 290, 291, 296, 297, 300, 302, 305, 306, 307

Dispositivo 10, 81, 82, 84, 165, 237

Docente 37, 39, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 74, 78, 103, 108, 160, 197, 199, 209, 218, 219

Drone 224

E

Educação 15, 26, 36, 37, 45, 47, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 59, 62, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 103, 105, 107, 113, 114, 115, 122, 125, 129, 147, 149, 161, 198, 199, 200, 207, 208, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 222, 223, 246, 250, 284, 291, 307

Eletromobilidade 178, 190

Empreendedorismo social 117

Empresas 2, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 48, 50, 64, 65, 66, 67, 68, 95, 96, 99, 100, 101, 120, 197, 256, 270, 275, 277, 278, 280, 281, 282, 284, 285, 288, 289, 290, 291, 292

Ensino 15, 23, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 69, 70, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 103, 114, 115, 116, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 160, 161, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 221, 222, 223, 244

Ensino-aprendizagem 36, 37, 38, 39, 45, 50, 52, 54, 146, 148, 197, 198, 199

Enxame 224

Estado funcional 123, 124, 125, 126, 128, 129

Exclusão digital 117, 121, 122

F

Formação 2, 7, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 62, 63, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 80, 87, 94, 108, 109, 113, 132, 143, 149, 191, 208, 210, 212, 213, 215, 216, 217, 282, 283, 286, 292

Funcionalidade 123, 124, 125, 127, 128, 129, 237

H

Híbrido 187, 194, 209, 211, 214, 215, 217, 218, 221, 222

I

Implante 236, 237, 238, 242, 243, 248, 249, 252, 253

Incubadoras 23, 64, 65, 66, 67, 68

Independência funcional 123, 124, 125, 126, 127, 128

Indústria 6, 12, 20, 26, 30, 35, 74, 131, 132, 165, 178, 179, 282, 283, 289, 290, 291, 297

Inovação 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 64, 65, 68, 71, 163, 208, 214, 216, 280, 281, 282, 283, 284, 289, 290, 291, 292, 293, 295, 307

Instagram 69, 70, 71, 74, 76, 77, 119, 122

Integrador 209, 211, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223

J

Jogos eletrônicos 145, 146, 147, 148, 150, 159, 160, 161, 207

Jogos lúdicos 36, 38, 39, 45, 46

L

Laminação 131, 133, 134, 135, 136, 140, 143, 144

M

Matemática 37, 45, 47, 49, 51, 55, 79, 80, 82, 83, 85, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 157, 159, 160, 161, 208, 274

Microdureza 131, 133, 135, 140, 143, 144

Molhabilidade 163, 164, 166, 167, 170, 171, 172, 175, 176

Motores 20, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 190, 191, 193, 194, 195, 299

O

Organização 2, 6, 7, 27, 29, 60, 63, 73, 78, 81, 112, 196, 201, 210, 212, 237, 252, 292

Óxido de Titânio 164

P

Pandemia 48, 50, 51, 69, 70, 72, 74, 75, 78, 117, 118, 120, 121, 122, 208, 212

Pesquisa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 40, 41, 45, 55, 65, 69, 71, 76, 77, 79, 80, 81, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 103, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114, 115, 116, 123, 124, 127, 129, 149, 150, 160, 165, 179, 190, 196, 198, 199, 200, 201, 206, 207, 217, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 236, 237, 238, 239,

240, 251, 256, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 290, 292, 296

Plasma 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 173, 176, 177, 261, 295

Poder público 86, 87, 90, 91, 93, 101

Políticas 5, 10, 15, 25, 26, 27, 35, 54, 61, 64, 65, 69, 78, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 94, 105, 114, 147, 193, 214, 220, 280, 283, 284, 291, 292

Problemas 2, 6, 9, 10, 21, 22, 24, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 65, 80, 81, 83, 85, 96, 101, 102, 147, 148, 159, 160, 161, 165, 187, 199, 216, 217, 243, 247, 272, 273, 277

Programa 6, 9, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 99, 163, 168, 170, 231, 232, 233, 239, 283, 290, 292, 300

Projeto 4, 18, 67, 75, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 103, 106, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 149, 157, 159, 192, 194, 204, 209, 211, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 256, 290, 297

Q

Qualidade 12, 21, 26, 37, 53, 59, 60, 74, 77, 123, 127, 128, 129, 136, 149, 161, 197, 213, 216, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 243, 244, 248, 252, 253, 263, 281, 283, 296, 297, 300, 301, 305

R

Reatores nucleares 256

Recristalização 131, 135, 140, 143, 144

Resolução 9, 10, 21, 47, 49, 51, 54, 55, 80, 85, 107, 147, 148, 157, 158, 159, 160

Revisão 32, 40, 119, 123, 124, 125, 126, 129, 130, 150, 152, 157, 178, 179, 190, 191, 207, 209, 221, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 248, 249, 250, 251, 280, 282

Robótica 79, 80, 82, 83, 84, 85, 225, 227, 294, 296, 297, 298, 306

Rugosidade 164, 168, 170, 171, 172, 175

S

Semi-autônomo 224

Sistema 4, 5, 6, 10, 12, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 34, 61, 83, 84, 97, 120, 150, 166, 178, 179, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 193, 194, 225, 226, 235, 275, 280, 281, 282, 283, 284, 290, 291, 294, 296, 297, 298, 299, 302, 305, 306

Softwares 47, 48, 53, 88, 89, 145, 148, 149

Solda 256, 257, 259, 261, 262, 263, 265, 267

Solidificação direcional 131

Stakeholder 118, 119, 120

Sustentabilidade 85, 178, 291, 295

T

Tabela periódica 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

Tecnologia 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 47, 49, 51, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 74, 77, 78, 80, 85, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 113, 114, 116, 118, 119, 120, 146, 147, 160, 161, 178, 183, 184, 190, 192, 193, 197, 198, 202, 210, 212, 214, 222, 223, 257, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 291, 292, 293, 295, 296, 307

Tecnologias digitais 54, 79, 80, 197

Tecnologização 69

Topografia 163, 166, 168, 170, 175

Transferência de tecnologia 6, 24, 64, 65

Tratamento térmico 131, 132, 133, 143, 262

Treinamento 26, 48, 49, 50, 51, 52, 53

V


Vulnerabilidade social 117, 121





Vygotsky 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 78, 208

W

Web crawler 86, 88, 89, 91, 92, 93, 94

Websites 88

A circular inset image showing a close-up of several glass vials in a laboratory setting, viewed through a microscope. The vials are arranged in a row, and the focus is sharp on the central ones. The background is dark and blurred.





www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
@atenaeditora 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento



www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento