



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 neo-schumpeteriano, 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 ZEDTWITZ, 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*).

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 desacomodado: 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 Mulino, 1984.

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

MORICOCCHI, 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.

CAPÍTULO 2

APLICAÇÃO DE JOGOS LÚDICOS PARA MELHOR COMPREENSÃO DA TABELA PERIÓDICA

Data de aceite: 01/12/2021

Luís César Rodrigues da Silva

Instituto Federal do Piauí/Campus Uruçuí-PI

Trabalho de conclusão de Curso (artigo) para apresentado como requisito parcial para a obtenção do diploma do Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciência do Instituto Federal de Educação, Ciências e tecnologia do Piauí – IFPI, Campus Uruçuí.

Orientador: Prof. Esp. João Paulo Rodrigues da Silva.

RESUMO: A tabela periódica é muito utilizada e na maioria das vezes ela é complicada de entender e também impossível memorizar, isso se explica pela enorme variedade de elementos presentes nela. O objetivo desse trabalho é avaliar a influência do uso de jogos lúdicos no aprendizado da tabela periódica em aulas de química, por alunos de turmas de primeiro ano do ensino médio de uma escola da rede estadual Ceepti Maria Pires Lima, no centro da cidade de Uruçuí-PI. Esse trabalho foi feito com aplicação de aulas teóricas, abordando conteúdo da tabela periódica. Depois de um prazo o jogo foi aplicado nas duas turmas, e logo após o termino do mesmo, aplicou-se um questionário com perguntas objetivas e subjetivas. Com aulas práticas, verificou-se muito interesse dos alunos em aprender a tabela periódica de forma dinâmica. Deste modo concluiu-se que aulas práticas através de jogos lúdicos auxilia na compreensão da tabela periódica.

PALAVRAS-CHAVE: Atividades Lúdicas; Aulas

Práticas; Jogos Lúdicos; tabela periódica.

ABSTRACT: The periodic table is widely used and in most cases it is complicated to understand and also impossible to memorize, this is explained by the huge variety of elements present in it. The objective of this work is to evaluate the influence of the use of ludic games in the learning of the periodic table in chemistry classes, by students of first years of high school of a school of the state network Ceepti Maria Pires Lima, in the center of the city of Uruçuí -PI. This work was done with the application of theoretical classes, covering the contents of the periodic table. after a period of time, the game was applied to both classes, and right after the end of it, a questionnaire was applied with objective and subjective questions. With practical classes, there was a lot of interest from students in learning the periodic table dynamically. In this way, it was concluded that practical classes through playful games help to understand the periodic table.

KEYWORDS: Playful Activities; Practical classes; Playful Games; periodic table.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem tem se tornado um verdadeiro desafio para os professores, não só de Química, como também de Biologia, Física e Matemática por se tratar de disciplinas exatas. A falta de motivação dos alunos é um fator que contribui consideravelmente nesse processo, pois eles chegam a afirmar que os assuntos são chatos e

sem atrativos. (CINTHYA et al. 2015).

Os estudantes devem através do aprendizado dos conteúdos, compreender as transformações químicas que acontecem no meio de maneira abrangente de modo que eles possam se tornar cidadãos preparados para viver e interagir criticamente na sociedade fazendo uso da Química para uma melhor qualidade de vida (FERREIRA,2012).

De acordo com Ferreira et al. (2012), estudos e pesquisas apresentam dados de que o ensino de Química é tradicional, tornando-a uma disciplina maçante, devido ao fato de que o processo de ensino é caracterizado pela memorização e repetição de nomes, fórmulas e cálculos, sem relacionar a realidade do dia-a-dia.

Segundo Silva (2014), procuram-se formas de melhorar o aprendizado dos alunos, buscando incrementar as aulas com inovações de métodos de ensino-aprendizagem que os envolvam. A criação dos jogos químicos surge como um novo método de ensino, que podem ser aplicados por diversos professores, não só os de Química. Todavia, alguns professores não aceitam essa combinação entre jogo e educação.

É preciso considerar que uma atividade pode ser potencialmente lúdica para um grupo de alunos se consideramos determinados critérios, mas a experiência é individual e não podemos garantir o mesmo envolvimento para todos. A experiência lúdica está relacionada a intencionalidade e liberdade de ação do sujeito, pois conforme (DOMINGOS, 2010).

“[...]quando as situações lúdicas são intencionalmente criadas pelo adulto com vistas a estimular certos tipos de aprendizagem surge a dimensão educativa. Desde que sejam mantidas as condições para expressão do jogo, ou seja, a ação intencional da criança para brincar o educador está potencializando as situações de aprendizagem[...]”.(DOMINGOS, 2010, p.274);

A Tabela Periódica dos elementos é um esquema que permite classificar e organizar os elementos químicos em função das suas propriedades e características e a sua origem é considerada uma das maiores evoluções relacionadas ao estudo da Química, uma vez que várias tentativas foram realizadas no sentido de se organizar os elementos químicos até que se chegasse na disposição atual. A tabela periódica funciona como o alfabeto da química, portanto, se o aluno não a conhece vai ter grandes dificuldades em seus estudos. (MELATTI, 2014)

A utilização de um recurso didático como ferramenta pedagógica numa forma lúdica, torna a aprendizagem mais apreciada pelos alunos. Nesse sentido os jogos didáticos surgem como uma alternativa, pois incentivam o trabalho em equipe e a interação docente-discente; oportunizando o desenvolvimento de raciocínio e habilidades, assim como facilitando o aprendizado de conceitos. (BRANDÃO, 2014).

O estudo da Tabela periódica através da “decoreba” já ficou ultrapassado. Este método foi muito usado por professores e consistia na tarefa do aluno em memorizar todos os elementos e seus respectivos símbolos atômicos. Como se não bastasse, eram

cobrados também a ordem em que aparecem: família e período. Em alguns casos, o aluno tinha que saber de cor a massa e número atômico, ou seja, ao menos que este seja um gênio da memorização, é impossível dizer ao pé da letra as propriedades de todos os elementos. (CANAL DO EDUCADOR, 2019).

A discussão dos conteúdos da tabela periódica é fundamental para o desenvolvimento do conhecimento químico, sendo assim, o professor fazendo uso de jogos lúdicos, facilitará o caminho entre o estudo e o conhecimento de seus alunos, auxiliando-os a desenvolver o pensamento científico e lógico. (SILVA, 2016).

2 | OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Trabalhar os jogos lúdicos para que os alunos aprendam os elementos químicos da tabela periódica para avaliar se teve ou não influência em seu aprendizado.

2.2 Objetivos Específicos

- Amenizar as dificuldades em química, através do lúdico.
- Despertar nos alunos seu interesse pelos conteúdos e pela disciplina.
- Mostrar que podemos aprender química de forma dinâmica através de aulas práticas.

3 | REFERÊNCIAL TEÓRICO

Sabe-se que os alunos encontram grandes dificuldades de entendimento com conteúdos, principalmente relacionado com a tabela periódica, e esse trabalho tem o intuito de fazer com que venham desenvolver-se, utilizando metodologias diferentes como dinâmica com jogos lúdicos, assim facilitando a compreensão do ensino-aprendizagem, e também conhecendo e assimilando os elementos químicos da tabela periódicas com situações do dia a dia.

A ideia e o estudo para aplicação do lúdico, surgiu a partir das dificuldades dos educandos de compreender conceitos e informações necessárias para o estudo da tabela periódica. Nesse conceito objetiva tornar o ensino mais prazeroso e eficaz, de modo a ter curiosidade a cada nova descoberta da tabela periódica

Pinheiro et al (2015) em seus diversos trabalhos, buscou analisar tanto o papel do desenvolvimento das crianças quanto das experiências sociais e culturais por meio do estudo do jogo na criança. O mesmo buscou discutir qual o real papel do “brincar”, tendo deste modo, os jogos incluídos. Para ele, também é de extrema importância a interdependência dos sujeitos durante o jogo, pois jogar é um processo social. A partir desse contexto, Gazola (2010) constata a necessidade e a importância da aplicação de

atividades lúdicas na disciplina de química.

Vale ressaltar que um jogo não deve ter apenas a função lúdica, do brincar, se divertir, deve ser ao mesmo tempo educativo. Para Pinheiro et al (2015), função educativa está ligada à como o aluno apreende conhecimentos, e habilidades, já a função lúdica está relacionada ao caráter de diversão e prazer que um jogo propicia.

De acordo com Raquel et al, (2009) As atividades experimentais devem ser encaradas como um dos instrumentos do discurso das Ciências, e como tal, devem ser incluídas no ambiente de sala de aula, a fim de permitir a “enculturação” de alunos e professores. Devem permitir que os alunos possam aprender não só as teorias das Ciências, entre elas a química, mas também como se constrói o conhecimento científico em um processo de questionamento, discussão de argumentos e validação desses argumentos por meio do diálogo oral e escrito, com uma comunidade argumentativa que começa na sala de aula, mas a transcende.

“Diante de tantos recursos, convencionais ou tecnológicos, nossa intenção é mostrar que sempre é possível promover aulas mais atraentes e dinâmicas, que despertem o interesse dos alunos para uma aprendizagem significativa e eficiente, desde que o docente e o aluno se motivem”. (SILVERIO,2012).

Para que o aluno passe a enxergar de forma positiva a disciplina de Química, e inicialmente superar ao máximo os métodos tradicionais de ensino é preciso trazê-lo ao encontro do “como funciona” e fazer com que eles sejam capazes de reconhecer a química no seu cotidiano, fazendo com que o educando se torne capaz de formular suas próprias respostas aprimorando com o que viu na teoria. (SILVÉRIO 2012).

Segundo FERREIRA, Eduardo Adelino et al (2012), o jogo é considerado um tipo de atividade lúdica, possuindo duas funções: a lúdica e a educativa. Elas devem estar em equilíbrio. O uso de jogos no ensino de Ciências tem se mostrado uma alternativa muito adequada como meio de motivação e melhora na relação ensino-aprendizagem. Segundo Miranda (2001), a utilização de jogos em sala de aula pode trazer benefícios pedagógicos a fenômenos diretamente ligados à aprendizagem: cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade.

Dessa forma os jogos lúdicos induzem o aluno ao raciocínio e a reflexão de suas ações enquanto jogador, sobretudo em sua tomada de decisão na condição de aluno diante dos conhecimentos que necessita compreender. Além de contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades, aumenta a motivação dos alunos perante as aulas de Ciências, proporciona interação entre aluno- professor- colega e promove a construção do conhecimento. (DA SILVA, 2017).

Crespo (2011) afirma que o jogo é uma das atividades que mais estimula a inteligência e também o comportamento social, pois ele impõe regras e faz com que os jogadores controlem seus impulsos, desenvolva e enriqueça suas personalidades.

4 | METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado através de pesquisa bibliográfica e de campo realizado na escola da rede estadual Ceepti Maria Pires Lima, no centro da cidade, de Uruçuí-PI, com turma de primeiro ano do ensino médio.

O primeiro momento teve-se um levantamento bibliográfico, para melhor embasamento teórico a respeito do tema. No segundo momento foram ministradas duas aulas com duração de 50 minutos cada, com revisão dos conteúdos do tema abordado, nas turmas de primeiro ano A e primeiro ano D, também foi dado o prazo de uma semana para que eles pudessem estudar os conteúdos. Na sequência foi aplicado o jogo, na turma de primeiro ano A e depois na turma de primeiro ano D, para que se tenha uma comparação das duas turmas em relação ao desenvolvimento da aprendizagem. Logo após o jogo, aplicou-se um questionário com perguntas objetivas e subjetivas, com o intuito de analisar se o lúdico teve ou não influencia na compreensão dos conteúdos da tabela periódica.

5 | CONFECÇÃO DO JOGO

Este é um jogo envolvendo os elementos químicos presentes na Tabela. Não se trata de decorar e sim de aprender o porquê da posição e nomenclatura adotados, para isso é preciso saber o seguinte:

A nomenclatura que provém do latim foi adotada de acordo com critérios internacionais, sendo que os elementos da Tabela Periódica são reconhecidos em qualquer língua ou alfabeto, ou seja, o símbolo é o mesmo em qualquer país.

O símbolo é a letra inicial maiúscula do nome latino do elemento, seguida, se necessário, de uma segunda letra minúscula, por exemplo: o Cromo é representado por Cr porque já existia outro elemento com símbolo C, o Carbono.

Os elementos se organizam em períodos e famílias de acordo com suas propriedades, como se vê, não é preciso decorar para saber a posição que o elemento ocupa na Tabela basta saber sua classificação: metal, semi-metal, ametal, gás nobre, etc.

5.1 Materiais para confecção do jogo

- Caixa fechada com abertura pequena na parte superior (caixa de sorteio).
- Papel cartão.
- Tesoura.
- Pincel.
- Régua.
- Fichas com símbolos dos elementos. Para confeccionar as fichas, recorte retângulos utilizando papel cartão e escreva neles os símbolos, dos principais elementos.

5.2 Regra do jogo

Os alunos deverão ficar em círculo para visualizarem melhor a brincadeira que pode ser realizada com um aluno em individual ou em equipe. Adotando a primeira opção, o professor tem a oportunidade de avaliar a dificuldade de cada aluno, agora, em equipe é possível observar o trabalho conjunto. Para ambos siga os passos:

1. Peça a um aluno que retire de dentro da caixa uma ficha, este (ou a equipe) terá que dizer o elemento que corresponde ao símbolo, como ele se classifica e a qual família pertence.
2. Se o aluno não souber, o professor responde à pergunta e aproveita o espaço para explorar o conteúdo, por exemplo, se o elemento for o Ferro pode-se esclarecer sobre as propriedades e por que este elemento é classificado como metal.
3. Ao final da brincadeira, como forma de incentivo aos estudos, seria interessante premiar os alunos que se saíram melhor com brindes como: caixas de bombons, canetas ou agendas.

6 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Com o intuito de verificar o desenvolvimento do discente através do jogo lúdico, na compreensão da tabela periódica, em aulas de química. Os gráficos a seguir apresentam os resultados com base na coleta de dados aplicados aos discentes, público alvo dessa pesquisa, com a finalidade de avaliar a proposta lúdica para o ensino de química.

Os resultados foram apresentados na forma de gráficos para melhor visualização e discussão da pesquisa. Figuras 1 e 2.

Figura 1 e 2. A disciplina de química é: boa () ruim () ou regular ()?

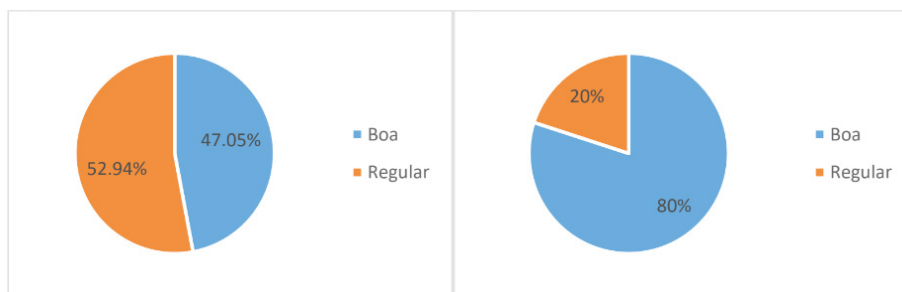


Figura 1 1º ano A

Fonte: Luís César 2019

Figura 2 1º ano D

Fonte: Luís César 2019

Essa questão é para mostra como está a afinidade dos Alunos das duas turmas de 1ºano com a disciplina de química. E perceber-se que a turma do 1º ano A respondeu que 47% acha a disciplina de química “boa”, e 52% acha “regular” enquanto que a turma do 1º D tem quantidade maior, sendo 80 % do Alunos gosta da disciplina de química, e 20% acha

a disciplina “regular”.

Segundo Brandão (2011), a aprendizagem torna-se significativa assim que se consegue conciliar o conteúdo teórico com o ensinamento prático. De acordo com Braga (2009) “as contextualizações dos conteúdos são de extrema importância, como fator motivacional para a construção do conhecimento de uma forma holística”.

Figura 3 e 4. Como é seu rendimento na disciplina de química?

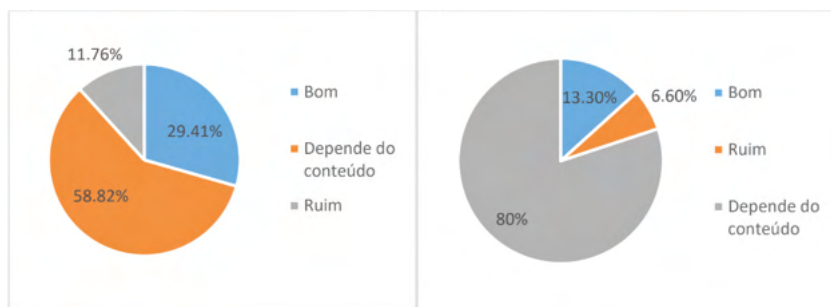


Figura 3 1º ano A
Fonte: Luís César 2019

Figura 4 1º ano D
Fonte: Luís César 2019

É uma pergunta de caráter fechado, onde percebe-se que no 1º ano A 29% tem “Bom” rendimento, 52% diz que diz que “Depende do conteúdo e apenas 11% falam ser “Ruim” seu desempenho enquanto que no 1 ano D apenas 13% tem “Bom” rendimento, 80% diz que “depende do conteúdo” e 6% acham “ruim”.

Figura 5 e 6. Você sente dificuldade no conteúdo (tabela periódica)?

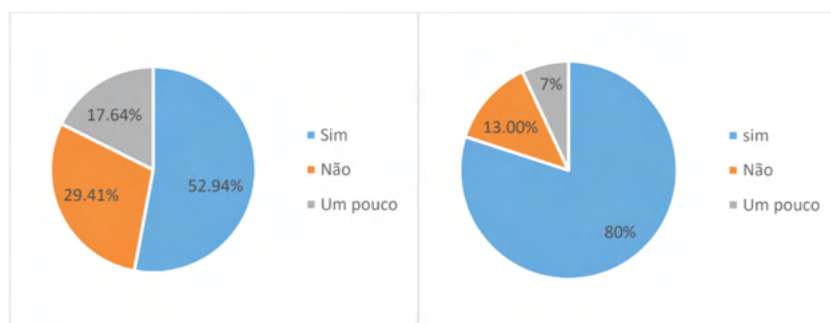


Figura 5 1º ano A
Fonte: Luís César 2019

Figura 6 1º ano D
Fonte: Luís César 2019

Nessa pergunta em que se referem ao conteúdo abordado, notou-se que os alunos têm muitas dificuldades nos conteúdos necessários para compreensão da tabela periódica. No 1º ano A 52% responderam que “sim”, 29% responderam “não” e 17% “um pouco”. E

no 1º ano D uma quantidade bem superior, 80% responderam que “sim” 13% responderam que não e 7% “um pouco”.

Figura 7 e 8. Se tem, qual sua maior dificuldade?

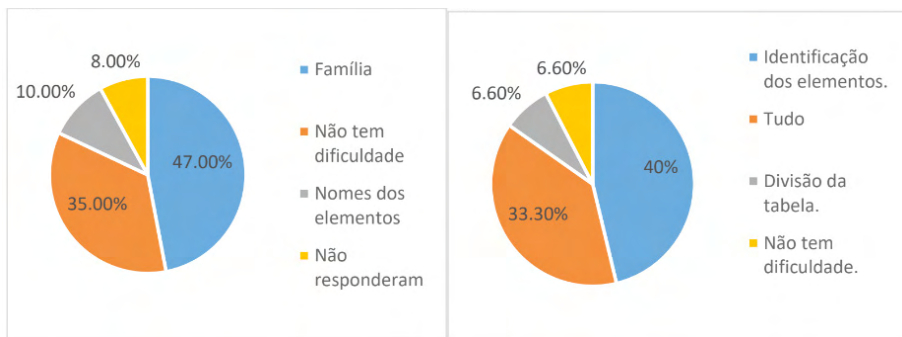


Figura 7 1º ano A

Fonte: Luís César 2019

Figura 8 1º ano D

Fonte: Luís César 2019

Uma pergunta de caráter aberto onde o alunado pode mencionar as principais dificuldades encontrada no conteúdo abordado. No 1 ano A Segundo os dados coletados, notou-se que 47% disseram que as maiores dificuldades eram nas “famílias”, 35% não tem dificuldades, 10% dos nomes dos “elementos”, e 8 % não responderam. Na turma de 1 ano D, 40% responderam que é “identificação dos elementos, 33% responderam em ‘tudo’”, e 6,6% responderam “Divisão da tabela” e 6,6% “não tem dificuldade”.

Figura 9 e 10. Os jogos auxiliaram na fixação de conteúdo aplicado após o mesmo ter sido exposto?

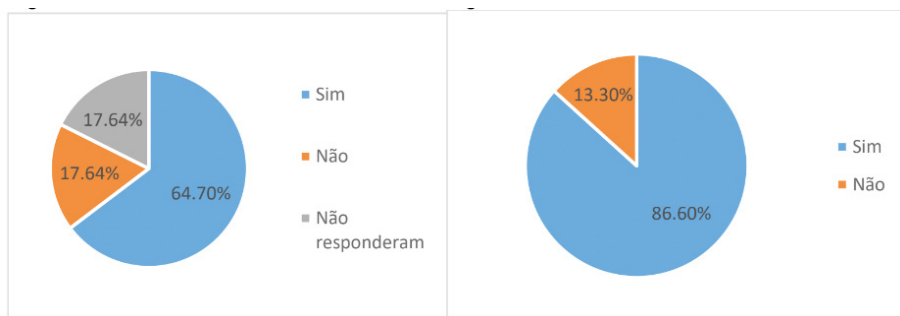


Figura 9 1º ano A

Fonte: Luís César 2019

Figura 10 1º ano D

Fonte: Luís César 2019

Nessa pergunta nota-se claramente que o jogo lúdico influencia positivamente no aprendizado dos alunos nos conteúdos de química, em especial a tabela periódica. Na

turma do 1º ano A, 64% “sim” dos alunos responderam que sim, e 17% que “não” e 17% não responderam, e no 1º ano D teve um resultado surpreendente, 86% responderam que “sim” e 13% responderam que “não”.

Figura 11 e 12. aprende-se melhor um conteúdo introduzindo-o com jogos?

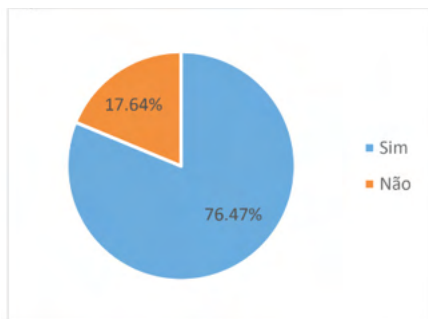


Figura 11 1º ano A

Fonte: Luís César 2019

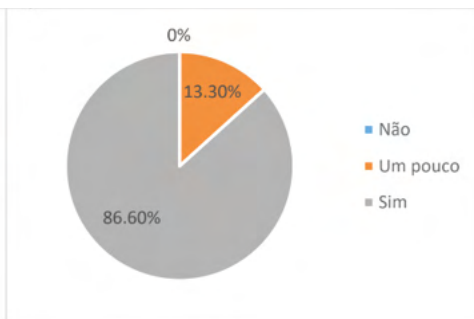


Figura 12 1º ano D

Fonte: Luís César 2019

Percebe-se um resultado bastante relevante nas duas turmas, no 1º ano A, com 76% disseram que “sim” e 17% disseram que não, enquanto que na turma de 1º ano D 86% responderam que “sim” e 13% responderam que “não”.

Figura 13 e 14. Justificativas

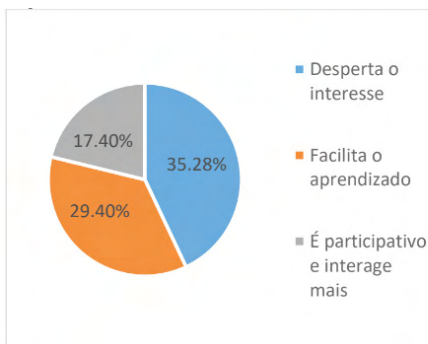


Figura 13 1º ano A

Fonte: Luís César 2019

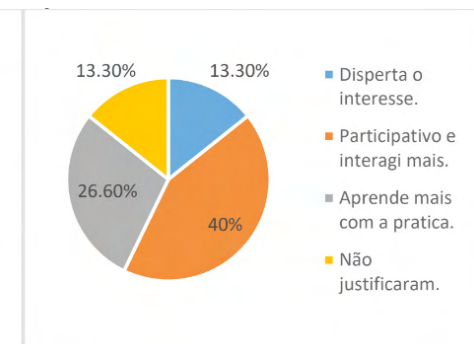


Figura 14 1º ano D

Fonte: Luís César 2019

Pergunta com justificativa de caráter aberto, para que eles pudessem levantar os principais pontos que fizeram com que aprendesse melhor os assuntos, utilizando atividades lúdicas e através desses pontos percebe-se como é importante aulas dinâmicas para o ensino-aprendizagem, no 1º ano A, 35% acham que aulas práticas despertam seu interesse, 29% disseram facilitar o aprendizado e 17% disseram é participativo e interage

mais. Na turma do 1º ano D, 40% disseram que participativo e interage mais, 26% disseram que aprende mais com a prática, 13% disseram que despertam o interesse e 13% não responderam.

71 CONCLUSÃO

Diante dos resultados mostrados e analisados na pesquisa, fica evidente que as ferramentas metodológicas, são importantes para o ensino de química, a realização de aulas práticas através do lúdico, verificou-se muito interesse dos alunos em aprender a tabela periódica de forma dinâmica.

Os jogos tiveram influências bastante significativas no aprendizado dos estudantes, deste modo conclui-se que aulas práticas através de jogos lúdicos auxiliam na compreensão da tabela periódica.

REFERÊNCIAS

ALVES, Leonardo Alcântara *et al.* **Elementum-lúdico como ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem sobre tabela periódica.** *Holos*, 2016.

BRANDÃO, Henry Charles Albert David Naidoo; MENDONÇA, Terroso de. **Estudo sobre a aprendizagem lúdica da tabela periódica através do jogo super trunfo.** 2014.

CANAL DO EDUCADOR/BRASIL ESCOLA, **Estratégias de ensino.** Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/jogando-com-tabela-periodica.htm>, acessado em 10 de Outubro de 2019.

SILVA da Costa, Cinthya Raquel *et al.* **O Lúdico na Química: a influência dos jogos químicos no processo de ensino-aprendizagem dos alunos do ensino médio.** *Blucher Chemistry Proceedings*, v. 3, n. 1, p. 69-78, 2015.

SILVA, Egle Katarinne Souza da; LIMA, João Paulo Ferreira; FERREIRA, Maricélia Lucena. **“Descobrimos os elementos químicos”:** jogo lúdico proporcionando uma aprendizagem significativa sobre a tabela PERÍODICA. *Revista de Pesquisa Interdisciplinar*, v. 1, n. Esp, 2017.

SILVA, Raquel Thomaz da *et al.* **Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no Ensino de Química” da Revista Química Nova Na Escola 2000-2008.** *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 2, p. 245-261, 2009.

MIRANDA, Simão de. **No Fascínio do jogo, a alegria de aprender.** *Linhas críticas*, v. 8, n. 14, p. 21, 2002.

CURSO, II–finalidade; equipamentos, iii–instalações e. **Edital nº 08/2012 edital de prorrogação do edital nº 12/2011 i curso de especialização em educação matemática.**

DOMINGOS, Diane Cristina Araújo; RECENA, Maria Celina Piazza. **Jogos Didáticos no Processo de Ensino e Aprendizagem de Química: a construção do conhecimento.** *Ciências & cognição*, v. 15, n. 1, p. pp. 272-281, 2010.

FERREIRA, Eduardo Adelino *et al.* Aplicação de jogos lúdicos para o ensino de Química: auxílio nas aulas sobre tabela periódica. **Campina Grande: Editora da UEPB**, 2012.

MELATTI, Giovana Caraballo. **Aplicação de atividades lúdicas para o ensino da tabela periódica no ensino médio**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, Bruno César Toledo da. **Estudo de caso: do desenvolvimento a aplicação de um jogo computacional para o ensino da tabela periódica**. 2016.

SILVÉRIO, Janaina. **Atividades experimentais em sala de aula para o ensino da química: percepção dos alunos e professor**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

APENDICE

Questionário

1º) A disciplina de química é:

boa () ruim () regular () ?

2º) Como é seu rendimento na disciplina de química?

Bom () ruim () depende do conteúdo ()

3º) Você sente dificuldade no conteúdo (tabela periódica)?

Sim () não () um pouco ()

4º) Se tem, qual sua maior dificuldade?

5º) Os jogos auxiliaram na fixação de conteúdo aplicado após o mesmo ter sido exposto?

6º) aprende-se melhor um conteúdo introduzindo-o com jogos?

Sim () não () um pouco ()

Justificativas

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS EM PROCESSOS DE FORMAÇÃO NA ÁREA TÉCNOLÓGICA

Data de aceite: 01/12/2021

Rafael Aguilar Magalhães

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento de Matemática, UTFPR – CT
Curitiba, Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9755474269763635>

Angelita Minetto Araújo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento de Matemática, UTFPR – CT
Curitiba, Paraná
orcid.org/0000-0001-8469-5978
<http://lattes.cnpq.br/1442938401919340>

RESUMO: Este artigo apresenta um relato de experiência sobre um processo seletivo, formação e posterior contratação de desenvolvedores de *softwares* para uma empresa do ramo da tecnologia. O processo seletivo foi realizado à distância e de forma assíncrona. A capacitação dos candidatos foi no formato de educação à distância, contando com momento síncronos e assíncronos, fundamentado na Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas, segundo a qual o aprendizado é ativo, o estudo é autônomo, pressupõe trabalho em grupo e de forma colaborativa. A partir desse processo de formação à distância chegou-se aos seguintes resultados: necessidade de formação prévia antes da contratação; importância das competências e habilidades com as tecnologias e a resolução de problemas; necessidade de saber trabalhar colaborativamente; formação continuada.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem Baseada

em Problemas. Resolução de problemas. Tecnologias.

PROBLEM-BASED LEARNING IN TRAINING PROCESSES IN THE TECHNOLOGY SECTOR

ABSTRACT: This article presents an experience report about a selection process, education, and afterward hiring of software developers for a company in the technology industry. The selection process was asynchronous and carried out remotely. Similarly, the candidates' training was made remotely, with both synchronous and asynchronous stages, all based on the Problem-Based Learning Methodology (PBL), after which learning is made actively, study is autonomous, and presupposes teamwork. The following results were drawn from this remote education method: the need for an education prior to being hired; the importance of skills and competences with technologies and in problem solving; the importance of knowing how to work with peers; continuous learning.

KEYWORDS: Problem-Based Learning (PBL). Problem solving. Technologies.

1 | INTRODUÇÃO

Cursar uma Licenciatura em Matemática não é algo muito fácil, são muitas horas de estágios, a carreira não é muito atrativa financeiramente, e há muito vem sendo desvalorizada, mas com tudo isso sempre quis ser professor de matemática e atuei ministrando aulas particulares e em estágios

não obrigatórios como professor-assistente. No entanto, pouco antes do início da Pandemia Covid -19, recebi a oportunidade de participar de um processo seletivo para uma empresa de desenvolvimento de *software*. Atuando dentro da empresa em alguns setores acabei me identificando com o setor de contratação e posterior formação e treinamento de “Desenvolvedores de *Softwares*”.

Trabalhando nesse setor percebi a necessidade de fundamentar melhor alguns conhecimentos que já tinha, aprender mais e sistematizar outros que tomei conhecimento a partir dessa nova realidade. Portanto voltei para as minhas bases na universidade para fundamentar as formações e treinamentos dentro da empresa, as quais estavam agora sob minha responsabilidade.

Nesse sentido, o primeiro passo foi montar um processo seletivo de contratação, intermediado por um processo de formação e treinamento à distância, fundamentados na Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP ou Problem-Based Learning – PBL.

2.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO SELETIVO

Como nesse momento devido à Pandemia Covid-19 a maioria das instituições, empresas estão em trabalho remoto, para o processo seletivo sobre o qual trata este relato de experiência todas as orientações foram feitas de forma *online*.

A questão problema que foi proposta aos candidatos era: desenvolver dois *softwares* para duas empresas, uma do ramo de hotelaria e outra de comida japonesa. Entretanto, era preciso que os *softwares* tivessem as seguintes funcionalidades:

| Hotelaria | Restaurante |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cadastrar clientes | <ul style="list-style-type: none"> • Permitir com que haja cadastro, acompanhamento e cancelamento das mesas |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fazer buscas pelos clientes | <ul style="list-style-type: none"> • Mostrar o menu contendo a imagem da comida e valor |
| <ul style="list-style-type: none"> • Listar quartos ocupados | <ul style="list-style-type: none"> • Permitir selecionar o conteúdo e a quantidade desejada |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fazer Check-in de clientes | <ul style="list-style-type: none"> • Enviar o pedido para a cozinha |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fazer Check-out de clientes | <ul style="list-style-type: none"> • Mostrar o valor atualizado consumido pela mesa |

QUADRO 1 – FUNCIONALIDADES DE EXECUÇÃO DO *SOFTWARES*

FONTE: Os autores (2021).

Para poder desenvolver os *softwares* mais informações foram dadas como:

- número de quartos do hotel (50 unidades); tipo de acomodações (20 quartos de casal, 20 quartos de solteiro, 10 quartos com duas camas de solteiro); valores das diárias (R\$250.00, R\$150.00 e R\$200.00 – respectivamente).

- número de mesas (16 unidades); quantidade de pessoas por mesa (4 pessoas).

Obs.: no caso do hotel, deve-se levar em consideração qualquer multa referente a atraso de Check-out e produtos consumidos de dentro do frigobar.

Para elaborar essas questões tomamos como fundamentação os trabalhos de Onuchic e Allevato (2011), que defendem que para ajudar na compreensão dos conceitos, dos processos e das técnicas operatórias o ensino deve ser feito por meio da Resolução de Problemas. Segundo os autores, "... o problema é ponto de partida e, na sala de aula, através da resolução de problemas, os alunos devem fazer conexões entre diferentes ramos da Matemática, gerando novos conceitos e novos conteúdos." (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 81). Mas o que é um problema? Onuchic e Allevato (2004) descrevem um problema como tudo aquilo que não sabemos fazer, mas que estamos interessados em saber, "... O problema é definido como qualquer tarefa ou atividade para a qual os estudantes não têm método ou regras prescritas ou memorizadas, nem a percepção de que haja um método específico para chegar à solução correta. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2004, p. 221).

Voltando à questão problema proposta, esta tinha o intuito de verificar como cada um dos candidatos lidava com uma situação-problema sem esta estar no formato de problema rotineiro, ou padrão, que são aqueles que já no enunciado há indícios das regras do método de resolução.

A questão problema descrita era parte da segunda etapa da seleção. Com a aprovação na primeira etapa, os candidatos eram direcionados para o período de treinamento que compunha a formação à distância dos funcionários. O grupo de candidatos aprovados na primeira etapa era composto por 6 pessoas. Dentre esses, apenas um era graduado em Tecnologia em Jogos Digitais, já os demais eram graduandos em Engenharia da Computação, Engenharia de Controle e Automação e Análise de Desenvolvimento de Sistemas.

Durante esse período de treinamento a empresa ofertava um salário e vale-refeição para que os *Trainees* pudessem se dedicar apenas e exclusivamente à sua capacitação profissional visto que a mesma determinaria a continuação na empresa. Nesse período os candidatos desenvolveram atividades ligadas a diversas funções, sendo elas Programação Básica, Intermediária e Avançada em C#, *Entity Framework*, *Asp .NET Core* e Angular.

As atividades elaboradas durante esse período foram todas planejadas no formato de educação à distância, visto que os cursos feitos pelos candidatos estavam hospedados na plataforma de cursos online Udemy, tendo momentos síncronos e assíncronos, fundamentados na metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP.

3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A partir do processo seletivo começaram a surgir algumas dúvidas, pois, segundo Kensky (2003):

Os professores, treinados insuficientes, reproduzem com os computadores os mesmos procedimentos que estavam acostumados a realizar em sala de aula. As alterações são mínimas e o aproveitamento do novo meio é o menos adequado. Resultado: insatisfação de ambas as partes (professores e alunos) e um sentimento de impossibilidade de uso dessas tecnologias para (essas) atividades de ensino. (KENSKI, 2003, p. 66).

Assim, questionamentos como: “O como fazer para capacitar a equipe?”, para que dentro do prazo de dois meses, que era o prazo destinado para essa formação, fosse possível perceber quem, ou quais dos possíveis candidatos teriam o perfil da empresa foram decisórios para a opção pela educação à distância.

Segundo Moran (2002, p. 1) “Educação a distância é o processo de ensino-aprendizagem, mediado por tecnologias, onde professores e alunos estão separados espacial e/ou temporalmente.”, ainda de acordo com o autor, o cerne da educação a distância está na interação e na interlocução entre todos os envolvidos no processo. Aqui a separação era por uma questão espacial, devido a Pandemia.

Os papéis nesse processo, de acordo com Moran (2002, p. 2), se referindo ao professor “... vem sendo redimensionado e cada vez mais ele se torna um supervisor, um animador, um incentivador dos alunos na instigante aventura do conhecimento.”

Ainda que neste caso a atuação com a educação à distância não fosse para uma turma nos moldes "tradicionais", visto que era um grupo de "candidatos" as vagas de emprego, acreditamos assim como Nunes (1994) que a presença das tecnologias nos processos de capacitação tem gerado grandes avanços nos procedimentos de treinamento a distância, e nesse sentido,

É cada vez maior o número de empresas que descobrem as vantagens do treinamento a distância para a capacitação e atualização de seus funcionários, não somente por conta da redução dos custos, mas principalmente pela possibilidade de envolver um grande número de pessoas ao mesmo tempo e em regiões distantes. (RUMBLE; OLIVEIRA, 1992 apud NUNES, 1994, p. 18).

E interessante pensar que tudo isso só foi possível graças as tecnologias, embora de acordo com Kenski (2012, p. 23) "O conceito de tecnologias engloba a totalidade de coisas que a engenhosidade do cérebro humano conseguiu criar em todas as épocas, suas formas de uso, suas aplicações.", a autora se dedica a mostrar que existem muitas tecnologias que vão além de máquinas (incluem inclusive medicamentos, a linguagem, ...). Nesse sentido o acesso generalizado às tecnologias eletrônicas de comunicação e de informação trouxe novas maneiras de viver, de trabalhar, e isso alterou de certa forma todas as nossas ações, o que nos força a estar em permanente estado de aprendizagem e de adaptação (KENSKI, 2003). Para a autora "As variadas possibilidades de acesso à informação e a interação proporcionadas pelas novas tecnologias viabilizam o aparecimento das escolas virtuais, modalidade de ensino a distância para todos os níveis e todos os assuntos." (KENSKI, 2003, p. 27).

Sobre as competências e habilidades necessárias ao docente para que possa atuar, ou melhor, para que tenha um desenvolvimento profissional desejável, Kenski (2003, p. 67) descreve que é preciso ter aproximadamente 80 horas de treinamento, e em torno de 4/5 anos de experiência, sem contar o apoio técnico imediato, para os problemas com os equipamentos. Pensando sobre essas questões, ao concluir uma Licenciatura em Matemática, ainda que em vários momentos sejam oportunizados momentos com as tecnologias no ensino da matemática, considerando os estágios supervisionados, em geral a universidade não prepara o licenciando para o mercado de trabalho, segundo essa perspectiva. Entretanto, acreditamos que, quando um ex aluno consegue alçar com seus conhecimentos, mesmo não tendo tantas horas de treinamento, de acordo com a autora, ele saiu do nível "básico para descobrir uma variedade de aplicações para o uso da tecnologia" (KENSKI, 2003, p. 67) inclusive em outra área.

E é aqui que pela dificuldade gerada pelo momento da crise da Pandemia, aliada as ideias de Kenski (2003, p. 79), de que quando se realiza um trabalho em rede, e em decorrência deste, as inúmeras formas de interação e colaboração que este proporciona aos participantes, todos passam a ser uma equipe de trabalho. Este é um ponto fundamental, pois quando pensamos em treinar a equipe para depois fazer a seleção e verificar quem ou quais teriam o perfil da empresa vimos que a colaboração pressupõe a realização de atividades de forma coletiva (KENSKI, 2003, p. 95). E pensamos em aliar a essa forma de trabalho a Aprendizagem Baseada em Problemas.

Durante a licenciatura muito se fala sobre as Metodologias Ativas, e quando me deparei com essa forma de capacitação/treinamento percebi que essa era uma excelente oportunidade de colocar em prática a Aprendizagem Baseada em Problemas, no formato de educação à distância.

A Aprendizagem Baseada em Problemas, de acordo com Borochovicus e Tortella (2014) teve início com John Evans quando este, em 1965, assumiu a reitoria da escola de medicina de McMaster, na cidade de Hamilton, província de Ontário, no Canadá e tinha o desejo de alterar a maneira como a medicina estava sendo ensinada. Da mesma forma, é importante ressaltar que de acordo com Penaforte (2001 apud BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014, p. 268) as bases intelectuais da ABP vem de Bruner e Dewey. Bruner propunha o modelo da Aprendizagem pela Descoberta que é aquela segundo a qual se propõe um problema para desenvolver habilidades de raciocínio e motivar os estudantes sobre situações de cunho real (PENAFORTE, 2001 apud BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014, p. 268) e Dewey defendia que o conhecimento se iniciava com um problema e se encerrava com a resolução dele (TIBALLI, 2003).

Borochovicus e Tortella (2014) ao descreverem a ABP mencionam diversos estudos sobre os quais suas bases estão fundamentadas para esclarecer por que defendem tal metodologia, e uma das causas está na possibilidade de que os estudantes resolvam problemas relacionados a sua futura profissão, tornando-os capazes de aprender a

aprender, serem críticos. Para Mamede (2001).

... método da ABP se configura como uma estratégia educacional e uma filosofia curricular, em que os discentes autodirigidos constroem o conhecimento de forma ativa e colaborativa e aprendem de forma contextualizada, apropriando-se de um saber com significado pessoal. (MAMEDE, 2001 apud BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014, p. 273).

Algumas das características da ABP, segundo Bridges (1992) são:

1. O ponto de partida para a aprendizagem é um problema (isto é, um estímulo para o qual um indivíduo não tenha uma resposta imediata);
2. O problema deve permitir que os alunos estejam aptos a enfrentar o mercado como futuros profissionais;
3. O conhecimento que os alunos devem adquirir durante a sua formação profissional é organizada em torno de problemas em vez de disciplinas;
4. Estudantes, individualmente ou coletivamente, assumem uma importante responsabilidade pelas suas próprias instruções e aprendizagens;
5. A maior parte do aprendizado ocorre dentro do contexto de pequenos grupos em vez de exposições. (BRIDGES, apud BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014, p. 274).

O papel do docente nesse processo segundo as autoras é o de estimular o pensamento crítico, orientando-os a promoção da cooperação no trabalho em grupo. Sua função é também manter ativa a discussão nos grupos para que não se desviem do foco do problema a ser resolvido, auxiliar nas discussões e informações para que suas concepções acerca dos conceitos sejam as mais assertivas possíveis. Dar suporte aos grupos por meio de feedback para que individualmente os membros avaliem suas participações faz parte da função docente, sem dar as respostas, para sugerir melhorias, discutir sugestões, fazer reflexões. Sua função é a de mediador, de acompanhar, de dar suporte, intervindo com informações, desafiando o estudante. O aprendizado autodirecionado e o desenvolvimento autônomo são fundamentais no desenvolvimento da ABP (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

Nesse processo, acreditamos que ao propor o problema inicial fizemos exatamente o que Kenski (2001) menciona: "O ambiente digital não substitui as formas orais e impressas com as quais tradicionalmente os professores ensinam". Mas nós transformamos, demos novo sentido, quando aliamos às velhas "perguntas", novas formas de expressão, comunicação, demos vida ao antigo... (KENSKI, 2003, p. 117), ou seja, como já na seleção não estávamos encontrando profissionais com o perfil que queríamos, quase nunca chegávamos a ter pessoas para ocupar as vagas de emprego. Então foi feita uma mudança muito grande no sentido de o processo seletivo se tornar um treinamento, uma espécie de trabalho colaborativo entre os candidatos à vaga, "aprender fazendo. Praticar, se expor, explorar em grupos, refletir sobre os resultados e descobertas e ir além, continuamente. Promover a criação, a investigação e a originalidade no processo de ensino-aprendizagem.

Buscar soluções criativas e saber aproveitar os recursos disponíveis." (KENSKI, 2017, p. 227).

Segundo a Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas, após terem sido cumpridas todas as etapas de investigação, estudo e discussão entre os pares sobre o problema inicial, os grupos irão socializar os resultados obtidos. No caso em questão, aqui cada candidato iria apresentar o seu produto, ou seja o seu *software*. Nesse momento é que entra em ação a avaliação por pares e do tutor, para verificar se os objetivos do trabalho foram cumpridos. Além dessa avaliação é importante que seja aberto o espaço para a reflexão e avaliação do trabalho, na forma de autoavaliação. A avaliação deve sempre permear todas as etapas do processo oportunizando o aperfeiçoamento do processo, para tanto deve ocorrer antes (diagnóstica), durante (formativa) e ao final (somativa).

Como síntese do processo seletivo que foi promovido destacamos: a qualidade da aprendizagem que acreditamos ter desenvolvido com a formação à distância; segurança observada nos candidatos em explanar aquilo que produziram durante o período de formação (nos momentos síncronos – ou seja, o *software* criado por eles); e uma maior interação entre os candidatos, o que viabilizou a troca de experiências nos momentos de socialização. Também podemos salientar que, após esse período de formação/treinamento, os candidatos passaram a assumir atividades dentro da empresa, as quais, geralmente, eram atribuídas aos funcionários com mais tempo de “casa”, visto que os mesmos tinham um conhecimento mais formalizado e estruturado, acelerando assim os processos de desenvolvimento dos *softwares* e maior entrosamento no trabalho em equipe. Acreditamos que esses resultados foram bem mais positivos que as seleções anteriores porque o modelo de formação que foi pensado é o do trabalho em equipe, que preza pela trabalho colaborativo, que acredita na Aprendizagem Baseada em Problemas, que pensa na formação continuada.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tomando como princípio a Aprendizagem Baseada em Problemas, em que o aprendiz é ativo, o estudo é autônomo, deve-se aprender a trabalhar em grupo, ser colaborativo, a partir da questão problema que foi proposta aos candidatos, esperávamos que demonstrassem como iriam enfrentar o que estaria por vir assim que fossem contratados como funcionários na empresa, ou seja, sendo responsáveis pela sua própria aprendizagem/instrução, e principalmente, aprendessem a trabalhar em equipe (BRIDGES, apud BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014). Ideia essa também defendida por KENSKI (2003) pois quando se realiza um trabalho em rede, e em decorrência deste, as inúmeras formas de interação e colaboração que este proporciona aos participantes, todos passam a ser uma equipe de trabalho.

Quando falamos em estudo autônomo e aprendizagem ativa defendemos a formação

continuada, que é um processo constante de aperfeiçoamento, que alia teoria e prática, permitindo a reflexão nas tomadas de decisão.

Outro ponto fundamental que observou-se com este processo foi a necessidade de formação dos candidatos antes de fazer a seleção propriamente dita, pois como a empresa investe fornecendo um salário e vale refeição durante esse período, antes desse modelo de formação, geralmente a empresa não chegava a efetuar nenhuma contratação após esse período. Só se chegava a conclusão de que os candidatos não tinham o perfil da empresa depois de todo o processo. Nesse novo modelo de formação de educação à distância, fundamentada Aprendizagem Baseada em Problemas todo o processo já direcionava para o quê o futuro funcionário iria fazer dentro da empresa. Assim, no decorrer do processo já era possível perceber as habilidades dos candidatos com as tecnologias necessárias sobre os programas em questão, observar a flexibilidade para trabalhar em equipe e perceber a destreza para lidar com resolução de problemas de diversas naturezas (em outras palavras essas habilidades fazem parte das competências descritas pela BNCC – 2018), ou ainda, o que é preconizado pela própria Resolução de Problemas (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011).

Entendemos com isso que demos novo sentido, às velhas "perguntas", novas formas de expressão, comunicação, demos vida ao antigo... (KENSKI, 2003, p. 117), o que tornou o processo seletivo praticamente um trabalho colaborativo entre os candidatos à vaga.

REFERÊNCIAS

BOROCHOVICIUS, E; TORTELLA, J. C. B. **Aprendizagem Baseada em Problemas**: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v.22, n. 83, p. 263-294, abr./jun. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/ensaio/a/QQXPb5SbP54VJtpmvThLBTc/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 24 maio 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2021.

KENSKI, V. M. Em direção a uma ação docente mediada pelas tecnologias digitais. In: BARRETO, R. G. (Org.) **Tecnologias educacionais e educação à distância**: avaliando políticas e práticas. Rio de Janeiro: Quartet, 2001.

_____. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 4 ed. Campinas: Papyrus, 2003.

_____. **Educação e Tecnologias**: o novo ritmo da informação. 8 ed. Campinas, SP: Papyrus, 2012.

_____. Entrevista. **Caracol**. São Paulo, n. 13, p. 224-233, 2017. DOI: 10.11606/issn.2317-9651.v0i13p224-233. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/caracol/article/view/123433/125098>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

MORAN, J. **O que é educação a distância**. 2002. Disponível em: <<http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/dist.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2021.

NUNES, I. B. **Noções de educação a distância**. 1994. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/EAD/NOCOESEAD.PDF>. Acesso em: 17 maio 2021.

ONUCHIC, L. A resolução de problemas na educação matemática: onde estamos? E para onde iremos?. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 20, n. 1, 4 out. 2013. Disponível em: <<http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/3509>>. Acesso em: 27 maio 2021.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Novas reflexões sobre o ensino e aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. de C. (Org.). **Educação matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004. p. 213-231.

TIBALLI, E. F. A. **Pragmatismo, experiência e educação em John Dewey**. Poços de Caldas: ANPEd, 2003.

CAPÍTULO 4

AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM PRÁTICA PEDAGÓGICA SEGUNDO VYGOTSKY

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 06/09/2021

Dianne Fabhrícia Meireles Ferreira

Mestre em Educação do Mestrado Stricto
Sensu da Pontifícia Universidade Católica de
Goiás
Goiânia, Goiás
<http://lattes.cnpq.br/3568010616370503>

RESUMO: O presente artigo teve como subsídio teórico as contribuições de Vygotsky, que traz considerações sobre a avaliação da aprendizagem, enfatizando uma prática docente reflexiva em relação às intervenções pedagógicas no processo de aprendizagem e do respectivo desenvolvimento cognitivo do aluno. Os pressupostos da teoria histórico-cultural permitem uma abordagem subsidiada pela mediação das atividades pedagógicas dos docentes, que percebem como os sujeitos se desenvolvem, ou seja, constroem suas funções psicológicas superiores, de modo a favorecer a apropriação dos conteúdos oriundos do processo cultural. Essa compreensão é primordial para sistematizar o contexto educacional, em relação à avaliação da aprendizagem, pois traz à tona uma reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. A avaliação é um elemento relevante no processo de ensino e aprendizagem porque ela possibilita fazer uma análise dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula. Além disso, a avaliação poderá refletir sobre

o nível tanto do trabalho do docente quanto do próprio aluno. Por essa razão, a sua realização não deve apenas culminar com a atribuição de notas. Esta, porém, favorece a verificação da assimilação dos conceitos, auxilia o professor a implementar as prática pedagógica e ajuda os alunos a desenvolverem a autoconfiança no processo de aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação. Aprendizagem. Educação. Docente. Vygotsky.

ASSESSMENT OF PRACTICAL PEDAGOGICAL LEARNING ACCORDING TO VYGOTSKY

ABSTRACT: The present article was based on the theoretical contributions of Vygotsky, with considerations on the evaluation of learning, emphasizing a reflexive teaching practice of the pedagogical interventions in the learning process and the respective cognitive development of the student. The assumptions of historical-cultural theory allow a subsidized approach through the mediation of teachers' pedagogical activities, perceiving how the subjects develop, that is, construct their higher psychological functions, favoring the appropriation of the contents derived from the cultural process. This understanding is primordial to systematize the educational context, in relation to the evaluation of the learning brings to the fore, a reflection of the process of teaching and learning of the students. The evaluation is an important element in the teaching and learning process, because it is through it that it is possible to make an analysis of the contents developed in the classroom. Even this evaluation may reflect on the level of both the work of the teacher and

the student himself, so that their achievement should not only culminate in the assignment of grades. This, however, favors the verification of the assimilation of concepts, helps the teacher to implement the pedagogical practices, also helps the students to develop self-confidence in the learning process.

KEYWORDS: Evaluation. Learning. Education. Teacher. Vygotsky.

1 | INTRODUÇÃO

A avaliação da aprendizagem vem contribuindo como um significativo indicador do processo de ensino e aprendizagem e norteando a prática cotidiana dos docentes. Mesmo embasando o trabalho docente, ainda traz consigo uma relação com o aluno que pode deixar a desejar, pois pode ser considerada em dois aspectos: o primeiro positivo dentro de um contexto educacional complexo, e o segundo como um ato de cunho punitivo, autoritário, instrumento de poder, medida, controle, dentre outros. Vejo que, apesar disso, paulatinamente, a avaliação vem sendo utilizada como uma ferramenta reflexiva acerca do desenvolvimento e da aprendizagem, principalmente se levarmos em consideração os objetivos propostos e seu alcance diante das práticas pedagógicas.

Ainda que a avaliação faça emergir críticas, discussões e debate por estudiosos que direcionam suas pesquisas a tal abordagem, esta, na prática do ambiente escolar, exige determinação, responsabilidade, compromisso, dedicação, acompanhamento, dentre outros fatores do avaliado. Porém, diante do que é analisado, pode auxiliar a rever a prática pedagógica do docente e a mediar todo esse processo, contribuindo para a aprendizagem dos alunos. A eficiência deve levar em consideração o objetivo e o processo desenvolvido para alcançá-la. Assim, enfatiza-se que a avaliação é eficiente quando o objetivo proposto é relevante e o processo permeia um caminho racional. Portanto, para que a avaliação seja eficiente, é preciso que seja, também, eficaz. Da mesma forma, a avaliação pode ser eficaz sem ser eficiente. Compete ao professor organizar de forma eficiente o processo da avaliação da aprendizagem.

O texto de Luckesi (2005) circunda na reflexão do docente, da avaliação como prática de um processo que norteia a rotina das escolas. Percebe-se que esta não deve ser considerada de forma isolada, mas como parte de um processo amplo que, de forma significativa ou não, subsidiará as ações educacionais. Assim, deve-se efetivar a prática pedagógica e torná-la um ato reflexivo:

O educador que estiver afeito a dar um novo encaminhamento para a prática da avaliação escolar deverá estar preocupado em redefinir ou em definir propriamente os rumos de sua ação pedagógica, pois ela não é neutra, como todos nós sabemos. Ela se insere num contexto maior e está a serviço dele. Então, o primeiro passo que nos parece fundamental para redirecionar os caminhos da prática da avaliação é assumir um posicionamento pedagógico claro e explícito. Claro e explícito de tal modo que possa orientar diuturnamente a prática pedagógica no planejamento, na execução e na avaliação (LUCKESI, 2005, p. 42).

Para aprofundar essa temática, privilegiaram-se leituras de vários artigos, livros e outras bibliografias, que contribuiriam para nortear e embasar este estudo. A avaliação aqui abordada deve, também, ser considerada como instrumento que subsidiará tanto o aluno no seu desenvolvimento cognitivo, quanto o professor no redimensionamento de sua prática pedagógica, com um enfoque num contexto privilegiado de Vygotsky.

Define avaliação como uma componente do processo de ensino que visa, através da verificação e qualificação dos resultados obtidos, a determinar a correspondência destes com os objetivos propostos e, daí, orientar a tomada de decisões em relação às atividades didáticas seguinte. (LIBÂNEO, 1991, p.196)

O desenvolvimento e a aprendizagem, na concepção proposta por Vygotsky, apresentam subsídios relevantes para explicar a avaliação da aprendizagem como processo contínuo e que é realizado diligentemente durante a efetivação das atividades escolares, na interação professor / conhecimento / criança. Conforme o autor defende:

Isto significa que com o auxílio deste método podemos medir não só o processo de desenvolvimento até o momento presente e os processos de maturação que já se produziram, mas também os processos que estão ocorrendo ainda, que só agora estão amadurecendo e desenvolvendo-se. (VYGOTSKY, 1991, p.44)

De tal modo, a avaliação torna-se uma ação primordial para o acompanhamento dos alunos ao possibilitar, também, um ato reflexivo numa relação qualitativa entre a atividade de ensino elaborada pelo docente e a atividade de aprendizagem no ensino fundamental, primeira fase, em sua abordagem histórico-cultural.

21 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM PRÁTICA PEDAGÓGICA NUMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL

A avaliação remete, em seu processo, a um ato que está inserido em todas as atividades de sala de aula. A nitidez desse ato é que nem sempre está expressa com clareza para os participantes desse processo, como o planejamento, os objetivos propostos para cada aula, dentre outros. Ainda elucidando o contexto institucional, faz-se necessário elucidar o que se quer ter perante tantas exigências; no âmbito educacional, a avaliação deve estar de acordo com tais perspectivas. Essa ainda se perfaz de forma autoritária e exclusiva; é preciso refletir sobre o tipo de sujeito que se almejar formar: subserviente ou autônomo. A discussão provinda da contribuição da avaliação para uma reflexão constante sobre a realidade, para o acompanhamento da trajetória do aluno na construção do conhecimento não é recente.

A avaliação é um exercício de reflexão, capacidade única e exclusiva do ser humano, de pensar os seus atos, de analisá-los, interagir não só com o mundo, mas também com os outros seres, e de influenciar na tomada de decisões e transformação da realidade. Desta forma, pode contribuir para

o aluno “ter a consciência do inacabado do ser humano, impulsionando os sujeitos à invenção da existência, à criação de um mundo não natural na busca de superação dos desafios postos pela própria existência, levando-os assim à construção contínua da cultura, da história, da sociedade”. (FREIRE, 2000 *apud* CIPRIANO, 2007, p.48).

Compreende-se que a educação tem um papel inegável de promover o desenvolvimento do indivíduo, por meio do processo educativo, permitindo que haja uma nova consciência, ou seja, levando em consideração uma nova individualidade com capacidade de se transformar e de mudar o meio do qual faça parte.

No que tange à função da escola, pode-se refletir sobre os conceitos científicos, à medida que são organizados e sistematizados. Para Vygotsky (1991), a apropriação destes conceitos, pelos alunos, favorece a formação de seus processos psicológicos superiores. O docente, na apropriação de tais concepções, ocupa lugar de destaque, ou seja, auxilia como mediador da relação. Facci (2004) ressalta que o docente é o mediador entre o aluno e o conhecimento; assim, lhe é incumbido de interferir na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos e conduzir a práticas pedagógicas que possam considerar o potencial individual de cada aluno, inserido dentro de uma coletividade. Essa mediação permite um ensino e aprendizagem de qualidade, ou seja, o docente percebe os avanços diante da formação dos conceitos necessários para se chegar à aprendizagem dos conteúdos de sua respectiva idade escolar.

A concepção de desenvolvimento e aprendizagem, defendida por Vygotsky, se assenta em subsídios significativos. Dentre eles está a avaliação da aprendizagem, compreendida como processo contínuo e executado sistematicamente durante o desenvolvimento das atividades escolares, na interação professor /conhecimento/ criança.

Isto significa que com o auxílio deste método podemos medir não só o processo de desenvolvimento até o momento presente e os processos de maturação que já se produziram, mas também os processos que estão ocorrendo ainda, que só agora estão amadurecendo e desenvolvendo-se. (VYGOTSKY, 1991, p.44)

Portanto, a avaliação da aprendizagem torna-se uma ação importante para refletir sobre o desenvolvimento do aluno, remetendo a uma análise de uma relação qualitativa entre a atividade de ensino construída pelo docente e a atividade de aprendizagem realizada no contexto escolar. É nessa perspectiva que se encontra a sustentação no alicerce, defendido por Vygotsky, de que a mediação do docente, ao atuar na zona de desenvolvimento proximal do aluno, poderá favorecer o seu desenvolvimento.

No âmbito cultural, as práticas avaliativas têm enfatizado, por meio da aplicação de provas, testes, o que o aluno já sabe, classificando-o, com o objetivo de aprovar e reprovar, isto é, promover um resultado final. O processo de ensino e aprendizagem é concebido pelo seu produto, não pelo seu processo. O mais depreciativo dessa prática avaliativa é que os resultados refletem muito pouco sobre o trabalho pedagógico. Seus objetivos são

de cunho muito mais burocrático e imediato; com isso, acabam não influenciando nem o ensino e muito menos a aprendizagem, revelando uma segregação entre esses dois pressupostos cruciais das práticas educacionais. Para Lunt (1994, p 228):

As técnicas de avaliação estática concentram-se no que a criança já sabe e, portanto, no produto da aprendizagem, e no que ela sabe fazer por si mesma. A intenção desses procedimentos é estabelecer níveis de competência, que frequentemente são confundidos e usados como medidas de potencial.

O ato avaliativo, na perspectiva histórico-cultural, segue a prerrogativa de uma avaliação dinâmica, que atenda às reais necessidades do aluno e contribua como instrumento reflexivo para direcionar o desenvolvimento e a aprendizagem. Seu foco está na compreensão da qualidade de aprendizagem e o objetivo é desvelar as mudanças psicológicas do aluno ao longo do processo.

Tal avaliação também deve contemplar o desenvolvimento das funções psicológicas que estão implicadas nas atividades propostas pelo professor: será através dessas atividades que a criança desenvolverá o seu pensamento, a linguagem, a atenção voluntária, a memória, estabelecerá relações e correlações, etc. (MARTINS, 2005, p. 73)

Os estudos Vigotskianos subsidiam esse processo com elementos que permitem a organização de métodos de análise sobre os processos de aprendizagem, o desenvolvimento dos alunos (como instrumentos de diagnóstico e prognóstico), possibilitando a reestruturação dos objetivos de ensino. A objeção à avaliação denominada tradicional, focada em notas e conceitos, também, está referida nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Nesse documento há a defesa de uma avaliação contínua da aprendizagem cujos produtos obtidos possibilitarão ao docente realizar uma reflexão sobre a sua prática e formalizar as intervenções necessárias para que possa contribuir com a aprendizagem dos alunos.

A avaliação subsidia o professor com elementos para uma reflexão contínua sobre a sua prática, sobre a criação de novos instrumentos de trabalho e a retomada de aspectos que devem ser revistos, ajustados ou reconhecidos como adequados para o processo de aprendizagem individual ou de todo o grupo. (BRASIL, 1997, p. 81)

Pude evidenciar, nas leituras realizadas, a tese fundamentada por Vygotsky (1989, p. 101) de que “o bom aprendizado é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento”. Assim, foi possível perceber que a aprendizagem, estritamente organizada de forma pontual, viabiliza o desenvolvimento mental dos estudantes, contribuindo para que os docentes entendam a essência do ato de ensinar e o que isso simboliza no desenvolvimento do aluno, de modo a assegurar reflexões sobre o significado do resultado das avaliações.

Portanto, conforme a Teoria de Vygotsky, a tarefa primordial da ação docente é perceber o desenvolvimento real dos alunos e, na mediação das atividades, contemplar a formação de conceitos, premissa para o processo de aprendizagem. Há, no decorrer desta mediação, uma diferença entre o que o aluno já sabe (as habilidades que ele domina

sozinho) e o que ainda não sabe, mas está próximo de saber (porque já consegue realizar com a ajuda de alguém). É importante perceber o que o aluno pode aprender no futuro e que deve ser o foco da atuação do mediador, com prioridade para atividades em grupo e para compartilhamento de dúvidas e experiências.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer das análises textuais, é perceptível que atividade docente de avaliar e refletir é um desafio, pois requer um trabalho coletivo, com discussão do alcance dos objetivos propostos e do planejamento dos docentes envolvidos no processo de ensino/aprendizagem. Este trabalho não se restringirá aos limites da sala de aula, pois passa pela escolha de instrumentos viáveis para conduzir o processo avaliativo, sendo adequado às necessidades de cada realidade, de modo a refletir sobre o contexto cultural dos alunos. Nesse sentido, vai exigir que o aluno pense sobre o conceito, estabeleça conexões, formando um sistema complexo, no qual é possível observar o que ele consegue compreender; com isso, se possibilita ao docente o redimensionamento de suas atividades com o intuito de avançar na aprendizagem e o respectivo desenvolvimento do aluno.

Porém, a avaliação da aprendizagem não pode ficar restrita a: avaliar conhecimentos, conteúdos ensinados, objetivos propostos e alcançados, enfim, avaliar o que o aluno aprendeu; ou seja, se essa se fundamenta em aspectos gerais no acompanhamento da aprendizagem, é preciso que o docente se fundamente em teorias e práticas pedagógicas que se ocupem da aprendizagem e do desenvolvimento. Assim, dará significado no que tange à apreensão do conhecimento. Além disso, como salienta Sforzi (2004, p. 185): “A ausência de critérios para a análise da aprendizagem dos alunos traz, conjuntamente, a ausência de critérios para a análise das ações docentes, o que acarreta o desenvolvimento de inúmeras tarefas sem valor formativo”.

Recorrer a uma fundamentação, para o entendimento do processo de aprendizagem dos alunos, neste caso a Teoria Histórico-cultural, que ajudou a subsidiar este estudo com contribuições relevantes, principalmente por corroborar com a compreensão que a aprendizagem se concretiza por meio da convivência social, que resultará na apropriação do conhecimento ao longo do processo. Assim, as reflexões oriundas da avaliação vão além do contexto atual, elas abarcam a análise de todo um arcabouço complexo, que foi se estruturando à medida que as políticas foram se formalizando, em que foram ocorrendo os acontecimentos históricos, dentre outros.

O ato de avaliar precisa se pautar em ações democráticas, como algo prazeroso, que subsidie os motivos dos alunos em relação aos instrumentos avaliativos, levando em consideração a individualidade, com intuito de prestigiar a aprendizagem e o modo particularmente de diagnosticar e a possibilidade de direcionar as práticas pedagógicas dos docentes.

Os principais instrumentos que o docente pode usar, no sentido de potencializar a janela de oportunidade (a ZDP), são a linguagem e o contexto cultural, os quais são considerados por Vygotsky como as mais importantes ferramentas a serviço da aprendizagem e do desenvolvimento. Para além dessas ferramentas, o docente pode assumir-se como mediador entre o aluno e os objetos ou entre os grupos de alunos.

Ainda nesse tocante, Hollanda (2007, p. 44-45) destaca que:

A zona de desenvolvimento proximal permite delinear o futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento. Aquilo que é seu nível de desenvolvimento potencial hoje constituirá o nível de desenvolvimento real amanhã, isto é, aquilo que uma criança só puder fazer presentemente com a ajuda do outro poderá fazer sozinha no futuro. Ao postular este conceito, o autor enfatiza a importância da educação para o processo de apropriação da cultura e o desenvolvimento das potencialidades humanas.

Podem-se considerar, também, como mediadores os alunos que se revelam mais capazes ao longo das atividades. Nesse sentido, a criação de grupos de aprendizagem colaborativa, com alunos em diferentes níveis de aprendizagem, embora próximas na capacidade para a realização das tarefas propostas, constitui outra estratégia de mediação importante. Assim, Luckesi (2006, p. 175) enfatiza que: “A construção para ser efetivamente construção, necessita incluir, seja do ponto de vista individual, integrando a aprendizagem e o desenvolvimento do educando, seja do ponto de vista coletivo, integrando o educando num grupo de iguais, o todo da sociedade”.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Introdução. Brasília: MEC/ SEF, 1997.

CIPRIANO, Emília. Avaliação na Educação. Marcos Muniz Melo (Organizador). 2007.

FACCI, Marilda Gonçalves Dias. **A periodização do desenvolvimento psicológico individual na perspectiva de Leontiev, Elkonin e Vigotski**. Cadernos Cedes, v. 24, n. 62, p. 64-81, 2004.

HOLLANDA, Monica Petralanda de. **Formação em contexto de professoras da educação infantil: um estudo de caso**. 2007. 290f. Tese (Doutorado em Educação)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

LIBÂNEO, José C. **A Prática Pedagógica de Professores da Escola Pública**. São Paulo. 1991.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **A Avaliação da Aprendizagem Escolar**. 17ª ed. São Paulo: Cortez, 2005.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e Proposições**. 16ª ed. São Paulo: Cortez, 2006.

LUNT, I. A prática da avaliação. In: DANIELS, H. (Org.). **Vygotsky em foco**: Pressupostos e desdobramentos. Campinas-SP: Papirus, 1994. p. 219-252.

MARTINS, L. M. **Psicologia sócio-histórica: o fazer científico**. In: ABRANTES, A. A.; SILVA, N. R.; MARTINS, S. T. F. Método histórico-social na psicologia social. Petrópolis-RJ: Vozes, 2005. p. 118-138.

SFORNI, Marta Sueli de Faria. **Aprendizagem Conceitual e Organização do Ensino: Contribuições da Teoria da Atividade**. Araraquara: Junqueira & Marin, 2004.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da mente**. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes 1989.

VIGOTSKY, L. S. Aprendizagem e Desenvolvimento Intelectual na Idade Escolar. *In: LURIA, A. R. et al. Psicologia e Pedagogia: Bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento*. v.1, 2ª ed. Lisboa: Estampa, 1991. p. 31-50.

BLOOMBTECH - FLORESCENDO INCUBADORAS E INCUBADAS EM MINAS GERAIS

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 22/09/2021

Ana Carolina Calçado Lopes Martins

Wylinka

São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/7715968257237386>

Artur Tavares Vilas Boas Ribeiro

Núcleo de Política e Gestão Tecnológica da

USP

São Paulo

<https://orcid.org/0000-0002-0951-7191>

RESUMO: O programa Bloom Business Tech teve como objetivo o desenvolvimento de empresas de base científica e tecnológica por meio de suporte individualizado e transferência de conhecimento. Participaram do programa 117 empresas de 17 incubadoras em 13 cidades diferentes, centenas de pessoas impactadas e dezenas de conceitos ligados a empreendedorismo e inovação transferidos. A metodologia utilizada para o suporte às empresas se dividiu entre as etapas (i) diagnóstico, (ii) validação de mercado e tecnologia, (iii) definição de diretrizes estratégicas e construção de um plano de ação e (iv) acompanhamento do plano de ação. Os números do impacto do programa demonstram elevada produtividade ganha. O programa também vivenciou diversos casos de empresas que demonstraram o potencial transformacional gerado pelas ações. Pode-se perceber também uma melhoria no ambiente das incubadoras - sendo o BloomBTech um elemento de criação

de atmosfera vibrante por trazer uma oxigenação nas rotinas e abrir horizontes de atividades não antes enxergados.

PALAVRAS-CHAVE: Incubadoras de empresas, transferência de tecnologia, inovação de base tecnológica, políticas de inovação.

BLOOMBTECH - BLOOMING INCUBATORS AND INCUBATED COMPANIES IN MINAS GERAIS

ABSTRACT: The Bloom Business Tech program was aimed to develop science and technology-based companies through individualized support and knowledge transfer. 117 companies from 17 incubators in 13 different cities participated in the program, hundreds of people were impacted and dozens of concepts related to entrepreneurship and innovation were transferred. The methodology used to support companies was divided into stages (i) diagnosis, (ii) market and technology validation, (iii) strategic guidelines and action plan and (iv) monitoring of the action plan. Program impact numbers demonstrate high productivity gains. BloomBTech also showed several cases of companies with transformational potential caused by the program's actions. It is also possible to notice an improvement in the incubators' environment - BloomBTech being an element for creating a vibrant atmosphere by bringing oxygen to the routines and opening up unseen horizons of activities.

KEYWORDS: Business incubators, technology transfer, technology-based innovation, innovation policies.

INTRODUÇÃO

A inovação de base tecnológica, cuja gênese indica comumente raízes em ambientes de pesquisa científica, frequentemente é pauta nos debates sobre aumento de competitividade nacional. No relatório de competitividade global 2016-2017, o Fórum Econômico Mundial apresentou um framework com três principais pilares para competitividade de uma nação - sendo um deles a capacidade e compromisso com inovação e sofisticação (Schwab, 2016). No quadro de crises econômicas e a globalização colocando mais à prova a disparidade de países em termos de competitividade, as nações - especialmente as em desenvolvimento - se encontram em um momento de busca por elementos que possam garantir saltos competitivos que permitam continuar seu processo de avanço a estágios de melhores condições para suas populações, sendo o empreendedorismo uma de suas fontes (Isenberg, 2010). De acordo com Secundo, De Beer e Passiante (2016), a atuação em transferência de tecnologia é fundamental para países em desenvolvimento - carregando consigo a missão de gerar inovação empresarial, ganho de competitividade nacional e melhorias econômico-sociais a partir do empreendedorismo acadêmico.

O programa BloomBTech surgiu sob um contexto bastante característico do Brasil inteiro: a existência de múltiplas incubadoras tecnológicas espalhadas por um espaço territorial de longas distâncias que dificulta a uniformização de ações e o apoio individualizado constante aos empreendimentos incubados. Somado a isso, a limitação de recursos oriunda da complexidade na priorização de políticas públicas e mecanismos nacionais para apoio às incubadoras desencadeava problemas de evolução, maturidade e gestão do conhecimento nestes ambientes de geração de empreendimentos inovadores. Especificamente, o programa identificou essa situação-problema no Estado de Minas Gerais - que possui dezenas de incubadoras, número de empresas incubadas na casa das centenas e com elevada dispersão em graus de maturidade das instituições e dos empreendimentos.

Por outro lado, o compartilhamento de diversas práticas e metodologias presentes em ambientes colaborativos, em eventos de fomento ao empreendedorismo inovador e em plataformas virtuais abertas traz à realidade dos agentes de apoio à geração e evolução de empresas de base tecnológica boas perspectivas de apropriação de conhecimento e implementação de melhores práticas no contexto apresentado. Percebendo esta oportunidade, o programa BloomBTech - que carrega consigo o nome Bloom Business Tech, ou seja, florescimento de negócios de tecnologia - centrou-se na seguinte pergunta: como podemos criar um programa que ofereça (i) suporte individualizado a empresas incubadas, mas atingindo grandes volumes de apoiadas de modo eficiente; (ii) transferência de conhecimento não só para as empresas, mas para a gestão da incubadora, garantindo resultados perenes; (iii) consiga apoiar mecanismos de maturidade já utilizados no modelo CERNE, gerando orientação e informação a agentes ligados a políticas públicas de

DESENVOLVIMENTO

Envolvendo um time de especialistas em empreendedorismo tecnológico e acadêmicos profundamente ligados ao tema - com publicações internacionais sobre modelos de incubação e aceleração de empresas, foi-se desenhado um programa com mecanismos capazes de responder a pergunta acerca do desafio para o Estado de Minas Gerais, cujos pilares estruturaram-se da seguinte maneira:

- Equipe sólida e itinerante: buscando suprir o gargalo ligado às distâncias geográficas, um mesmo corpo de atendimento se espalhou de modo itinerante por diversas cidades do Estado. Tal ação auxiliava na padronização do suporte e no compartilhamento de boas práticas e desafios quando a equipe se reunia no escritório local, em Belo Horizonte.
- Suporte individual com metodologia clara: foi estabelecida uma metodologia clara de apoio aos negócios incubados, com etapas bem definidas e alinhadas com o modelo CERNE.
- Perenização do conhecimento: com a finalidade de fazer com que o conhecimento gerado permanecesse na incubadora, o suporte às empresas era feita envolvendo gestores e agentes das incubadoras locais. Deste modo, teve-se a intenção de transferir conhecimento para que estes agentes repliquem em outras situações e no desenvolvimento dos negócios que venham a ser desenvolvidos no futuro. Para esse fim, também foi realizado um evento de capacitação dos gestores e produção de um *e-book* com o compartilhamento de boas práticas.

Em termos de metodologia, o suporte do BloomBTech às empresas incubadas se dividiu entre as etapas (i) diagnóstico, (ii) validação de mercado e tecnologia, (iii) definição de diretrizes estratégicas e construção de um plano de ação e (iv) acompanhamento do plano de ação.

Na fase diagnóstico, foram realizadas visitas individuais às empresas participantes buscando imergir em sua realidade e identificar os principais desafios e oportunidades a serem trabalhados. As equipes visavam, assim, compreender as estratégias, os modelos de estruturação (física e gerencial), os portfólios de produtos e clientes, a constituição dos times e a história de cada empresa. Para tal imersão foi criado um “mapa de radar” com pontuações que auxiliavam na avaliação das empresas alinhado aos pilares do modelo CERNE (mercado; comercial e marketing; gestão; equipe; produto; empreendedorismo) (ANPROTEC, 2018). Na fase de validação de mercado e tecnologia, dava-se continuidade aos trabalhos de compreensão em profundidade, só que neste momento centrado-se na tecnologia, especificamente seu cenário mercadológico e estágio de desenvolvimento. Nessa etapa eram realizadas análises do negócio e da tecnologia, estudo de mercado e

desenvolvia-se uma prova de conceito da tecnologia, de modo a identificar sua maturidade tecnológica com base em dados concretos.

A terceira fase, de definição de diretrizes estratégicas, dava ênfase em transferência de conhecimento, envolvendo *workshops* de 4 horas de duração com cada empresa buscando trazer conhecimento sobre aspectos gerenciais, cobertura dos aspectos deficientes e reflexão sobre os resultados das avaliações geradas nas etapas anteriores. A partir desse momento de reflexão e capacitação direcionada, desenhava-se um horizonte de estratégias a serem desenvolvidas pelas empresas de acordo com o aprendido. Os conteúdos dos workshops cobriam pontos como *technology roadmap*, *business model canvas* (OSTERWALDER e PIGNEUR, 2011), *customer development* ((BLANK, 2012), estratégia do oceano azul (KIM, e MAUBORGNE, 2005), etc. e era incentivada a participação dos gestores e agentes das incubadoras para transferir o conhecimento de maneira perene, como destacado acima. Por fim, a metodologia do BloomBTech encerrava suas etapas visando a consolidação das diretrizes estratégicas da etapa anterior propondo sintetizar as diretrizes em um Plano de Ação que tinha a finalidade de auxiliar os empreendedores no controle de seu direcionamento estratégico, as incubadoras no monitoramento de suas empresas e a equipe BloomBTech no acompanhamento dos passos propostos. A elaboração de um Plano de Ação também foi uma estratégia do programa para fazer com que os empreendedores se apropriassem de um instrumento gerencial - tornando mais clara a integração entre as áreas da empresa, a administração de recursos, a necessidade de priorização e a definição de responsabilidades.

Complementares às atividades *in loco*, as atividades de transbordamento também se fizeram necessárias para o cumprimento pleno dos objetivos do projeto. A primeira atividade de transbordamento consistia em apresentar resultados parciais e finais do Programa BloomBTech para decisores públicos do Estado de Minas Gerais, de modo a (i) refletir sobre como melhor apoiar as incubadoras tecnológicas, (ii) fornecer materiais de aprofundamento frente aos desafios percebidos e (iii) explorar potenciais ações centradas em maximizar os impactos dos resultados produzidos. A segunda atividade desenvolvida foi a produção de um *e-book* que compartilhou a metodologia, apresentou os grandes aprendizados, destacou empresas incubadas com boa evolução no Programa e reforçou conceitos importantes para gestores de incubadoras no Brasil inteiro se apropriarem.

CONCLUSÃO

Por se tratar de um período de 6 meses, os números concretos do impacto do programa demonstram elevada produtividade ganha por meio da utilização de uma equipe externa sólida e itinerante - característica que garantiu ganhos de eficiência, de aprendizagem e de conexões entre empresas e incubadoras estabelecidas. Foram 117 empresas de 17 incubadoras em 13 cidades diferentes, oferecendo 440 horas de workshops,

centenas de pessoas impactadas e dezenas de conceitos ligados a empreendedorismo e inovação transferidos.

O programa vivenciou diversos casos que demonstraram o potencial transformacional gerado pelas ações, alguns fatos principais de sucesso podem ser apresentados com maior especificidade, tais como (a) empresas formada por acadêmicos com profunda bagagem técnica identificando deficiências comerciais e encontrando melhores modelos de operação comercial (algumas inclusive iniciando tais atividades), (b) empresas com atividades sem força e times desmotivados compreendendo seus gargalos e ganhando ânimo para avanços estratégicos, (c) empresas com complexa desorganização na área de produtos conseguindo revisitar e melhorar seus processos de modo a estruturar a operação e inclusive lançar novos produtos nos períodos planejados.

De um ponto de vista qualitativo, pode-se perceber uma melhoria no ambiente das incubadoras - sendo o BloomBTech um elemento de criação de atmosfera vibrante por trazer uma oxigenação nas rotinas e abrir horizontes de atividades não antes enxergados. Tal ambiente e transferência de conhecimento pode também gerar aproximação entre incubadoras e empresas incubadas, fator considerado como de grande importância para o sucesso do Programa. Por ter sido um programa recente, de 2015 a 2016, o horizonte de análise ainda não fornece tantos dados quantitativos como consequência desse impacto informal nos ambientes de inovação pelos quais o BloomBTech passou.

REFERÊNCIAS

ANPROTEC; SEBRAE. CERNE - Sumário Executivo. ANPROTEC (Associação Nacional das Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores). Brasília. 2018.

BLANK, Steve Gary. *Do Sonho a Realização em 4 Passos - Estratégias Para a Criação de empresas de Sucesso*, São Paulo: Évora, 2012.

KIM, W. Chan; MAUBORGNE, Renée. *A Estratégia do Oceano Azul: como criar novos mercados e tornar a concorrência irrelevante*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

ISENBERG, Daniel. (2010) How to Start an Entrepreneurial Revolution. Harvard Business Review.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. *Business model generation: inovação em modelos de negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011.

Schwab, K. (2016). The Global Competitiveness Report. World Economic Forum. Secundo, G.; De Beer, C.; Passiante, G. (2016). Measuring university technology transfer efficiency: a maturity level approach. Measuring Business Excellence. Vol. 20 (3) pp. 4.

CAPÍTULO 6

CIBRIDISMO E APRENDIZAGEM UBÍQUA: A UTILIZAÇÃO DO INSTAGRAM COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO ACADÊMICO

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 26/10/2021

Yubis Pereira Martins

Universidade Estadual Paulista (UNESP)
FCLAr – Faculdade de Ciências e Letras de
Araraquara – SP
<http://lattes.cnpq.br/0385625446983762>

Célia Regina Rossi

Universidade Estadual Paulista (UNESP).
Campus de Rio Claro – SP
<http://lattes.cnpq.br/5048619255003350>

RESUMO: A argumentação a seguir propõe 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 coronavírus pelo mundo, com destaque a ferramenta digital *Instagram* como foco da pesquisa, que tem por objetivo a criação de uma página acadêmica para compartilhamento de conteúdos sobre Educação para Sexualidade, discussões sobre gênero, cibercultura, psicanálise, psicologia social e evolutiva, antropologia, entre outros. Contextualiza-se aqui, a relação direta das novas tecnologias com a educação acadêmica, essa que por sua vez, vem sofrendo ataques constantes e descredibilização por conta de autoridades políticas. A educação atua como agente central na transformação das futuras gerações, sendo a mesma uma prática de

constantes ressignificações ao longo do tempo. A pandemia do novo coronavírus impôs uma mudança paradigmática à educação em todos os sentidos, acelerando o processo de tecnologização, que tem seu maior ponto de apoio na tecnologia digital e na capacidade de adaptação dos professores e gestores nos espaços educacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Coronavírus, tecnologização, *Instagram*, cibercultura, educação.

CYBRIDISM AND UBIQUITOUS LEARNING: THE USE OF INSTAGRAM AS AN EDUCATIONAL TOOL IN ACADEMIC TEACHING

ABSTRACT: The argument below proposes a reflection on the educational field and its concerns and adaptability in face of the growing conditioned digitalization, as well as the educational consequences in an atypical period of the new coronavirus pandemic around the world, highlighting the digital tool *Instagram* as the focus of the research, which aims to create an academic page for sharing content on Education for Sexuality, involved in gender, cyberculture, psychoanalysis, social and evolutionary psychology, anthropology, among others. It is contextualized here, the direct relationship of new technologies with academic education, which, in turn, has been suffering constant and discredit on account of political authorities. Education acts as a central agent in the transformation of future generations, being the same practice of constant resignifications over time. The new coronavirus pandemic imposed a paradigm shift in education in all senses, accelerating the technologization

process, which has its greatest support in digital technology and in the adaptability of teachers and managers in educational spaces.

KEYWORDS: Coronavirus, technologization, Instagram, cyberculture, education.

1 | INTRODUÇÃO

No começo do ano, fomos surpreendidos pela pandemia do novo coronavírus em todo o mundo, mudando toda a dinâmica relacional e exigindo rápidas modificações comportamentais e sociais. Com as universidades fechadas por conta da pandemia e do distanciamento social, a tecnologia passou a configurar um espaço cativo na vida de estudantes e professores. O *tele-learning*¹ foi colocado em destaque e o uso das plataformas digitais passou a integrar o contexto do “novo normal” que segue sendo redesenhado nas escolas e universidades. É importante destacar que o professor universitário contemporâneo possui ciência que o aluno do século 21 é hiperconectado, cíbrido e digitalizado. Por conseguinte, o discente possui a sua disposição inúmeras ferramentas digitais, ambientes virtuais e plataformas de aprendizagem e disponibilização de conteúdos (texto, áudio e vídeo) como o *Instagram*, dentre outros programas. Em um contexto que demanda reinvenção constante por parte do professor, é essencial que soluções híbridas sejam levadas para a sala de aula. Questiona-se, assim, como buscar oportunizar diferentes experiências de aprendizagem? De que forma o professor pode combinar o ensino online e das estratégias já consolidadas em termos de metodologia educacional? Há alguma plataforma que pode explicitar o potencial cíbrido docente? Destaca-se aqui, a utilização do *Instagram* como ferramenta educacional no ensino acadêmico.

Para Bottentuit Junior (2010), o número de páginas – sites – na Internet vêm aumentando de forma exponencial a cada ano, tornando a web um espaço rico e diversificado, capaz de conter uma série de recursos e integrar diferentes tipos de mídias. Nesse sentido, Coelho e Bottentuit Junior (2019) ressaltam o desafio de desenvolver pessoas para o mundo e mercado contemporâneo, que por sua vez não se resume na melhoria da educação formal, mas, também na capacidade de conexão com o mundo digital. Dessa maneira faz todo sentido analisar e articular a educação formal e digital. É importante que as instituições de ensino superior, assim como o corpo docente, entendam que o processo de ensino aprendizagem não se limita mais nos âmbitos presenciais de sala de aula. O professor precisa ressignificar sua atuação acadêmica em sala, dando abertura para uma aprendizagem ubíqua. Santaella (2010) explica o termo “aprendizagem ubíqua” como à possibilidade de aprender sobre qualquer coisa, a qualquer momento e local utilizando as tecnologias móveis conectadas à Internet.

Porém, a educação e a exposição de informação na internet não garante uma aprendizagem integral e avaliativa. A complementação entre a educação formal, informal

¹ Termo em inglês usado para referir-se a tele-aprendizagem.

e não formal juntamente com a integração das ferramentas tecnológicas, são importantes para a interação e ensino do aluno, assim como criar formas integrativas que garantam o protagonismo do discente, desenvolvendo uma aprendizagem mais crítica e eficiente. Na sociedade da informação, o ensino tradicional precisa ser readaptado para atender as demandas tecnológicas das gerações posteriores. A liberdade, a colaboração, o entretenimento e a velocidade são os anseios mais desejados pelos alunos do mundo 4.0. Posto isso, cabe sinalizar que além de mudanças na prática pedagógica, são necessárias mudanças na forma como a tecnologia é utilizada pelos professores no ensino superior. Mais do que transmitir um conteúdo, o docente deve instigar, estimular e despertar no aluno o interesse, tanto pelo aprendizado, quanto pela busca autônoma. Acompanhando essa transição e remodelando de maneira muito mais ágil o seu comportamento e estilo de consumo, os jovens estão em busca de novas soluções sistêmicas, cujas universidades são vetores, ou seja, são espaços onde a inovação é fomentada. No ciberespaço uma das mídias mais utilizadas pelos jovens brasileiros é o *Instagram*, segundo o Instituto de Pesquisa Opinion Box (D'ANGELO, 2019). De acordo com um estudo realizado pela instituição em 2019, 70% dos brasileiros possui um perfil na plataforma e no ranking de preferência apresenta 52% dos usuários preferem esta rede a outras como o *Facebook*, por exemplo, (D'ANGELO, 2019).

Diferentes ferramentas educacionais podem auxiliar os professores no ensino superior, todavia, autores como Bell (2013), Ferreira e Bohadana (2014) trazem uma visão distinta sobre os benefícios na utilização de ferramentas digitais, como por exemplo, o *Instagram*. Para estes estudiosos a plataforma aprimora os sentidos e potencializa as possibilidades de aprendizagem por permitir diferentes formatos, conteúdos e abordagens. A plataforma *Instagram* constitui-se uma rede social que permite que os usuários cadastrados publiquem conteúdo. Disponível nas diferentes lojas de aplicativo, possibilita gratuitamente o upload e compartilhamento de fotos e vídeos, além disso, permite ao usuário adicionar mensagens, especificar a localização, marcar outros usuários, postar comentários nas publicações, realizar jogos, enquetes, criar gifs, procurar novas pessoas e observar as ações dos “convitados”, desse modo, torna-se uma ferramenta relevante para a popularização de informações. Dentro do escopo do *Instagram*, é preciso destacar que existem alguns elementos primordiais para a construção e sucesso do perfil acadêmico. De forma resumida, são eles: estética (descrição do perfil, layout e página); conteúdo (temas que serão trabalhados e periodicidade); formatos (usabilidade da plataforma); interação (trocas entre professor e audiência); e colaboração (conversação e interação entre todos). É interessante que o professor disponha de tempo livre para dedicar-se a construção de um ambiente de trabalho agradável e atrativo em seu perfil social educativo. O tipo de linguagem é outro ponto a ser analisado com cuidado a fim de adaptar sua linguagem ao lugar de fala cibernético. Propor ferramentas para engajamento dos alunos e sua interatividade nas aulas é de extrema importância para a construção de uma relação mais

próxima com o docente, assim como auxilia na fixação do conteúdo programático. Isso garante uma maior afinidade e segurança para sanar eventuais dúvidas, propor atividades e leituras.

Contudo, é necessário ressignificar o espaço escolar, a fim de promover novo entendimento sobre sua concepção e utilização do espaço físico das instituições. Com a pandemia do novo coronavírus, o papel do professor na formação de sujeitos autônomos se tornou ainda mais significativo e necessário, exigindo das instituições escolares um diálogo amplo com a comunidade e o uso de um repertório tecnológico diferente do usual, capaz de dar sentido e estimular os educandos durante e após o período de isolamento social (LÉVY, 2017). Questões sobre o que é importante ensinar, a quantidade adequada do tempo de dedicação/concentração dos estudantes ao estudo, acesso a equipamentos digitais com internet, ou a interação professores-alunos, passam a ser pauta cotidiana na discussão pedagógica.

Vale ressaltar que, com o novo modelo tecnológico de aprendizagem, sua não presencialidade traz novos universos de interações entre professor e aluno. Segundo Michael Moore (1993), juntamente com a Educação a Distância, surge a teoria da distância transacional. A teoria afirma que a EaD e os ensinamentos híbridos, não são simples separações geográficas entre alunos e professores, mas sim, um conceito pedagógico. É um conceito que descreve o universo de relações professor-aluno, que acontece quando ambos estão separados no espaço e/ou no tempo. Neste campo relacional, estruturado pelos programas educacionais, natureza e o grau de autonomia do aluno, surge um novo condicionamento a padrões especiais de comportamento entre professores e discentes, pressupondo um espaço psicológico e comunicacional a ser transposto por ambos. Ressignificar este contexto de interações é o grande desafio destes tempos de distanciamento.

1.1 Educação para sexualidade

A sexualidade apresenta-se como parte integrante do desenvolvimento de todos os indivíduos, manifestando-se ao longo de toda a vida e sendo compreendida como um conceito que não se restringe apenas ao ato de concepção, mas que engloba componentes sociais e históricos e se expressa em diversos atos, valores, rituais, comportamentos e representações que expressam prazeres e desejos (Maia & Ribeiro, 2011; Quirino & Rocha, 2012), expressando-se enquanto prática social com caráter histórico que transcende o determinismo biológico (Altmann, 2009; Louro, 2007).

No Brasil, dada a dimensão social desse tema, o conteúdo reproduzido aos jovens brasileiros no que diz respeito à sexualidade varia conforme as crenças de cada época. Embora a escola já tenha sido mobilizada para intervir na saúde, apenas diante de questões como infecções sexualmente transmissíveis (IST), masturbação e prevenção da gravidez ela também se mostra um locus privilegiado para a promoção de Educação Sexual emancipatória a fim de contemplar não apenas a diversidade sexual como também

os componentes históricos e sociais da sexualidade (Altmann, 2013; Maia, Eidt, Terra, & Maia, 2012). Embora atualmente não exista uma legislação específica que regule a realização de Educação Sexual nas escolas, existem documentos oficiais que legitimam sua prática; no Brasil, dois documentos legais são importantes para embasar a defesa da Educação Sexual nas escolas: os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e o Programa de Saúde na Escola (PSE) (Gesser, Oltramari, Cord, & Nuernberg, 2012). Além desses, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2014) defende internacionalmente a necessidade de haver Educação Sexual e isso acontece como lei em muitos países europeus.

Autores ressaltam que é responsabilidade do professor promover com seus alunos discussões a partir de uma perspectiva pluralista e democrática e devem dominar, além do conteúdo específico da sua disciplina, assuntos das diferentes áreas do conhecimento, inclusive a sexualidade, que é parte integral do ser humano (Altmann, 2013; Brasil, 1997; Gesser et al., 2012; Madureira & Branco, 2015; Maia & Ribeiro, 2011; Quirino & Rocha, 2012; Rufino, Pires, Oliveira, Souza, & Souza, 2013). Gonçalves, Faleiro e Malafaia (2013) também defendem a necessidade de promover a Educação Sexual emancipatória na escola e na academia, argumentando que a abordagem de Educação Sexual possibilita a promoção de um contexto que permite reflexão sobre atitudes positivas e negativas no exercício da sexualidade, possibilitando a criação de autoconsciência sobre o tema e fazendo com que os jovens possam refletir sobre suas práticas e história dos movimentos representativos (Queer, feminista, entre outros).

No entanto, alguns estudos vêm apontando que muitos professores encontram dificuldades para trabalhar temas relativos à Educação Sexual em suas aulas (Gesser, Oltramari, & Panisson, 2015; Maia & Vilaça, 2017; Rufino et al., 2013). Algumas das dificuldades apontadas consistem em: insegurança por parte dos professores para promover discussões sobre o tema; falta de formação sobre o assunto; falta de material didático-pedagógico; impasses na discussão da sexualidade como um tema transversal; reprodução da repressão proveniente da história de vida do professor; a concepção de que os conteúdos sobre sexualidade devem ser trabalhados somente numa perspectiva biológica; a ideia de que são os pais os únicos responsáveis pela Educação Sexual das crianças, entre outras (Gonçalves et al., 2013; Maia & Vilaça, 2017; Quirino & Rocha, 2012; Rufino et al., 2013). Diante dessas dificuldades, alguns professores apenas silenciam-se ou, quando buscam falar sobre sexualidade, acabam tratando-a a partir de premissas repressivas da expressão da sexualidade (Figueiró, 2006; Madureira & Branco, 2015). Em muitos casos, ressaltam-se apenas os riscos do sexo na adolescência, numa perspectiva mais voltada à reprodução de uma concepção essencialista e biológica de sexualidade e pobre nas questões da afetividade (Gesser et al., 2015; Madureira & Branco, 2015). Nesse contexto, a escola corre o risco de se fechar aos debates sobre os direitos sexuais dos jovens enfatizando a saúde, promovendo um contexto de vulnerabilidades que pode gerar

adoecimento e sofrimento nos alunos (Gesser et al., 2012).

Capacitar professores sobre assuntos envolvendo temáticas de Educação Sexual, ou de formação continuada – por meio de oficinas, capacitações, aprimoramentos, cursos de pós-graduação, etc. –, bem como a realização de parcerias das escolas com outras instituições (tais como universidades), faz-se de extrema importância para a formação docente. Uma proposta de Educação Sexual integral não deve se limitar às questões biológicas, mas sim considerar os fatores sociais e históricos que constroem a sexualidade que vivemos. O conhecimento sobre o corpo humano, práticas sexuais, reprodução etc. é fundamental, mas somado a ela é preciso refletir sobre a construção cultural, histórica e social dos valores e representações associadas.

Dentro das propostas acadêmicas, a Educação para Sexualidade abrange diversas áreas e pode ser ministrada, principalmente, dentro do contexto psicossocial, psicanalítico, antropológico, sociológico, biológico, cultural, histórico e socioeconômico. Alinhado com o conhecimento ministrado por essas competências citadas, juntamente com a adesão da ferramenta digital Instagram, o compartilhamento das informações sobre sexualidade e gênero alcançam dimensões mais abrangentes, chegando para os jovens e adultos com muita qualidade e responsabilidade em seu embasamento científico. O intuito da página é gerar discussões e propor um novo olhar para os assuntos envolvendo a temática da sexualidade em vários campos do conhecimento.

1.2 Educação remota

No começo do ano, fomos surpreendidos pela pandemia do novo coronavírus em todo o mundo, mudando toda a dinâmica relacional e exigindo rápidas modificações comportamentais e sociais em todas as culturas. O distanciamento social intensificou as questões envolvendo desigualdades socioeconômicas, culturais, de gênero e raciais globalmente difundidas. Enquanto os mais bem remunerados regozijavam de seus privilégios no conforto de suas casas, outros brasileiros, sem essa mesma vantagem, precisavam e precisam trabalhar para os diferentes setores da indústria capitalista, arriscando suas vidas e de seus familiares. Com as escolas e universidades fechadas por conta da pandemia e do distanciamento, a tecnologia passou a configurar um espaço cativo na vida de estudantes e professores. O *tele-learning*² foi colocado em destaque e o uso das plataformas digitais passou a integrar o contexto do “novo normal” que segue sendo redesenhado nas escolas e universidades.

É preciso destacar os danos à saúde mental e física dos jovens e professores nesses tempos pandêmicos, juntamente com o desenvolvimento intelectual das crianças e jovens. Aqui, comprova-se que as crianças, principalmente, dependem do apoio e da mediação didático-pedagógica de terceiros para efetivarem significativamente suas aprendizagens e para, autonomamente, a partir das diferentes fontes de informação,

² Termo em inglês usado para referir-se a tele-aprendizagem.

extraírem conhecimentos, analisá-los através de processo crítico, processá-los e aplicá-los em suas experiências e práticas cotidianas. Conforme Ortega e Rocha (2020) destacam, na concepção vigotskiana de mediação simbólica e de zonas de desenvolvimento, o termo “mediação” refere-se aos sistemas de signos e ao papel que eles desempenham nas relações do homem em seu contexto social e cultural. Sob esse contexto, tornou-se óbvio o imprescindível papel mediador do professor, a importância da educação e a função da escola na formação das crianças e dos adolescentes. Não resta dúvida que o ambiente escolar compreende espaços de aprendizagens essenciais para a performance dos estudantes e futuros profissionais.

Contudo, é necessário ressignificar o espaço escolar, a fim de promover novo entendimento sobre sua concepção e utilização do espaço físico das instituições. Com a pandemia do novo coronavírus, o papel do professor na formação de sujeitos autônomos se tornou ainda mais significativo e necessário, exigindo das instituições escolares um diálogo amplo com a comunidade e o uso de um repertório tecnológico diferente do usual, capaz de dar sentido e estimular os educandos durante e após esse período de isolamento social (LÉVY, 2017). Questões sobre o que é importante ensinar, a quantidade adequada do tempo de dedicação/concentração dos estudantes ao estudo, acesso a equipamentos digitais com internet, ou a interação professores-alunos, passam a ser pauta cotidiana na discussão pedagógica.

Vale ressaltar que, com o novo modelo tecnológico de aprendizagem, sua não presencialidade traz novos universos de interações entre professor e aluno. Segundo Michael Moore (1993), juntamente com a Educação a Distância, surge a teoria da distância transacional. A teoria afirma que a EaD e os ensinamentos híbridos, não são simples separações geográficas entre alunos e professores, mas sim, um conceito pedagógico. É um conceito que descreve o universo de relações professor-aluno, que acontece quando ambos estão separados no espaço e/ou no tempo. Neste campo relacional, estruturado pelos programas educacionais, natureza e o grau de autonomia do aluno, surge um novo condicionamento a padrões especiais de comportamento entre professores e discentes, pressupondo um espaço psicológico e comunicacional a ser transposto por ambos. Resignificar este contexto de interações é o grande desafio destes tempos de distanciamento.

O distanciamento social evidenciou a necessidade natural do homem de interagir e se comunicar, legitimou que o conhecimento é um processo de construção coletiva e que o mundo real, objetivo e subjetivo, é mediador da relação professor-aluno. É por meio dessa interação que a realidade transforma seu modo de pensar, agir e refletir (ORTEGA; ROCHA, 2020).

2 | OBJETIVOS GERAIS

Este projeto tem por objetivo, propor o ensino pedagógico acadêmico em Educação

para Sexualidade, através de ferramenta tecnológica (*Instagram*), propondo um novo olhar sobre a temática em tempos de novas práticas pedagógicas e de intensa digitalização e migração para o ensino remoto. O trabalho tem por sua vez, desmistificar assuntos que ainda são vistos como tabu e que possuem espaços de naturalidade exímia em nossas vivências e práticas.

3 | METODOLOGIA PROPOSTA

Utilizou-se da criação do aplicativo relacional *Instagram* para a divulgação de conteúdos voltados a temáticas acadêmicas da Educação para Sexualidade, gênero e cibercultura. O link da página encontra-se em: <https://www.instagram.com/erosexuacao/>. O nome Erox foi uma homenagem ao deus greco-romano Cupido, filho da deusa Vênus com o deus Marte. Pela mitologia, Cupido encarnava a paixão e o amor em todas as suas manifestações. O trabalho está em desenvolvimento, sem maiores definições metodológicas posteriores.

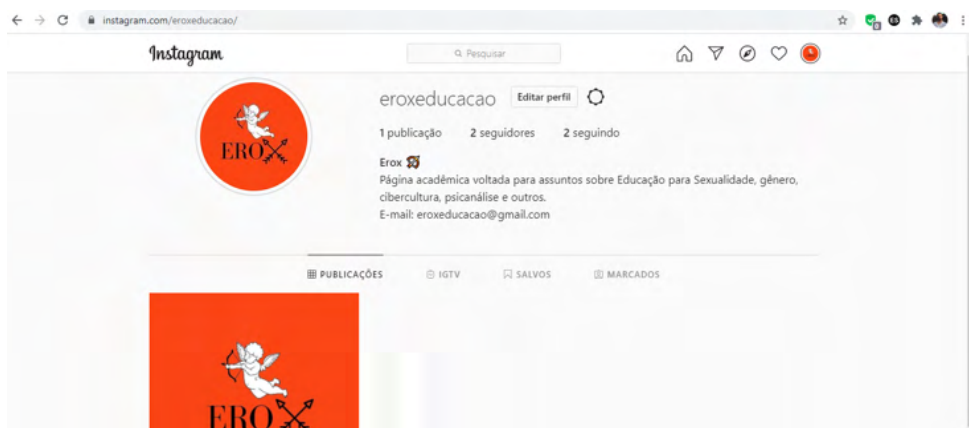


Figura 1. Foto da página educacional criada no Instagram.

Fonte: Instagram, 2020.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Instagram* consolida-se como uma das mídias digitais mais utilizadas pelo jovem brasileiro e faz parte do seu cotidiano. Desse modo, quando o professor utiliza deste ambiente convergindo com o comportamento do aluno, ele consegue criar uma conexão emocional, digital e, inclusive, corroborando para o desenvolvimento cognitivo do alunado. A pesquisa encontra-se em andamento, com resultados prévios e em construção, sem maiores análises e conclusões posteriores. O distanciamento social evidenciou a necessidade natural do homem de interagir e se comunicar, legitimou que o conhecimento

é um processo de construção coletiva e que o mundo real, objetivo e subjetivo, é mediador da relação professor-aluno. É por meio dessa interação que a realidade transforma seu modo de pensar, agir e refletir e que assim, novas propostas educacionais vão surgindo e inovando o modo de ensinar nos tempos digitais. (ORTEGA; ROCHA, 2020).

REFERÊNCIAS

ALTMANN, H. (2009). **Educação sexual em uma escola: da reprodução à prevenção**. Cadernos de Pesquisa, 39(136), 175–200. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742009000100009>.

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda. **História da Educação e da Pedagogia: geral e do Brasil**. 3. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2006.

BELL, M. A. **Picture this! Using Instagram with students**. Internet@ Schools, v. 20, n. 4, p. 23-25. 2013.

BOTTENTUITJUNIOR, João Batista. **Análise da qualidade e usabilidade dos sites e Portais das instituições de ensino superior da cidade de São Luís – MA**. Hiper Textos Revista Digital, 2010.

BRASIL. (1997). **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação e Cultura.

COELHO, Fernando; BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. **O Youtube como instrumento de estímulo ao processo de aprendizagem nas universidades**. Revista Intersaberes, Uninter, v. 14, n. 31, 2019.

CORRÊIA, Maíra Baumgarten. Tecnologia. In: CATTANI, Antônio D. (org.). **Trabalho e tecnologia: dicionário crítico**. Petrópolis (RJ): Vozes: Editora da Universidade/UFRS, 1999.

DUARTE, N. **Vigotski e o “aprender a aprender”: crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana**. 2. ed. rev. e ampl. Campinas (SP): Autores Associados, 2001.

D'ANGELO, Pedro. **Pesquisa sobre Instagram 2019: dados exclusivos sobre o Instagram no Brasil**. Opinion box, Minas Gerais, 2019. Disponível em: <https://blog.opinionbox.com/pesquisa-sobre-Instagram-2019/>. Acesso em: 21 fev. 2020.

FERREIRA, G.; BOHADANA, E. **Possibilidades e desafios do uso do Facebook na educação três eixos temáticos**. In: PORTO, C.; SANTOS, E. Facebook e Educação: publicar, curtir e compartilhar. Campina Grande: EDUEPB, 2014. p.255-274.

GESSER, M., Oltramari, L. C., Cord, D., & Nuernberg, A. H. (2012). **Psicologia escolar e formação continuada de professores em gênero e sexualidade**. Psicologia Escolar e Educacional, 16(2), 229–236. <https://doi.org/10.1590/S1413-85572012000200005>.

GONÇALVES, R. C., Faleiro, J. H., & Malafaia, G. (2013). **Educação Sexual no Contexto Familiar e Escolar: Impasses e Desafios**. Holos, 5, 251. <https://doi.org/10.15628/holos.2013.784>.

LÉVY, P. **O inexistente impacto da tecnologia: uso intensivo da técnica é característica fundamental da humanidade**. Tradução de José Marcos Macedo. Folha Uol. São Paulo. 17 de agosto de 1997. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/mais/fs170803.htm> Acesso em: 8 jun. 2020.

LOURO, G. L. (2007). **Gênero, sexualidade e educação: das afinidades políticas às tensões teórico-metodológicas**. Educação Em Revista, (46), 201–218. <https://doi.org/10.1590/S0102-46982007000200008>.

MADUREIRA, A. F. A., & Branco, Â. U. (2015). **Gênero, sexualidade e diversidade na escola a partir da perspectiva de professores/as**. Temas Em Psicologia, 23(3), 577–591. <https://doi.org/10.9788/TP2015.3-05>.

MAIA, A. C. B., & Vilaça, T. (2017). **Concepções de professores sobre a sexualidade de alunos e a sua formação em educação inclusiva**. Revista Educação Especial, 30(59), 669. <https://doi.org/10.5902/1984686X28087>.

MOORE, M. **Theory of transactional distance**. In Keegan, D. (1993) (Ed). Theoretical Principles of Distance Education, pp. 22-38, London: Routledge.

OLIVEIRA, J. L.; SOUZA, R.; GEYER, C. F. R.; COSTA, C. A.; BARBOSA, J. L. V.; PERNAS, A.; YAMIN, A. C. **A Middleware Architecture for Dynamic Adaptation in Ubiquitous Computing**. Journal of Universal Computer Science. v. 20, n.9, 2014. p. 1327-1351.

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (2014). **Orientações técnicas de educação em sexualidade para o cenário brasileiro: tópicos e objetivos de aprendizagem**. Brasília: UNESCO.

ORTEGA, L. M. R; ROCHA, V. F. **O dia depois de amanhã – na realidade e nas mentes - O que esperar da escola pós-pandemia?** Pedagogia em Ação, Belo Horizonte, v.13, n. 1 (1 sem. 2020) – ISSN 2175-7003.

QUIRINO, G. da S., & Rocha, J. B. T. da. (2012). **Sexualidade e educação sexual na percepção docente**. Educar Em Revista, (43), 205–224. <https://doi.org/10.1590/S0104-40602012000100014>.

RUFINO, C. B., Pires, L. M., Oliveira, P. C., Souza, S. M. B., & Souza, M. M. de. (2013). **Educação sexual na prática pedagógica de professores da rede básica de ensino**. Revista Eletrônica de Enfermagem, 15(4). <https://doi.org/10.5216/ree.v15i4.19941>.

SANTAELLA, Lúcia. **A aprendizagem ubíqua substitui a educação formal**. Revista de Computação e Tecnologia da PUCSP, Departamento de Computação/FCET/PUCSP, v. 2, n. 1, 2010.

SANTAELLA, Lucia. **Culturas e artes do pós-humano: da cultura das mídias à cibercultura**. São Paulo: Paulus, 2003.

UNESCO. **Padrões de Competência em TIC para Professores**. 2009.

VYGOTSKY, L. S. **Obras escogidas III**. Tradução de L. Kuper. Madrid: Visor Distribuciones. 1930.

CLUBES DE ROBÓTICA E AUTOMAÇÃO: UMA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Data de aceite: 01/12/2021

Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Unicentro, Campus Irati, Departamento de
Matemática
Irati – Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-3557-0463>

RESUMO: O presente artigo propõe a implementação de clubes de robótica e automação, na forma de ação extensionista em estabelecimentos de ensino, como modalidade de produto educacional. A proposta teve origem numa pesquisa de doutorado, relatada em Ribeiro dos Santos (2018). A ação extensionista tem como base a orientação dos participantes para a construção e programação de dispositivos robóticos ou similares. Um dos objetivos é proporcionar aos estudantes das escolas o desenvolvimento de habilidades relacionadas à concepção, construção e utilização de projetos de dispositivos eletrônicos, em especial os relacionados à robótica educacional. O citado produto educacional foi validado por meio de implementação em instituições de educação básica. Os resultados apontam para a viabilidade pedagógica, embora dependa de recursos financeiros para sua implementação.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino; tecnologias digitais; clubes de robótica; Arduino.

ROBOTICS AND AUTOMATION CLUBS: A PROPOSAL FOR IMPLEMENTATION IN TEACHING INSTITUTIONS

ABSTRACT: This article proposes the implementation of robotics and automation clubs, in the form of extension action in educational establishments, as an educational product modality. The proposal originated in a doctoral research, reported in Ribeiro dos Santos (2018). The extension action is based on the orientation of the participants for the construction and programming of robotic devices or similar. One of the goals is to provide school students with the development of skills related to the design, construction and use of electronic device projects, especially those related to educational robotics. The aforementioned educational product was validated through implementation in basic education institutions. The results point to the pedagogical feasibility, although it depends on financial resources for its implementation.

KEYWORDS: Teaching; digital technologies; robotics clubs; Arduino.

1 | INTRODUÇÃO

A presente proposta de implementação teve origem numa pesquisa de doutorado, relatada em Ribeiro dos Santos (2018). Além da produção do relatório final da pesquisa em forma de tese, o trabalho previa também a proposição de um Produto Educacional, proposto na forma de um projeto de extensão, cujas atividades foram desenvolvidas em escolas de educação

básica. Essa é a instância de atuação dos sujeitos pesquisados pelo citado autor.

Sendo assim, Ribeiro dos Santos (2018) propõe a implementação dos Clubes de Robótica e Automação em instituições públicas de educação básica. A ação extensionista é, portanto, considerada como produto educacional, cuja estrutura pode ser adaptada e utilizada como proposta de ação educacional em instituições de ensino de diversos níveis.

Durante a atuação nos Clubes de Robótica e Automação, conduzidos nos estabelecimentos de ensino, os sujeitos da pesquisa observaram a ação dos alunos de educação básica. A partir disso, desenvolveram reflexões sobre o potencial dos recursos de programação e robótica no processo de resolução de problemas advindos das situações propostas. Tais situações envolvem a mobilização de saberes de diversas áreas, como matemática, física, programação, lógica, entre outras. Enfatiza-se, assim, a característica interdisciplinar da proposta, o que pode credenciá-la como alternativa para estratégias de educação por projetos, por exemplo.

A seguir, o citado produto é descrito com maior detalhamento.

2 | IMPLEMENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

2.1 Sobre a proposta de um produto educacional

A partir da necessidade de se conceber um produto educacional vinculado à pesquisa relatada por Ribeiro dos Santos (2018), propõe-se a implementação de **atividades de extensão para a constituição de comunidades de desenvolvimento de projetos de programação e robótica** ou “**clubes de robótica e automação**”. A proposta inicial era desenvolver essas ações em escolas de educação básica (ensino fundamental e médio). No entanto, é possível estender essa possibilidade para outras instâncias educativas, escolares ou não.

A ação extensionista tem como base a orientação dos participantes para a construção e programação de dispositivos robóticos ou similares, incluindo projetos de automação. Tais dispositivos podem ser utilizados no contexto da educação básica como ferramentas auxiliares no processo de aprendizagem de conceitos matemáticos ou de outras áreas de conhecimento.

Essa ação tem como visão subsidiar a formação desses “clubes de robótica e automação”. Com isso, entende-se que o contato dos estudantes com a tecnologia pode se dar de forma mais significativa do que simplesmente colocá-los como usuários passivos dos artefatos tecnológicos.

Num primeiro momento, os “clubes de robótica e automação” têm como finalidade o desenvolvimento de projetos de baixo custo, relacionados à utilização das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no ambiente escolar. Ao longo do tempo, o objetivo é fomentar a exploração e criação de dispositivos de automação e robótica.

Com isso, busca-se enriquecer a experiência dos estudantes e permitir-lhes desenvolver protagonismo no processo de produção de conhecimento em sua escola.

O propósito inicial da pesquisa realizada por Ribeiro dos Santos (2018) foi abordar a construção de dispositivos programáveis baseados na placa *Arduino* (2021) para serem utilizados no ambiente escolar como recursos auxiliares do processo de aprendizagem de conceitos matemáticos. Para execução do citado projeto, são necessários recursos financeiros para a aquisição dos citados dispositivos. Tais recursos devem ser obtidos por meio de parcerias e de editais de órgãos de fomento.

O dispositivo citado acima é modular, de código aberto, concebido sob licença *Creative Commons*¹, o que permite a sua utilização sem problemas com patentes ou licenças pagas. Também permite infinitas possibilidades de configuração, incluindo a automação de residências, construção de sensores e atuadores em pequenas aplicações industriais, controle de dispositivos eletrônicos e, o foco deste trabalho, a construção de dispositivos robóticos.

Como se trata de uma plataforma de código aberto, permite modificações em seu projeto, inclusive a construção de dispositivos de autoria própria, desde que seja citada a instituição criadora do artefato. Isso abre uma gama de possibilidades educativas, pois permite que o estudante conceba, projete e construa dispositivos para usos específicos, como o que se propõe neste estudo: um artefato robótico que possa ser utilizado para a aprendizagem de conceitos matemáticos, em especial, relacionados à geometria analítica e à álgebra elementar. Mais detalhes sobre o dispositivo são fornecidos na página mantida pela entidade na Internet (ARDUINO, 2021). Nessa página existe, inclusive, uma interface *online* de programação, prescindindo de qualquer instalação de aplicativo no computador. Além disso, o Arduino pode ser programado por interfaces de programação em blocos, como a que é disponibilizada por MakeBlock (2021b).

Diante do exposto, os objetivos do produto, delineados no item 4.2, expressam a intenção de introduzir nos meios escolares um aspecto inovador e de incentivo à autonomia. Com tal propósito, a implementação do projeto visa contribuir para que a escola se torne uma instância de produção de conhecimentos. Dessa forma, oportuniza-se aos alunos uma diversidade de experiências formativas, que extrapolem a mera exposição de conteúdos, num movimento de interação entre teoria e prática que pode ser um diferencial educativo.

O processo de validação do produto passou por sua aplicação no contexto educacional mencionado, por meio da atuação dos próprios sujeitos da pesquisa conduzida por Ribeiro dos Santos (2018). O produto também foi submetido à apreciação da comunidade acadêmica, pois foi objeto de avaliação pelos conselhos departamental e setorial da universidade à qual foi submetido (UNICENTRO, 2016). Também foi objeto de

¹ Organização não governamental sem fins lucrativos, voltada a expandir a quantidade de obras criativas disponíveis, através de suas licenças que permitem a cópia e compartilhamento com menos restrições que o tradicional. Mais informações em <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/br/>.

publicação em periódico indexado (RIBEIRO DOS SANTOS et al., 2018a).

De forma extensiva, entende-se que o produto “clubes de robótica e automação”, na forma de projeto de extensão, tem um grande potencial de implementação em contextos escolares e não escolares, como associações, instituições assistenciais e de educação complementar. Figura também como alternativa interessante de atividade extracurricular, numa perspectiva de implantação do ensino em tempo integral.

2.2 Objetivos do produto

Como já foi estabelecido na introdução, o Produto Educacional vinculado a este estudo tem os seguintes objetivos:

- Instrumentalizar potenciais desenvolvedores de projetos de automação e robótica em escolas de educação básica através da cultura do pensamento computacional.
- Oportunizar aos estudantes das escolas o desenvolvimento de habilidades relacionadas à concepção, construção e utilização de projetos de dispositivos eletrônicos, em especial os relacionados à robótica educacional.
- Proporcionar aos professores da educação básica um recurso alternativo para potencializar a aprendizagem de saberes escolares, no caso específico do presente projeto, conceitos matemáticos.
- Proporcionar aos estudantes de graduação em licenciatura em matemática uma oportunidade de experimentar metodologias alternativas de ensino, baseadas na proposição de desafios relacionados à programação do dispositivo robótico.

2.3 Operacionalização do produto

Para operacionalizar o produto e, com isso, validar a sua utilidade pedagógica, são sugeridas as seguintes ações:

- a) Estabelecimento de contatos preliminares com instituições de educação básica para verificar o interesse em participar do projeto. Para isso, é de fundamental importância a participação de professores dessas instituições, principalmente porque eles são os elos entre a Universidade e as escolas.
- b) Celebração de convênios ou parcerias para formalizar o projeto, de modo a garantir a sua institucionalização e sua continuidade.
- c) Elaborar e formalizar um projeto de extensão ou similar, com cronograma previsto para, no mínimo, um ano de duração. Esse documento deve conter o descritivo de todas as ações que devem ser desenvolvidas.
- d) Acompanhamento das ações desenvolvidas e fomentadas, mesmo após o término do cronograma do projeto de extensão.

2.4 Resultados da implementação do produto

O projeto de extensão “Clubes de Robótica e Automação em Instituições Públicas de Educação Básica” foi implementado em três estabelecimentos de educação básica, sendo dois colégios e uma escola de ensino fundamental, logo no primeiro ano de trabalho, ou seja, 2017. Nesse mesmo ano, foi implementado um clube de robótica no âmbito do próprio departamento de matemática, ao qual o projeto de extensão foi proposto, congregando estudantes de licenciatura interessados em desenvolver atividades relacionadas ao uso da programação e da robótica no ensino de conceitos matemáticos.

Mais tarde, no ano de 2018, foram realizadas oficinas em um quarto estabelecimento de ensino fundamental, em parceria com os professores de matemática, arte e linguagem. Essa atividade foi concluída no mesmo ano. Os resultados foram objeto de apreciação pelas instâncias deliberativas que aprovaram o projeto de extensão.

Ao longo do primeiro ano de implementação do projeto, foram desenvolvidas oficinas de robótica nos estabelecimentos de ensino. Foram também ministrados minicursos em eventos, no sentido de angariar contribuições e adesões ao projeto, o qual tem potencial para ser replicado em outras instituições de ensino superior. As ações do projeto foram apresentadas em evento de extensão, de abrangência regional (RIBEIRO DOS SANTOS et al., 2018b).

Em cada estabelecimento foram formados clubes de robótica e automação, congregando de cinco a dez estudantes em cada um deles. Durante as atividades dos clubes, foram abordadas questões relacionadas ao funcionamento dos dispositivos, a partir da interação dos membros dos clubes com os dispositivos robóticos da MakeBlock (2021a). Como a base de funcionamento é a placa de desenvolvimento Arduino (2021), os dispositivos são similares aos de código aberto, condição considerada fundamental para a escolha dos recursos.

As atividades tiveram por base a estratégia da engenharia didática (ARTIGUE, 1996). Mais especificamente, foram apresentados os dispositivos para os membros, abordadas questões sobre seu funcionamento e, em seguida, foram propostos problemas simples para que os participantes pudessem interagir com os dispositivos. Com isso, foi possível realizar análises preliminares a respeito da concepção expressa pelos participantes, os conhecimentos mobilizados para executar as ações solicitadas, além de permitir a manipulação do recurso sem qualquer receio. De acordo com Almouloud e Coutinho (2008),

A primeira fase é aquela na qual se realizam as análises preliminares, que pode comportar as seguintes vertentes: epistemológica dos conteúdos visados pelo ensino; do ensino usual e seus efeitos; das concepções dos alunos, das dificuldades e dos obstáculos que marcam sua evolução; das condições e fatores de que depende a construção didática efetiva; a consideração dos objetivos específicos da pesquisa; o estudo da transposição didática do saber considerando o sistema educativo no qual insere-se o trabalho (ALMOULOU; COUTINHO, 2008, p.66).

No caso específico das atividades dos clubes, o processo focou as concepções dos alunos, as dificuldades manifestadas tanto em relação à manipulação dos dispositivos, quanto a questões referentes ao próprio conteúdo curricular abordado.

Na sequência, foram propostas atividades relacionadas a conhecimentos de geometria, envolvendo também álgebra elementar. Uma das propostas foi estabelecer uma trajetória no formato de um quadrado, associando-a ao conceito de perímetro de figuras geométricas. Tal atividade pode ser considerada como parte das análises a priori, pois foi solicitado aos participantes que esboçassem sua solução antes de implementá-la no dispositivo robótico. Assim, eles exercitaram o planejamento da ação, por meio do qual definiram quais instruções deveriam implementar no dispositivo, tudo isso de forma a exercitar a autonomia e a independência. “As ações do aluno são vistas no funcionamento quase isolado do professor, que, sendo o mediador no processo, organiza a situação de aprendizagem de forma a tornar o aluno responsável por sua aprendizagem” (ALMOULOU; COUTINHO, 2008, p.67).

Em seguida, foram realizadas as experiências. Como o propósito era programar o traçado de um quadrado, os participantes se depararam com o problema da definição do ângulo reto, pois o dispositivo não possui sistema de orientação angular, o que requer do programador a definição manual do ângulo de rotação. Com isso, os participantes perceberam que deveriam trabalhar com apenas dois parâmetros, a velocidade de rotação das rodas e o tempo de duração de cada ação. Perceberam também que deveriam determinar, com esses dois parâmetros, o traçado de arcos de circunferência correspondentes a uma rotação de 90 graus. Após várias tentativas, permeadas por discussões com os colegas de equipe, a maior parte dos participantes conseguiu êxito no traçado.

A fase da experiência “é o momento de se colocar em funcionamento todo o dispositivo construído, corrigindo-o se necessário” (ALMOULOU; COUTINHO, 2008, p.67). Essa ação de corrigir o que for necessário implica num retorno à fase anterior, a análise a priori, num movimento constante caracterizado pela prática de testagem e depuração.

A partir dos resultados obtidos nas experiências, foram realizadas discussões a respeito desses resultados, possibilitando conduzir uma análise a posteriori, fase final da engenharia didática. Nessas análises foi possível constatar que, mesmo sem a menção direta de que foi necessária a aplicação de conceitos de geometria e álgebra elementar, os participantes perceberam tal aplicação. Isso pode ser evidenciado pelas representações construídas pelos sujeitos pesquisados, no caso, os respondentes da pesquisa. Tais representações, manifestadas nas entrevistas e analisadas ao longo do processo de análise textual discursiva, foram construídas durante a implementação do produto no contexto dos clubes de robótica, não sendo, portanto, representações aleatórias.

Diante dos resultados expostos, advoga-se a proficuidade do projeto ora descrito como recurso complementar de aprendizagem. Entende-se que há determinados aspectos relacionados ao conhecimento técnico e ao custo dos dispositivos. Contudo, a proposta dos

clubes de robótica prevê sua sustentabilidade financeira, a partir de ações de arrecadação conduzidas pelos próprios membros. Dessa forma, sua implementação se viabiliza.

REFERÊNCIAS

ALMOULOU, S.; COUTINHO, C. Q. S. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd. **REVEMAT** - Revista Eletrônica de Educação Matemática. Florianópolis, v.3, n.6, p.62-77, UFSC: 2008.

ALMOULOU, S.; SILVA, M. J. F. Engenharia didática: evolução e diversidade. **REVEMAT**: Revista Eletrônica de Educação Matemática. Florianópolis, v.7, n.2, p.22-52, 2012.

ARDUINO, site Arduino. <http://www.arduino.cc>, acesso em 27/10/2021.

ARTIGUE, M. Engenharia didática. In: BRUN, J. **Didáctica das matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996, p.193-217.

MAKEBLOCK. Site da internet. Disponível em <https://www.makeblock.com/>, acesso em 27/10/2021a.

MAKEBLOCK. Interface de programação. Disponível em <https://ide.mblock.cc/>, acesso em 27/10/2021b.

RIBEIRO DOS SANTOS, Clodogil Fabiano. **A robótica educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas**. 2018. __f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

RIBEIRO DOS SANTOS, C. F.; MACIEL PINHEIRO, N. A., CIAPPINA, J. R. Clubes de Robótica e Automação: uma proposta de trabalho interdisciplinar relacionado ao letramento digital e ao pensamento computacional. **Revista Tecnologias na Educação**, Ano 10, n/v.25, Julho 2018a. Disponível em <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/07/Rel6-vol25-Julho2018.pdf>, acesso em 23/10/2018.

RIBEIRO DOS SANTOS, C. F.; MACIEL PINHEIRO, N. A., CIAPPINA, J. R. Clubes de robótica e automação em instituições públicas de educação básica: mostra interativa. SEMINÁRIO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA REGIÃO SUL, SEURS, 36. **Anais...** Porto Alegre (RS), 27 a 31 de agosto de 2018b. Disponível em <https://www.ufrgs.br/seurs36/evento/>, acesso em 23/10/2018.

UNICENTRO (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE). Setor de Ciências Agrárias e Ambientais. **Resolução nº 048-CONSET/SEAA/UNICENTRO**: Aprova o projeto de extensão Clubes de Robótica e Automação em Instituições Públicas de Educação Básica, na modalidade de Ação Extensionista, na categoria de Projeto de Extensão, de 29 de setembro de 2016. Disponível em <https://sgu.unicentro.br/pcatooficiais/imprimir/DB8A37BC>, acesso em 23/10/2018.

CAPÍTULO 8

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

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 28/05/2021

Caroline Bernardo Silva

Universidade Federal de Santa Catarina - EGC
Florianópolis/SC
<http://lattes.cnpq.br/9141090330549606>

Eduardo Schmidt Longo

Universidade do Estado de Santa Catarina -
PPGPLAN
Florianópolis/SC
<http://lattes.cnpq.br/4266078676257174>

Everton da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina -
PPGTG
Florianópolis/SC
<http://lattes.cnpq.br/7515400235413198>

RESUMO: O presente artigo aborda a possibilidade da coleta de dados de imóveis pelo Poder Público, através do método de automatização chamado de web crawler. A pesquisa partirá da premissa de que, entre diversas variáveis e dados que podem ser utilizados para as políticas públicas, um deles seriam aqueles que descrevem de alguma forma a espacialização de imóveis em um recorte geográfico. Todavia, a forma tradicional de coletar estes dados seria a mecânica, individualizando cada extração de informação que interessasse. Desta forma, este estudo preceitua o método de raspagem automatizada como uma forma de otimizar tarefas aos planejadores e tomadores de

decisão.

PALAVRAS-CHAVE: Web crawler; LGPD; coleta de dados.

PROPERTY DATA COLLECTION AUTOMATED FOR PUBLIC POLICY PURPOSES

ABSTRACT: This article approach the possibility of collecting real estate data by the Government, through the automation method called a web crawler. The research is based on the premise, among several variables and data that can be used for public policies, one of them would be those that somehow describe the spatialization of properties in a geographic cut. However, the traditional way of collecting this data would be mechanics, individualizing each extraction of information that interested. Thus, this study provides the automated scraping method as a way to optimize tasks for planners and decision makers.

KEYWORDS: Web crawler; LGPD; data collect.

1 | INTRODUÇÃO

Na busca por equidade em políticas públicas é importante o conhecimento do local de interesse em que serão aplicadas, um cadastro territorial provido com informações sobre a distribuição e disponibilidade do solo é essencial para definição dessas políticas públicas (ERBA, PIUMETTO, 2016). Para tal, é fundamental que sejam obtidos dados que auxiliem em análises estratégicas e embasem suas aplicabilidades pelo Poder Público. Todavia, apesar da

abundância de dados disponíveis, é comum se deparar com dificuldades de obtenção e mesmo manutenção desses dados, recorrendo a pesquisas manuais, pontuais e sem retenção dos dados para uso em outros estudos.

Uma linha de política pública, voltada ao planejamento territorial, é a de solo, que necessita de dados com informações sobre o mercado imobiliário - preço dos imóveis, área e outras características que impactem na formação do valor dos imóveis. Neste sentido, esse artigo enfoca-se na importância e legalidade da coleta automatizada de dados imobiliários para realização de políticas públicas voltadas ao solo, como: mais-valias, IPTU progressivo, outorga onerosa e estudos do mercado imobiliário que são geram captação de recursos e auxiliam na capacidade dos municípios de realizar suas atribuições (DE CESARE et al., 2015).

Será abordado na análise o método de coleta utilizando web crawlers e levantadas reflexões sobre sua legitimidade diante a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) no uso pelo Poder Público. De forma que os dados coletados com o uso da ferramenta, sejam armazenados, utilizados, e que seu uso/exposição respeite a anonimização das pessoas relacionadas aos imóveis e eventos de mercado, bem como promova benefícios à gestão pública.

No cenário atual, onde a dinâmica de transformação do solo e da sociedade é cada vez mais intensa e pautada em informações, é vital para administração pública contar com dados que possam embasar suas análises e ações visando o bem estar das pessoas e uma cidade/município sustentável. Para tanto, o Poder Público deve apoiar-se nos instrumentos de política e nas boas práticas de outros entes, que invariavelmente se materializam a partir de informações urbana, a fins de respeitar e aplicar as diretrizes preconizadas pelo Estatuto da Cidade (SAULE JR, N., ROLNIK, R., 2001). Daí a importância de se discutir o tema proposto por este artigo, de modo a possibilitar o aparelhamento metodológico das administrações públicas.

2 | WEB CRAWLERS COMO MÉTODO DE COLETA

Para obter dados de imóveis é comum o pesquisador se utilizar de sites de imobiliárias e agregadores de anúncios, realizando uma coleta manual onde são obtidas as informações de forma direcionada e adicionadas ao banco de dados por digitação. Esse tipo de pesquisa é baseado na coleta das informações que estão disponíveis nos sites, ou seja, dados que já estão abertos pelo administrador. Neste procedimento raramente sobrecarrega-se o serviço de administração web, uma vez que é realizado de forma lenta e espaçada.

Em tese, uma vantagem dos dados coletados manualmente é sua verificação/validação no momento da coleta, facilitando sua adição ao banco de dados devido ao saneamento prévio, o que possibilita o imediato manuseio dos dados e o desenvolvimento

de processamentos e análises.

Todavia, é frequente o banco de dados não receber manutenção e a coleta iniciar do zero sempre que haja demanda por uma pesquisa. Essa prática prejudica estudos que envolvam dados temporais dos imóveis, como: variação dos preços dos imóveis ao longo do tempo, análise do valor do solo após implementação de obras de infraestrutura para futura cobrança de mais-valias e de contribuição de melhoria, por exemplo. A sistematização dessa coleta e a alimentação do banco de dados de forma periódica gera amparos para implementação de políticas públicas e estudos sobre o espaço territorial.

Uma solução para manutenção de dados de imóveis de forma constante e abundante é a coleta automatizada de dados através da utilização de web crawlers, que são programas/software ou scripts que realizam leituras de websites, consumindo seu conteúdo de forma metódica e automatizada (KAUSAR; MCGUFFEE, 2013) e realizando uma coleta de massa de dados.

No geral, os web crawlers envolvem duas técnicas, uma com propósito geral de armazenar websites para indexação, geralmente são *crawlers* mais lentos devido a grande quantidade de processamento, e outra com propósito focado, onde são coletados dados predefinidos (KAUSAR; MCGUFFEE, 2013), sendo esse utilizado com intuito de requisição e armazenamento de dados. Esta última foi a que serviu como eixo para o desenvolvimento do artigo.

Na prática o *web crawler* focado realiza consulta no servidor *web*, requisita os dados, em HTML ou outras formas de composição web, e efetua o *parse* (captura e transformação) para extrair as informações (MITCHELL, 2019). Essa extração gera dados que podem ser armazenados em diversos tipos de arquivos de saída ou exportados diretamente para o banco de dados.

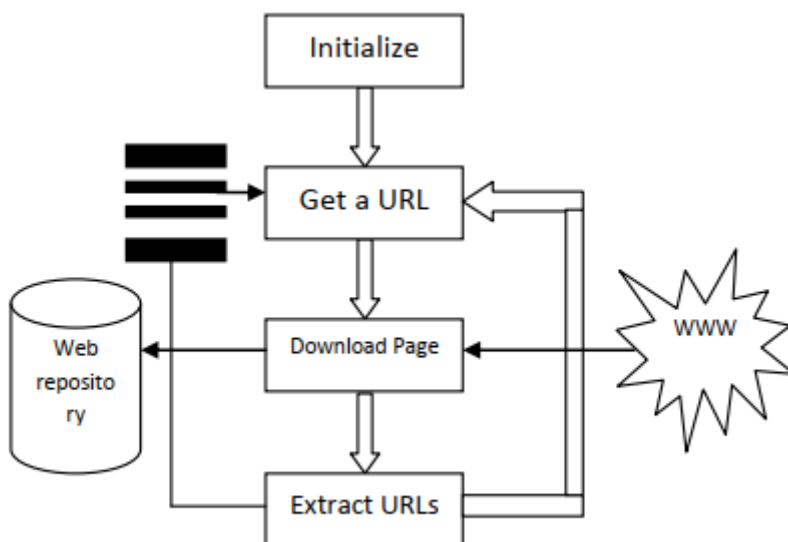


Figura 1- Esquema de funcionamento do web crawler

Fonte: KAUSAR; MCGUFFEE, 2013

3 | PERSPECTIVAS SOBRE O USO DE WEB CRAWLER E A PROTEÇÃO DE DADOS NO BRASIL

A Lei Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018, conhecida como Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), define-se como responsável por trazer ao universo jurídico brasileiro conceitos e premissas sobre tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, conforme preconiza seu artigo 1º. Possui como objetivo a proteção dos direitos fundamentais da liberdade e da privacidade, além do livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural quanto ao que tange a proteção de seus dados.

Desta forma, compreende-se que a LGPD empenha-se especificamente quanto ao tratamento de dados pessoais (SANTOS, 2019), não sobrepondo-se a priori em dados de pessoa jurídica, ou documentos sigilosos/confidenciais, dados de negócios (mercado), algoritmos, fórmulas, softwares, patentes, entre outros documentos ou informações que não sejam relacionadas a pessoa natural identificada ou identificável (MALDONADO, 2019).

De antemão, implica-se na lembrança de que estas informações ou documentos supracitados possuem sua tutela em diversos outros diplomas legais, como na Lei de Dados Abertos, Lei de Propriedade Industrial (Lei 9.279/1996), a Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/1998), a Lei de Software (Lei 9.609/1998), entre diversos outros, cabendo a cada situação e contexto sua sensível análise e remediação. Todavia, se algum dos casos não abarcados explicitamente pela LGPD contenha dados pessoais identificáveis

(personalidade e/ou sujeito) estarão logo protegidos por aquela concomitantemente.

Fator preponderante de preocupação e reflexão crescente nos últimos tempos é a atual capacidade de processamento das máquinas, intensificando a coleta, armazenamento, tratamento e compartilhamento de dados cada vez mais desejados e importantes para incontáveis finalidades. Portanto, a LGPD é um processo de precaução do país quanto a perspectiva jurídica dos dados.

Dentre várias definições que a LGPD traz no bojo de seu artigo 5º, esta pesquisa prende atenção àquelas relacionadas aos conceitos de dado pessoal, tratamento, e anonimização:

I - dado pessoal: informação relacionada a pessoa natural identificada ou identificável;

X - tratamento: toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração;

XI - anonimização: utilização de meios técnicos razoáveis e disponíveis no momento do tratamento, por meio dos quais um dado perde a possibilidade de associação, direta ou indireta, a um indivíduo (BRASIL, 2018);

Tal abordagem com enfoque nestas três expressões se dará a partir do escopo da reflexão levantada, a *coleta de dados imobiliários de forma automatizada para fins de políticas públicas*.

Discorrer sobre coleta de dados e Lei Geral de Proteção de Dados pode se tornar algo amplo e diversificadamente caótico caso não se defina alguns atributos sobre tal atividade, como *tipo de dado, a finalidade da coleta e quem são os agentes envolvidos* - e definir isto pode incorrer como boas práticas da coleta de dados pelo Poder Público, harmonizando e assegurando a atividade de busca pelo dado (com função à sociedade) em relação aos seus controladores e proprietários.

Desta feita, salienta-se que o escopo e objetivo geral da coleta de dados analisada neste momento se dará onde o Poder Público, na atribuição de suas atividades, necessidades e finalidades, carece de dados diversificados que podem transformarem-se em informações de retorno positivo às políticas de solo. De outro lado, reforça-se que neste mesmo momento, há outros agentes de transformação do solo (CORREA, 1993) que podem conter estes dados de interesse ao município, como por exemplo, os agentes imobiliários.

Logo, uma vez que o interesse do Poder Público é coletar apenas os atributos das unidades imobiliárias, no que tange à informações despersonalizadas, ou seja, que não possibilitem qualquer associação entre sujeito e dado, mostra-se útil e imperioso a existência de legitimidade daquela para com o uso de web crawlers - conforme preconiza o próprio art. 5º, incisos I, X, e XI da LGPD.

Outro ponto que merece destaque diz respeito ao Art. 7º, incisos III e IV, com a premissa do respeito ao Princípio da Anonimidade, combinado com parágrafos 3º e 4º:

Art. 7º O tratamento de dados pessoais **somente poderá ser realizado** nas seguintes hipóteses:

III - pela **administração pública**, para o tratamento e uso compartilhado de dados **necessários à execução de políticas públicas previstas em leis** e regulamentos ou respaldadas em contratos, convênios ou instrumentos congêneres, observadas as disposições do Capítulo IV desta Lei;

IV - para a realização de estudos por órgão de pesquisa, garantida, sempre que possível, **a anonimização dos dados pessoais**;

[...] § 3º O tratamento de dados pessoais **cujo acesso é público** deve considerar a finalidade, a boa-fé e o interesse público que **justificaram sua disponibilização**.

§ 4º É dispensada a exigência do consentimento previsto no caput deste artigo **para os dados tornados manifestamente públicos pelo titular, resguardados os direitos do titular** e os princípios previstos nesta Lei. (BRASIL, 2018. Grifo nosso).

Analisando de forma fragmentada cada trecho, pode-se arguir que a administração pública, baseada nos pressupostos das políticas de solo, poderiam ser beneficiados pelo uso dos dados em detrimento dos agentes imobiliários, fazendo jus do art. 7º inciso III como justificativa para requerimento do tratamento.

Na mesma esfera, através de determinado órgão específico para garantia das pesquisas para políticas públicas, e conseqüentemente a necessidade de coleta de dados aproveitáveis, o respeito ao princípio da anonimização dos dados pessoais pela entidade de pesquisa coletadora legítima o uso daqueles.

Ademais, pressupõe-se a partir da própria LGPD que, sendo os dados manifestadamente públicos por vontade e interesse do titular, e sempre resguardados os direitos fundamentais daquele (MENDES, 2014), estando seu acesso público, o Município no uso de suas prerrogativas com finalidade de políticas de interesse público e munido de boa-fé encontraria respaldo também na LGPD para busca e uso de determinados dados imobiliários.

4 | BOAS PRÁTICAS DE USO DE WEB CRAWLER PELO PODER PÚBLICO

Muitos sites tendem a bloquear *bots* para evitar a busca e coleta de suas informações, mas os bots são adaptados conforme surgem as barreiras e utilizam técnicas/scripts para se camuflarem e realizar a obtenção de dados sem serem barrados por esses recursos. Sendo que um dos maiores desafios dos sites para realizar esse bloqueio é a diferenciação entre os bots e humanos realizando coletas e acessos manuais, por isso, uma das técnicas utilizadas é camuflar o bot para simular comportamento humano.

Entre as técnicas estão a utilização de temporizadores para que as requisições

sejam feitas de forma mais espaçada, uso de cabeçalhos com identificação falsa e/ou randomizados a cada raspagem, não requisitar dados em campos ocultos e mudança constante de IP (Internet Protocol).

Apesar das técnicas serem eficientes do ponto de vista da coleta de dados, elas ferem as boas práticas de uso e reforçam o estigma de que web crawlers geram ônus aos sites em que são realizadas as raspagens. Para evitar que o crawler seja banido de uma página e trabalhe, é aconselhado que seja implementado de forma transparente.

Entre as boas práticas, pode-se citar:

a - utilização de um formulário claro, com as informações da origem do web crawler, como o setor do órgão público e e-mail para contato;

b - uso de temporização nas requisições de forma a não sobrecarregar o servidor de administração web;

c - realizar as requisições de preferência em horários não comerciais, ou seja, que possuem baixa demanda pelo usuário; e

d - o conhecimento dos “termos de serviço” do controlador dos dados, buscando perceber se eles proíbem qualquer tipo de extração de dados.

```
scrapy > ouv > settings.py > ...
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 # Scrapy settings for ouv project
4
5 BOT_NAME = 'Identificação do coletor'
6
7 SPIDER_MODULES = ['ouv.spiders']
8 NEWSPIDER_MODULE = 'ouv.spiders'
9
10 # Crawl responsibly by identifying yourself (and your website) on the user-agent
11 USER_AGENT = 'Identificação do usuário'
12
13 # Configure maximum concurrent requests performed by Scrapy (default: 16)
14 CONCURRENT_REQUESTS = 4
15
16 # Configure a delay for requests for the same website (default: 0)
17 # See https://doc.scrapy.org/en/latest/topics/settings.html#download-delay
18 # See also autothrottle settings and docs
19 DOWNLOAD_DELAY = 2
20
```

Figura 2 - Exemplo de requisição do web crawler

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Além disso, deve-se sempre considerar entrar em contato com o administrador do site para informar as suas finalidades e que tipo de dados estão sendo coletados, especialmente na demonstração de não haver possibilidade de desrespeito ao princípio da anonimidade ou qualquer ligação entre pessoa titular do dado e o dado em si, e porventura negociar uma contrapartida em seu uso.

5 | CONCLUSÕES

O presente artigo teve como objeto de análise o método automatizado de coleta de dados baseado em web crawlers, considerando-o como ferramenta funcional e eficiente na busca por dados imobiliários.

No escopo e descrição do método foi evidenciada a necessidade que o Poder Público possui em obter acesso à dados imobiliários, e conseqüentemente informações, especialmente no que tange às suas atribuições de Estado em prover as melhores condições possíveis de vida aos cidadãos, tomando por ferramentas os instrumentos de política de solo e outras estratégias governamentais.

Apontou-se conceitualmente o que é o web crawler, suas possibilidades e características como mecanismo de coleta de dados, abordando-se, através das referências, seu funcionamento e operacionalização como ferramenta de apoio às ações da administração pública.

Após tais revisões, a pesquisa apresentou as considerações a respeito das perspectivas sobre o uso de Web Crawler quanto a proteção de dados no Brasil, especialmente no que diz respeito às expectativas sobre a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

A partir das compreensões sobre a LGPD em relação ao método automatizado de coleta de dados abordado, o que se vislumbra é a possibilidade do uso do web Crawler para fins de políticas públicas, respeitados concomitantemente o princípio da anonimização do proprietário dos dados, onde não é possível a vinculação daquele(s) ao objeto abordado/coletado, além de outras nuances que também ratificam a possibilidade do ato estudado.

Ademais, em decorrência de observações trazidas pela bibliografia do web crawler, e pensadas juntamente do raciocínio jurídico e ético-social do tema abordado, a pesquisa aduz sobre a recomendação pelo uso do que chamaremos de *boas práticas de coleta de dados por web crawler*, onde o responsável por fazer a coleta realiza uma abordagem transparente e uso de formas não-prejudiciais a qualquer um dos atores da relação com os dados.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 13.079, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Diário Oficial da União, 2018.

CORREA, Roberto Lobato. **O espaço urbano: notas teórico-metodológicas**. Geosul, v. 8, n. 15, p. 13-18, 1993.

DE CESARE, Cláudia M.; FERNANDES, Cintia Estefânia e Cavalcanti, CAROLINA Baima (Org). **Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana**: Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação / Ministério das Cidades, 2015, p. 73.

ERBA, D. A.; PIUMETTO, M. A. **Para leer el suelo urbano, Catastros multifinalitarios para la planificación y el desarrollo de las ciudades de América Latina**, ano 2016, p.23.

KAUSAR, Abu; DHAKA, V.S.; SING, Sanjeev Kumar. **Web Crawler: A Review. International Journal of Computer Applications**, Jaipur, Índia, ano 2013, v. 63, n. 2, p. 31-36, 31 jan. 2013.

MALDONADO, Viviane Nóbrega; BLUM, Renato Opice; BORELLI, Alessandra. **LGPD: Lei geral de proteção de dados: comentada**. Revista dos Tribunais, 2019.

MENDES, Laura Schertel. **Privacidade, proteção de dados e defesa do consumidor: Linhas gerais de um novo direito fundamental**, p. 176. São Paulo: Saraiva, 2014.

MITCHELL, Ryan. **Web Scraping com Python: Coletando mais dado na web moderna**. 2. ed. São Paulo,SP: Novatec, 2019.

MYERS, Daniel; MCGUFFEE, James W. Chossing Scrapy. **Jornal of Consortium for Computing Sciences in Colleges**, [s. l.], ano 2015, p. 83-89, 31/10/2015.

ROBERT L. K. Tiong. Risks and Guarantees in BOT Tender. *Journal of Construction Engineering and Management*. ASCE. Vol. 121, Singapore,1995.

SANTOS, Dhiulia de Oliveira. **A validade do consentimento do usuário à luz da lei geral de proteção de dados pessoais**. (Lei n. 13.709/2018). 2019.

SAULE JR, N.; ROLNIK, R. **Estatuto da Cidade**: guia para implementação pelos municípios e cidadãos. Pólis Instituto de Estudos Formação e Assessoria em Políticas Sociais e Caixa Econômica Federal, apoio Comissão de Desenvolvimento Urbanos da Câmara dos Deputados, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, Câmara dos Deputados Brasília, 2001, p. 33.

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

Data de aceite: 01/12/2021

Clayson Marlei Figueiredo

Universidade Federal Fluminense – UFF
Niterói, Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1039293381225400>

Artigo apresentado na 19ª Conveción Científica de Ingeniería y Arquitectura, Palácio de Convenciones, Havana, Cuba, de 26 a 30 de novembro de 2018.

RESUMEN: La elaboración de mapas de vulnerabilidad y cartas geotécnicas resultan en un conjunto de productos que sirven de subsidio para la gestión de los municipios en la indicación de las áreas de riesgo, visando la ejecución de obras de prevención, la instalación de equipos de monitoreo y alerta, la estimación de costes, etc. El presente trabajo tuvo el objetivo de analizar y comparar productos generados por diferentes instituciones y entregados al Ministério da Integração Nacional de Brasil, y sus respectivas metodologías. Todos los productos analizados contribuyen al arduo trabajo de establecer una estandarización que incluya los diversos parámetros relacionados a la vulnerabilidad a los riesgos, teniendo en cuenta que no se desea en este estudio definir qué metodologías son correctas, sino hacer una reflexión sobre los productos y resultados presentados, objetivando la contribución a las investigaciones en el área. Se examinaron los materiales presentados por las empresas, se constató que no poseían un modelo estandarizado, pudiendo perjudicar

el examen de los municipios, partiendo del principio que sus órganos de defensa civil no poseen profesionales plenamente capacitados y equipamientos adecuados para la amplia utilización de la información suministrada. A partir de esta verificación se elaboraron orientaciones con el objetivo de contribuir a una estandarización futura de los productos, ya que no hay normas específicas para la confección de mapas temáticos, perfeccionando la disseminación de estas informaciones a los municipios, facilitando la visualización y la comprensión.

PALABRAS CLAVE: Cartas geotécnicas, mapas de vulnerabilidad, mapas de riesgo, geoprocésamiento, análisis comparativo.

COMPARISON OF PRODUCTS FOR THE ELABORATION OF GEOTECHNICAL CHARTS AND VULNERABILITY MAPS

ABSTRACT: The elaboration of vulnerability maps and geotechnical charts result in a set of products that serve as a subsidy for the management of municipalities in the indication of risk areas, aiming at the execution of prevention works, the installation of monitoring and alert equipment, the estimation of costs etc. The present work had the objective of analyzing and comparing products generated by different institutions and delivered to the Ministry of National Integration of Brazil, and their respective methodologies. All analyzed products contribute to the hard work of establishing a standardization that includes the various parameters related to vulnerability to risks, taking into account that in this study it is not desired to define which methodologies are correct, but to reflect on the products and results

presented, objectifying the contribution to research in the area. Having examined the materials presented by the companies, it was stated that they did not have a standardized model, which could jeopardize the municipalities' examination, assuming that their civil defense agencies do not have fully qualified professionals and adequate equipment for the wide use of the information provided. Based on this verification, guidelines were developed with the objective of contributing to a future standardization of products, since there are no specific norms for thematic maps, improving the dissemination of this information to the municipalities, facilitating the visualization and understanding.

KEYWORDS: Geotechnical charts, vulnerability maps, risk maps, geoprocessing, comparative analysis.

1 | INTRODUCCIÓN

Los problemas derivados de los desastres se han intensificado en los últimos años, en consecuencia, principalmente, de las acciones de la naturaleza junto con aspectos económicos, sociales y tecnológicos, cuyos efectos adversos se intensificaron con la revolución industrial que caracterizó el inicio de la edad moderna, acentuando el proceso de ocupación de las ciudades, resultando en mayores vulnerabilidades y consecuentemente aumentando los riesgos y los daños. La vulnerabilidad representa la intensidad de posibles daños a las personas, a las propiedades y al ambiente, resultantes de una amenaza que puede tener causa natural o antropológica. El riesgo es el resultado del producto entre la susceptibilidad a una amenaza y la vulnerabilidad en que se encuentra una población, un patrimonio y / o un ambiente. Estos aspectos pueden ser estudiados a través del concepto de la evaluación de riesgos. En los ambientes urbanos, las vulnerabilidades se encuentran contextualizadas, donde cada región posee sus propias características y necesitando de prevención frente a los respectivos peligros (MENDOÇA e LEITÃO, 2009). De esta forma, tal estudio debe ser ejecutado teniendo en cuenta las particularidades locales. Los procedimientos para la reducción de riesgos se muestran ineficientes si se enfocan sólo en las reducciones de las amenazas, a pesar de la evolución de las tecnologías, debiendo actuar también en la eliminación o mitigación de las vulnerabilidades además de fomentar la resiliencia que es la característica que una población posee de una población se protege de un peligro y de recuperarse de un evento dañino.

El Gobierno de Brasil, a través del Ministério da Integração Nacional, promovió la contratación por licitación de cuatro compañías especializadas, para la investigación y elaboración de mapas de vulnerabilidades y de riesgos de diversas ciudades del país, además de propuestas de acciones de prevención y mitigación frente a los posibles desastres relativos a las amenazas naturales. El Gobierno de Brasil, a través del Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD, construyó entonces un término de referencia con los criterios a ser obedecidos por las contratadas (BRASIL, 2013).

El objetivo de este trabajo es comparar los estudios presentados por las empresas, examinando sus productos y metodologías. Se constató, entre otros aspectos, que los

resultados presentados no siguieron el mismo patrón, a pesar de la existencia de un término de referencia. Sin embargo, todos los estudios auxilian en la consolidación de una metodología que contemple los complejos aspectos en torno al análisis de las vulnerabilidades y de los riesgos.

2 | CONCEPTOS

Se puede decir que un mapa es la exhibición de una superficie y sus características en un plano, siendo necesario entonces prever su presentación de manera práctica y con claridad, teniendo el objetivo de dar a aquellos que lo utilizar, un análisis e interpretación concisa de lo que se quiere presentar, transmitiendo el conocimiento de pocos para muchos y por eso debe ser confeccionado de forma a fomentar la comunicación. La cartografía de base determina patrones que deben ser respetados, pero eso no sucede con la cartografía temática, donde, por ejemplo, a pesar de ciertos preceptos preestablecidos, la simbología empleada queda a la discreción de quien la elaboró, representando obstáculos en la apreciación. Los mapas temáticos no siguen patrones y normas, dificultando el análisis, pues el que los examina necesita observar cada uno de forma diferenciada, aunque aborden los mismos temas (SILVA, 2014).

El mapeo que genera la carta de susceptibilidad a movimientos gravitacionales de masa e inundaciones sigue el objetivo de evitar o reducir la ocurrencia de desastres naturales, siendo comprendida como una de las herramientas de prevención a desastres naturales. La identificación de las áreas susceptibles a estas amenazas posibilita basar el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano (CPRM, 2014). Por otro lado, la vulnerabilidad es la predisposición de un sujeto, sistema o elemento ser afectado por un accidente. Representa el grado de pérdidas, ya sea de vidas humanas, bienes materiales o infraestructuras, reflejando la fragilidad de los sistemas operados.

Las cartas geotécnicas de riesgo, o mapas de riesgo, en áreas urbanas evalúan los daños potenciales a la ocupación, derivados de fenómenos naturales o inducidos por el uso del suelo, jerarquizando unidades, sectores y puntos en cuanto al grado de inminencia de pérdida, buscando la proposición de medidas correctivas y erradicadoras de las situaciones de riesgo (SOUZA e SOBREIRA, 2014).

3 | METODOLOGÍA

El Centro Nacional de Gerenciamento de Risco e Desastres - CENAD elaboró un término de referencia que posee una metodología orientada a todas las etapas del estudio promovido por las contratadas, que según el mapeo de las vulnerabilidades debe seguir algunos parámetros. El inventario y el mapeo de los datos debe ser a través de trabajo de campo con el llenado de formularios, sin descartar el uso de cualquier otro aspecto relevante a los estudios. El Serviço Geológico de Brasil – CPRM previamente identificó

a los sectores con amenazas, clasificándolos como de alta y muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de inundación y/o deslizamientos, englobando las construcciones y otros elementos que podrían ser alcanzados. Los inmuebles colocados en los sectores de riesgo deberán ser analizados aplicando un formulario que identifica los factores de vulnerabilidad (físicos y ambientales), y otro que caracteriza el área mapeada, que serán referencias para la elucidación de la vulnerabilidad de ocupación en cada sector. Las contratadas, con el uso de herramientas de geoprocésamiento, deben hacer la subdivisión de los sectores de inundación en subsectores que contengan como máximo 25 inmuebles con características constructivas similares y los sectores con movimientos de masa deben ser subdivididos a través de la envoltura de las construcciones cubiertas por una región con aspectos similares en relación a las características del terreno y tipología, asociados al grado de vulnerabilidad.

La vulnerabilidad de la ocupación, en relación a las inundaciones, es dimensionada a través de la vulnerabilidad de cada construcción, teniendo en cuenta sus características, pudiendo ser definida como alta (bajo patrón constructivo, de madera y materiales de baja resistencia al impacto de las acciones hidrológicas, con acceso por servidumbre, escalera, ladera, entre otros análogamente precarios), promedio – estándar constructivo regular a bueno, edificados con albañilería y materiales con buena resistencia al impacto de las acciones hidrológicas, con acceso por servidumbre, escalera, ladera, entre otros análogamente precarios – y bajo, con patrón constructivo regular a bueno, edificadas con albañilería y materiales con buena resistencia al impacto de las acciones hidrológicas, con buen acceso, permitido por vías en estado de conservación entre medio y bueno. La clasificación del subsector en relación a la vulnerabilidad ocupacional fue promovida por la empresa contratada y validada por la Secretaría Nacional de Defensa Civil – SEDEC y fue determinada teniendo en cuenta que, por ejemplo, la mayor presencia de construcciones de bajo patrón constructivo debe resultar en una categorización compatible con alta vulnerabilidad.

La vulnerabilidad de ocupación, en relación a los movimientos de masa, es dimensionada a través de la posición de las edificaciones y de las características del terreno pudiendo ser clasificada como alta (lotes con pendiente elevada, con historial de pocas ocurrencias frecuentes y/o signos evidentes de inestabilidad, y las construcciones al alcance del proceso geológico con inequívoca posibilidad de alcanzar los inmuebles), media – lotes con declividad media o elevada, con histórico de pocas ocurrencias y/o pocos signos de inestabilidad, estando las construcciones al alcance relativo del proceso geológico donde es probable que sean alcanzadas – y baja, con lotes con declividad nula o baja, sin histórico de ocurrencias y/o sin signos de inestabilidad, estando las construcciones al alcance limitado del proceso geológico donde es baja la posibilidad de ser alcanzadas. Esta clasificación es hecha por la empresa y validada por la Secretaría Nacional de Defensa Civil. La vulnerabilidad de ocupación del subsector es dimensionada considerando la mayor

representatividad de los terrenos y construcciones dentro de estas clasificaciones.

Las cartas geotécnicas de riesgo en relación a los movimientos de masa o a las inundaciones representan la superposición de los datos levantados de la sectorización y registro a través de formularios y la categorización de la vulnerabilidad constatada. La clasificación de los riesgos será determinada por las empresas y validada por la Secretaría Nacional de Defensa Civil.

4 | RESULTADOS

El análisis presentado a continuación tiene el objetivo de promover una mejor definición de una metodología para el estudio de la vulnerabilidad a desastres en áreas con amenazas de inundaciones y de movimientos de masas, ya que no existe una amplia bibliografía sobre el tema en Brasil. Aquellos que elaboran cartografía de riesgo y consideran las vulnerabilidades, muchas veces los hacen restringiendo sus análisis a las descripciones con énfasis a los patrones constructivos de las edificaciones y las demás informaciones físicas de los sectores. El avance en el desarrollo de metodologías de análisis de la vulnerabilidad requiere que, además del uso de fórmulas e indicadores, se pueda dimensionar otras características para la evaluación de estas áreas, cruzando las condiciones de susceptibilidad provenientes de las condiciones físicas con otros aspectos económicos, sociales, culturales, institucionales e ideológicos, previniendo eventos adversos y/o mitigando sus daños de una forma más eficiente.

Como se mencionó, el Ministério da Integração Nacional, promovió la contratación por licitación de cuatro compañías especializadas, para la investigación y elaboración de mapas de vulnerabilidades y de riesgos de diversas ciudades del país, además de propuestas de acciones de prevención y mitigación frente a los posibles desastres relativas a dichas amenazas naturales. Los resultados de estos estudios están disponibles en el sitio electrónico del Ministerio para consulta, de donde fueron extraídos para la realización del presente trabajo. Después de un análisis en los formatos de los productos presentados por las contratadas, se constató inicialmente que los documentos y los archivos no fueron entregados de manera estandarizada, ya que el término de referencia sometido a las empresas no estableció criterios para ello. Por lo tanto, cada contratación organizó y presentó los resultados según le convenga, lo que puede resultar en dificultad de acceso y comprensión por parte de los mayores interesados, o sea, los municipios. Se constataron diferencias entre los idiomas y los caracteres en los formularios, así como en el proyecto digital dentro del programa de geoprocuremento. Podría haber sido utilizado como estándar el modelo de base de datos disponibilizado por la Secretaría Nacional de Defensa Civil.

Se constató también que las contratistas no presentaron (o el Ministério da Integração no disponibilizó en su sitio electrónico) los archivos *shapes* – formato este para el uso en programas de geoprocuremento – de todas las ciudades levantadas. Cuando lo

hicieron, no utilizaron una presentación estandarizada o completa de las características, como polígonos, puntos y líneas. En algunos casos, presentaron solamente tablas o puntos correspondientes a las residencias, sin las vías de tráfico, delimitación del sector, los marcos de vulnerabilidad y riesgo, cursos de agua etc. Sería cierto que todas las contratistas enviaran los datos de todas las facciones compiladas en un proyecto, compuesto por un conjunto de *shapes* específicos, como calles, cursos de agua, construcciones, curvas de nivel, polígonos de los sectores de riesgo, con las clasificaciones de riesgo, vulnerabilidad y susceptibilidad, elementos de interés y sugerencias de intervenciones estructurales. Deben poner a disposición también los archivos *raster* de las imágenes.

Las contratadas también entregaron los productos cartográficos sin un debido patrón, ya que éste no fue estipulado por el término de referencia y también porque los mapas temáticos no siguen estándares y normas específicas para su elaboración. Todas las empresas presentaron las informaciones necesarias referentes a la confección de los mapas, como el origen de las imágenes, coordenadas, datum, etc. A pesar del término de referencia estipular los productos objetos del contrato, las empresas elaboraron mapas distintos. En cuanto a las cartas de riesgo y vulnerabilidad, algunos estudios se elaboraron identificando los grados de vulnerabilidad de las edificaciones en los sectores mapeados y el polígono del riesgo y de susceptibilidad, con los puntos de vulnerabilidad de las edificaciones. Otros estudios presentaron sólo el mapa de riesgo, no produciendo el mapa de vulnerabilidad, no trabajando con puntos, sólo con el polígono de riesgo del sector. También se presentaron trabajos con mapas de riesgo y mapas de vulnerabilidad, pero sin identificar las construcciones. Y, además, algunos productos fueron con mapas de riesgo y de vulnerabilidad, identificando las edificaciones dentro del sector y sus respectivos grados de vulnerabilidad, pero no presenta el grado de riesgo y no clasifica el sector. Pocos trabajos fueron presentados con la debida distinción gráfica entre sectores susceptibles a los movimientos de masas y a las inundaciones. Otra observación importante es que los mapas de vulnerabilidad y de riesgo representen facciones como por ejemplo las calles, el curso de agua, la altimetría, entre otras, pero no deben sobrecargar su análisis, que también puede optimizarse con la presentación de imágenes de fondo de buena calidad. Para el análisis de riesgo, se puede hacer uso de colores como rojo, amarillo y verde, que son los mismos de los semáforos que ya llevan a los usuarios a una percepción familiar. Las construcciones deben ser indicadas por puntos o símbolos, mientras que la vulnerabilidad espacial debe ser representada por colores. Para los mapas de vulnerabilidad, susceptibilidad y riesgo, se identificó que todos los estudios siguieron el parámetro del término de referencia para la escala utilizada, 1: 2000.

Por último, se constató, en los mapas presentados por las empresas, la falta de estandarización de diversos elementos, como coordenadas, colores, título, leyenda, indicación del Norte, nomenclaturas, entre otros. Los patrones cartográficos se adoptan en normas que deben ser seguidas para el mejor entendimiento de los mapas, con

componentes que deben formar parte de la composición de cualquier producto relacionado a éstos, siempre visibles y adecuadamente presentados.

5 | CONCLUSIONES

Este trabajo tuvo el objetivo de analizar los levantamientos de riesgos y vulnerabilidades ejecutados por empresas contratadas por la Secretaria Nacional de Defesa Civil en 2013, a través de término de referencia, cuyos resultados están disponibles en el sitio electrónico del Ministério Nacional da Integração de Brasil, examinándose los informes, formularios, *shapes* y mapas existentes. Se constató que los estudios no atendían a un patrón de elaboración y presentación, lo que puede perjudicar el entendimiento principalmente de los municipios, que son los principales interesados y normalmente no poseen servidores capacitados y equipos adecuados para la manipulación de estas informaciones, siendo preponderante que tales datos se pongan a disposición de manera más objetiva posible.

Se propusieron algunas sugerencias con el fin de colaborar para la estandarización de los procedimientos de futuras contrataciones del Poder Público, teniendo en cuenta que no existe una normalización singular para este tipo de estudio, y para que haya la preparación técnica de los profesionales que irán manipular las informaciones y la disponibilidad de recursos adecuados para el uso de los resultados entregados.

En cuanto a las metodologías utilizadas, se destacan los problemas en la utilización de los documentos presentados por las contratadas, como la inexistencia de archivos del tipo *shape* en los levantamientos de algunos municipios, que probablemente tampoco los recibieron, impidiendo que sean usados en las aplicaciones de geoprocésamiento, siendo de suma importancia en las actividades de reducción de riesgos de desastres. También hay los percances resultantes de la incompatibilidad entre las variables empleadas, que no reproducían las disponibles en el término de referencia. Otras dificultades fueron identificadas al comparar las cartas de vulnerabilidad entre sí, el mismo ocurriendo con los mapas de riesgo.

En cuanto a las variables, necesitan ser estandarizadas a todas contratadas y permitir que sean alimentadas directamente en un banco de datos, posibilitando que los servidores de los municipios y otras personas autorizadas puedan contribuir con nuevas informaciones, y consecuentemente mejorando y produciendo mapas. Se debe dar más énfasis a las variables relativas a las condiciones económicas, sociales y educativas, entre otras, discriminándolas adecuadamente de aquellas relativas a las dimensiones físicas y ambientales, repercutiendo en mapas y demás informaciones que faciliten la identificación de los lugares donde existen mayores problemas y deficiencias, resultando en una herramienta eficiente para que los gestores puedan actuar reduciendo las vulnerabilidades. La amplia investigación de estas variables puede repercutir directamente en las acciones de prevención, preparación y respuesta de la defensa civil, identificando de forma

particularizada, en cada familia, los tipos de vulnerabilidades existentes.

El estudio de las vulnerabilidades de una población permite entender la dinámica a las que está inmersa, mucho más allá de los aspectos físicos y ambientales solamente, potenciando su capacidad de prevención, mitigación y resiliencia frente a los desastres. La investigación de estas informaciones debe ser amplificada en los trabajos que resultan en la elaboración de cartas geotécnicas de riesgo, además de fomentar la investigación local por parte de los propios municipios, ya que estos se encuentran en la línea de frente en relación a los problemas.

REFERENCIAS

BRASIL, **Ministério Edital do da Integração Nacional. Pregão Eletrônico nº 36/2013**. Brasília, 2013. Disponible em web: <<http://sisel.mi.gov.br/download.php?file=523b52cdc12d8.pdf>>. Acceso en: 15/08/2021.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil; IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos de Gravitacionais de Massa e Inundações: 1:25.000** - nota técnica explicativa. BITTAR, O. Y. São Paulo: Publicação IPT n. 3016, 2014, 42 p. (CD-ROM).

MENDONÇA, Francisco; LEITÃO, Sanderson Alberto Medeiros. **Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos**. *GeoTextos*, v. 4, 2009.

SILVA, Guilherme Cardoso. **Proposta de padronização cartográfica para carta imagem emergencial de inundação**. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

SOUZA, Leonardo Andrade; SOBREIRA, Frederico Garcia. **Guia para Elaboração de Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização Frente aos Desastres Naturais: Estudo de Caso de Ouro Preto – 2013**. 1. ed. Brasília, 2014.

CAPÍTULO 10

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

Data de aceite: 01/12/2021

Horácio Pires Medeiros

Enfermeiro. Mestre em Enfermagem. Doutor em Biologia Parasitária na Amazônia. Docente na Faculdade Estácio de Belém
Belém, PA
<http://lattes.cnpq.br/4983707669241127>

Ana Paula da Silva Barbosa

Enfermeira. Graduada pela Faculdade Estácio de Castanhal
Castanha, PA

Francisca Maynara de Aguiar Bastos

Enfermeira. Graduada pela Faculdade Estácio de Castanhal
Castanha, PA

João Paulo Lima da Silva

Enfermeiro. Graduado pela Faculdade Estácio de Castanhal
Castanha, PA

Kaliandra Moraes de Araújo

Enfermeira. Graduada pela Faculdade Estácio de Castanhal
Castanha, PA

Lucas Deyver da Paixão Lima

Enfermeiro. Graduado pela Faculdade Estácio de Castanhal
Castanha, PA

Thayse Kelly da Silva Martino

Enfermeira. Especialista em Saúde Pública. Docente da Faculdade Estácio de Castanhal
Castanha, PA

RESUMO: Introdução: As Geo-helmintíases formam um grupo de parasitos intestinais que afetam milhares de pessoas por ano ao redor do mundo, trazendo assim vários riscos para a saúde pública. Entende-se que um dos fatores para a prevalência das infecções por helmintos é a falta de saneamento básico que está relacionada a populações que vivem em situações de vulnerabilidade. Indivíduos de comunidades ribeirinhas são intensivamente infectados por helmintos, sendo a falta de educação em saúde a principal causa, havendo assim a necessidade de informação a respeito do tema. Nesse cenário constatou-se a necessidade de elaborar e validar uma tecnologia cuidativo-educacional, uma vez que esta ferramenta é usada para facilitar o ensino e o autocuidado. Objetivou-se analisar as dimensões que se revelam no processo de construção participativa de uma tecnologia cuidativo-educacional com famílias ribeirinhas sobre geo- helmintíase e identificar o índice de validação de conteúdo do processo de avaliação por juízes especialistas na área. **Metodologia:** Trata-se de um estudo de construção e validação de tecnologia do tipo, exploratória, com abordagem quanti-qualitativa. A pesquisa foi realizada em três momentos, a saber: no primeiro momento foi contactado moradores que utilizam os serviços voluntários do projeto Esperança em uma comunidade no município de Bujaru-Pa, que escolheram a cartilha como Tecnologia Educativa. No terceiro momento foram escolhidos 10 juízes especialistas que utilizaram a escala de LIKERT para análise da cartilha, onde realizaram comentários e sugestões, sendo analisados os critérios de respostas positivas ou não, que foram

consideradas para a correção do material e elaboração da versão final da TE. **Resultados:** Constatou-se se que o resultado da validação alcançou o valor de concordância entre os juízes-especialistas de 95,90%, sendo considerada válida. **Conclusão:** Observou-se a importância da validação da cartilha, pois, irá sensibilizar a população quanto à importância da prevenção da infecção por geo- helmintos.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia; Ribeirinhos; Geo-helminíase; Cartilha; Juízes-Especialistas.

CREATION AND VALIDATION OF A CARE-EDUCATIONAL TECHNOLOGY FOR THE PREVENTION OF GEOHELMINTHIASIS AMONG RIVERSIDE DWELLERS IN THE AMAZON PARÁ-BRAZIL

ABSTRACT: Introduction: Geohelminthiasis form a group of intestinal parasites that affect thousands of people a year around the world, thus bringing several risks to public health. It is understood that one of the factors for the prevalence of helminth infections is the lack of basic sanitation, which is related to populations living in vulnerable situations. Individuals from riverside communities are intensively infected by helminths, and the lack of health education is the main cause, thus there is a need for information on the subject. In this scenario, there was a need to develop and validate a care-educational technology, since this tool is used to facilitate teaching and self-care. The objective was to analyze the dimensions that are revealed in the process of participatory construction of a care-educational technology with riverine families on geohelminthiasis and to identify the content validation index of the evaluation process by expert judges in the area. Methodology: This is a study of construction and validation of technology, exploratory, with a quanti-qualitative approach. The research was carried out in three stages, namely: in the first moment, residents who use the volunteer services of the Esperança project were contacted in a community in the municipality of Bujaru-Pa, who chose the booklet as an Educational Technology. In the third moment, 10 expert judges were chosen who used the LIKERT scale to analyze the booklet, where they made comments and suggestions, analyzing the criteria of positive or not answers, which were considered for the correction of the material and preparation of the final version of the TE . Results: It was found that the validation result reached a value of agreement between expert-judges of 95.90%, being considered valid. Conclusion: The importance of validating the booklet was observed, as it will sensitize the population about the importance of preventing infection by geohelminths. **KEYWORDS:** Technology; Riverside; Geohelminthiasis; Primer; Judges-Specialists.

1 | INTRODUÇÃO

No cenário Amazônico, os ribeirinhos precisam se adaptar as diversidades e aos desafios impostos pela natureza, uma vez que geralmente suas moradias são feitas de madeira e quase sempre localizadas à beira do rio, seu sustento se dá através da pesca, da caça, do extrativismo e do plantio, onde os cultivos do açaí e da mandioca ganham destaque, além da produção de farinha e do carvão para a venda (1).

Nesse contexto o rio executa um papel fundamental na vida da população de comunidades ribeirinhas, pois, é o meio principal de fonte e renda para essa população. O

estilo de vida dos ribeirinhos influencia diretamente na condição da saúde e do bem-estar, através de seus costumes e hábitos, colocando em exposição a patologias, sejam elas infecciosas ou não (2). Os fatores que contribuem para a prevalência dessas patologias são: falta de saneamento básico, baixa escolaridade, ausência de políticas públicas e baixo índice socioeconômico (3).

A causa das infecções por geo-helminthos, vermes que necessitam obrigatoriamente de um estágio no solo para completar o seu ciclo evolutivo, se dá por meio do contato com a superfície contaminada com ovos embrionados ou larvas dos parasitos, sendo mais comum em países em desenvolvimento afetando mais populações em situações de vulnerabilidade (4) Essas condições criam um ambiente suscetível para o surgimento de grupos de doenças parasitárias intestinais que afetam os indivíduos, que são formados pelos parasitos *Ascaris Lumbricoides*, *Trichuris Trichuria* e pelos ancilostomídeos: *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanos* (5,6).

A prevenção para essas doenças se dá através de ações educativas realizadas por profissionais de saúde que buscam priorizar métodos preventivos e curativos (7). Dentre os profissionais responsáveis por esses cuidados e orientações, o profissional de enfermagem se destaca, pois, ele pode usufruir de métodos de cuidar e educar a comunidade, através de formas inovadoras de assistência à saúde como as tecnologias educativas (TE), que quando aplicadas tem função de contribuir na educação, prevenção e no cuidado com a população (8).

Dessa forma, por instrumento de tecnologias cuidativo-educacionais, a Enfermagem vem se modificando e usando várias formas de TE como manuais, folhetos, folders, álbum seriado e cartilhas, para sensibilizar e abrir caminho para a promoção em saúde por meio da participação da população. Permitindo aos pacientes uma leitura posterior para servir como guia em casos de dúvidas e até mesmo para passar as informações adiante (9,10).

Com base nisso, uma ferramenta que se mostra de extrema relevância diante da problemática é a criação e a validação de tecnologias educativas, pois, elas buscam estratégias que facilitam o entendimento e o aprendizado da temática abordada (11).

Dessa maneira, entende-se que o enfermeiro vive diferentes situações no seu cotidiano, tendo que direcionar as ações de enfermagem para a educação na área da saúde, usando o seu papel de profissional agenciador de conhecimentos, mostrando opções com suporte para interceder junto às pessoas, comunidades e grupos, visando o favorecimento do bem-estar, da inclusão social e da cidadania.

Partindo do que foi observado nos estudos citados neste trabalho, buscou-se revelar as dimensões no processo de construção participativa de uma tecnologia cuidativo-educacional com famílias ribeirinhas sobre Geo- helmintíases e o índice de validação do conteúdo da mesma com juízes- especialistas na área.

Assim, o objetivo deste estudo é **analisar as dimensões reveladas no processo de construção participativa da tecnologia do tipo (cartilha) com famílias ribeirinhas**

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de construção e validação de tecnologia cuidadoso-educacional do tipo exploratória com abordagem quanti-qualitativa.

A análise dos dados possui três fases: a fase I foi realizada através de encontros de grupo focais com a comunidade ribeirinha, permitindo que os participantes respondessem questões simples e de fácil entendimento sobre seus hábitos de vida e sobre infecções parasitárias.

Na fase II após organizar as respostas colhidas mediante o encontro focal foi realizado a escolha das formas de apresentação, tema e características da tecnologia educativa de acordo com as necessidades dos habitantes dessa região, o que resultou na elaboração de uma cartilha educativa para prevenção de doenças parasitárias.

Os dados qualitativos foram utilizados na fase I e II da pesquisa para obter informações socioculturais e estruturais que se revelaram no processo de construção participativa da comunidade para a escolha da tecnologia a ser produzida, o que resultou na elaboração de uma cartilha educativa na fase II.

Após a elaboração da cartilha, se iniciou o processo de validação, a fase III, onde foi enviado aos juízes-especialistas um questionário de acordo com a escala de LIKERT que avaliava o objetivo, estrutura e apresentação e a relevância da mesma em uma escala de 1 a 4 sendo a opção 1 a nota máxima e a opção 4 a nota mínima. Em seguida os questionários foram recolhidos e analisados pelos autores do estudo e as sugestões pertinentes foram aceitas e ajustadas.

Sendo assim, na fase III os dados quantitativos foram organizados através de formulários de acordo com a escala de LIKERT para fornecer elementos e obter o percentual de validação da tecnologia do tipo (cartilha) educativa.

A escala de LIKERT foi desenvolvida em 1932 por Rensis Likert, e é muito utilizada em pesquisa de opinião, pois ao responder um questionário baseado nesta escala os participantes descrevem seu nível de concordância⁽¹²⁾.

A fase I foi realizada em uma comunidade ribeirinha pertencente ao município de Bujaru no estado do Pará as margens do rio Guamá, onde acontecem atendimentos mensais de saúde, realizados pela equipe do Projeto Esperança de forma voluntária.

O projeto Esperança é um plano de ação que é desenvolvido em comunidades ribeirinhas próximas de Bujaru no rio Guamá, São Domingos e Santana no rio Capim, Paritá e Moju Mirim no rio Moju. Através do barco Esperança II, o projeto oferece atendimentos voluntários de saúde ao nível de atenção básica, baixa complexidade, como ações educativas, consulta médica, consultas de enfermagem, odontológicas e psicológicas para a população local. A fase II foi realizada nas cidades de Bujaru e Castanhal, e resultou

na elaboração e criação da Cartilha educativa. Já o processo de validação da tecnologia ocorreu na fase III na cidade de Castanhal, onde se concentravam os juízes-especialistas.

A população deste estudo foi formada por 2 grupos diferentes: o público alvo e os juízes-especialistas. Sendo que o grupo de juízes foi composto por 07 profissionais da área da saúde e 03 da educação.

Os participantes da fase I foram 12 indivíduos adultos de ambos os sexos, residentes da comunidade ribeirinha do município de Bujaru-Pa. Na fase II os participantes foram os autores deste estudo e o público alvo.

Ressalta-se que pesquisa respeitou todos os preceitos éticos da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, assegurando todos os direitos e deveres que dizem respeito aos participantes da pesquisa. Assim, todos os participantes tiveram acesso ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Dimensões reveladas no processo de construção

A necessidade da educação e da atenção em saúde da população se torna necessária mediante a dificuldade de acesso aos serviços públicos de saúde, devido às barreiras geográficas e as imperfeições dos serviços de saúde oferecidos.

Deve-se ressaltar um importante aspecto que, ao realizar educação em saúde nas comunidades, é válido tomar como ponto de partida o conhecimento anterior dos educandos em relação ao seu ambiente de trabalho, vida social, e a luta pela sobrevivência no seu dia-a-dia, para que eles possam sentir-se confortáveis na troca de experiência para a construção compartilhada de conhecimento. Este processo de educação baseia-se na problematização, revelando as dimensões da vida que incomodam (13).

Nesse contexto obtivemos dois encontros com a comunidade, através do primeiro encontro pôde-se analisar algumas dificuldades que os residentes enfrentam diariamente como: baixa escolaridade o que poderia dificultar no processo de educação em saúde, além do mais os habitantes não queriam participar do grupo focal, então o primeiro encontro ficou para observação e aproximação.

Foi notório o difícil acesso aos serviços de saúde, como o meio de transporte é fluvial por meio de rabetas, canoas e barcos, o rio funciona como estradas para que os serviços cheguem até a comunidade, o que gera uma certa dificuldade de acesso ao atendimento para aquela população. No segundo encontro realizamos o grupo focal onde obtivemos mais sucesso em relação à participação, foi conseguido um considerável número de pessoas que compartilharam suas histórias e tiravam dúvidas no encontro onde aconteceu uma boa interação entre os pesquisadores e população.

Os encontros grupais permitem que os participantes apresentem seus pontos de vista sobre seu cotidiano, buscando respostas aos temas abordados, fazendo com

que os encontros de grupo focal alcancem um nível reflexivo revelando dimensões de entendimento, não proporcionadas por outras técnicas de coletas de dados (14).

3.2 Perfil dos juízes

Participaram da pesquisa como juízes especialistas, profissionais da área da saúde e da área de humanas. O primeiro grupo denominado “juízes da área da saúde” se fizeram necessários no processo de validação por terem relevância significativa no julgamento do conteúdo específico e temático da cartilha, para ser considerável frente ao texto teórico que se pretendia definir.

Foram convidados para formar esse grupo 10 juízes, escolhidos de acordo com os seguintes critérios: ter no mínimo 1 ano de experiência no atendimento de populações ribeirinha; ter pós-graduação *Latu Sensu* ou *Stricto Sensu* em Estratégia e Saúde da Família ou Atenção Básica; ter experiência como docente em áreas cujo foco seja a atenção primária; ter produção científica sobre doenças parasitárias ou em áreas cujo foco seja saúde na Amazônia. Esse grupo foi constituído por 5 enfermeiros e 2 biomédicos. Para identificação foram utilizadas letras, sendo: E para enfermeiros e B para biomédicos, seguido de numeração crescente: E1, E2, E3, E4, E5, B1 e B2.

No **Quadro 1** são apresentados os resultados referentes a profissão, idade, código, área de formação, tempo de formação, titulação e função/cargo.

| Profissão | Idade | Código | Área de formação | Tempo de formação | Titulação | Função/ Cargo |
|-----------------------|-------|--------|------------------|-------------------|---------------------------|---|
| Enfermeiro (a) | 31 | E1 | Enfermagem | 10 anos | Especialização / Mestrado | Enfermeira da Atenção Básica e daCCIH |
| | 27 | E2 | Enfermagem | 2 anos | Especialização | Enfermeiro de AtençãoBásica |
| | 39 | E3 | Enfermagem | 3 anos | Especialização | Enfermeira da vigilância epidemiológica |
| | 43 | E4 | Enfermagem | 17 anos | Especialização | Vigilância epidemiológica |
| | 32 | E5 | Enfermagem | 6 anos | | Enfermeira da atençãobásica |
| Biomédico(a) | 34 | B1 | Biomedicina | 11 anos | | Coordenador de Epidemiologia |
| | 35 | B2 | Biomedicina | 14 anos | Especialização | Biomédica |

Quadro 1: perfil dos juízes da área da saúde.

O segundo grupo foi denominado “juízes de outras áreas”, e se fez necessário

no andamento para a validação da cartilha pela importância da avaliação do conteúdo e aparência no que se refere à transmissão de saberes e do processo de construção cultural; linguagem, da mensagem que se quer passar, grafia, comunicação visual. A finalidade é que o material educativo seja adequado para o público. Foram convidados para formar esse grupo 1 biólogo, 1 assistente social e 1 pedagogo (a).

No **Quadro 2** são apresentados os resultados referentes a profissão, idade, código, área de formação, tempo de formação, titulação e função/cargo. Para identificação dos juízes especialistas em outras áreas foram utilizadas as letras OA1, OA2 e OA3.

| Profissão | Idade | Código | Área de Formação | Tempo de Formação | Titulação | Função/ Cargo |
|-----------------------|-------|--------|------------------|-------------------|----------------|---|
| Serviço Social | 29 | OA1 | Serviço Social | 6 anos | Especialização | Coordenadora de Vigilância em Saúde |
| Biólogo | 38 | OA2 | Biologia | 15 anos | Doutorado | Professora especialista em saúde da Amazônia. |
| Pedagoga | 31 | OA3 | Pedagogia | 2 anos | | Pedagoga |

Quadro 2: perfil dos juízes de outras áreas.

Todos os juízes são adultos, com idade entre 27 a 43 anos, tempo de formação no mínimo 2 e no máximo 17 anos. Quanto, à titulação a maior é de mestrado.

3.3 Validação quantitativa da tecnologia educativa

A validação de conteúdo de um instrumento analisa de forma minuciosa se os itens propostos estabelecem uma amostra representativa do assunto que se pretende medir (15). Ou seja, para a validação de conteúdo de um instrumento de medida deve-se explorar, de modo eficaz, os quesitos para mensuração de determinado conteúdo a ser investigado (16).

Um instrumento é validado quando múltiplas medidas são aplicadas a fim de responder a uma única questão de pesquisa. Quanto maior o número de compatibilidade de resultados proporciona-se maior confiabilidade e validade nos resultados do estudo. De acordo com os valores empregados em outros estudos o valor da concordância entre os juízes-especialistas será considerado de 80%(17).

A Tabela 1 obedece à ordem do questionário de avaliação conforme a divisão dos blocos de itens e questões julgadas.

| BLOCO 1 | TA | A | PA | I | IVC | % |
|-----------------|-----------|----------|----------|----------|-------------|------------|
| 1.1 | 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 1.2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 1.3 | 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 1.4 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0,8 | 80% |
| 1.5 | 7 | 3 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| SUBTOTAL | 43 | 5 | 2 | 0 | 0,96 | 96% |

| BLOCO 2 | TA | A | PA | I | IVC | % |
|-----------------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|------------|
| 2.1 | 7 | 3 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 2.2 | 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 2.3 | 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 2.4 | 8 | 2 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 2.5 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 2.6 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 2.7 | 6 | 4 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 2.8 | 4 | 6 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 2.9 | 8 | 2 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 2.10 | 7 | 1 | 2 | 0 | 0,8 | 80% |
| 2.11 | 7 | 1 | 2 | 0 | 0,8 | 80% |
| 2.12 | 7 | 2 | 1 | 0 | 0,9 | 90% |
| SUBTOTAL | 92 | 23 | 5 | 0 | 0,95 | 95% |

| BLOCO 3 | TA | A | PA | I | IVC | % |
|--------------------------|------------|-----------|----------|---------------|-------------|------------|
| 3.1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 3.2 | 7 | 3 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 3.3 | 8 | 2 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 3.4 | 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 100% |
| 3.5 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0,8 | 80% |
| SUBTOTAL | 42 | 6 | 2 | 0 | 0,96 | 96% |
| TOTAL | 177 | 34 | 9 | 0 | | |
| PORCENTAGEM GERAL | | | | 95,90% | | |

Escores: TA=Totalmente adequada, A=Adequada, PA=Parcialmente adequada, I= Inadequada.

Tabela 1: Ordem das respostas dos juízes de acordo com objetivos, estrutura e apresentação, relevância e nível percentuais de aprovação de cada item.

Fonte: validação de tecnologia educacional (PINTO E NASCIMENTO, 2017).

A Tabela 1 apresenta os níveis percentuais de concordância entre os juízes-especialistas ordenados por itens em cada bloco. Nesse processo da validação as respostas foram consideradas válidas, pois, alcançaram valor igual ou maior que 80%, como mostra

a literatura (17) .

Para calcular a porcentagem por base de escore (TA, A, PA, I) multiplica-se o subtotal de um escore por 100 e em seguida divide pela soma dos mesmos.

Para avaliação completa da cartilha, calcularam-se os valores do subtotal de TA e A de cada bloco.

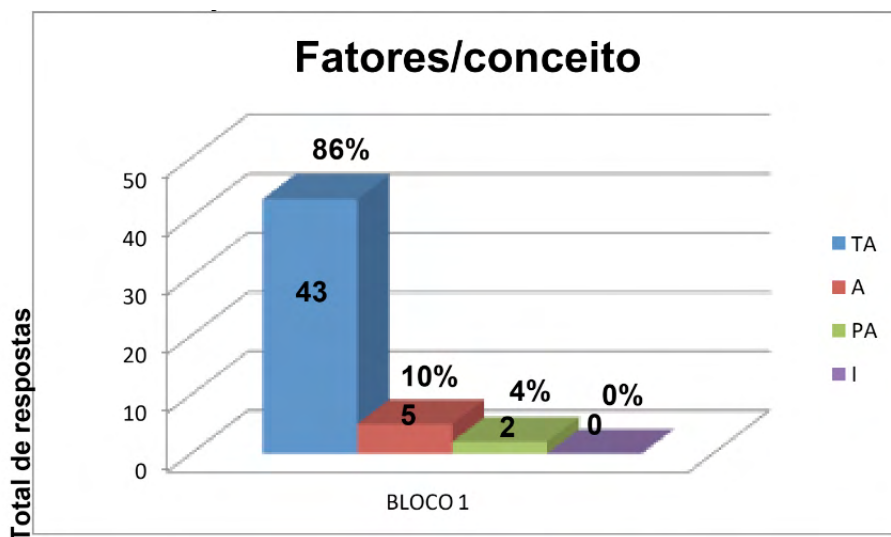
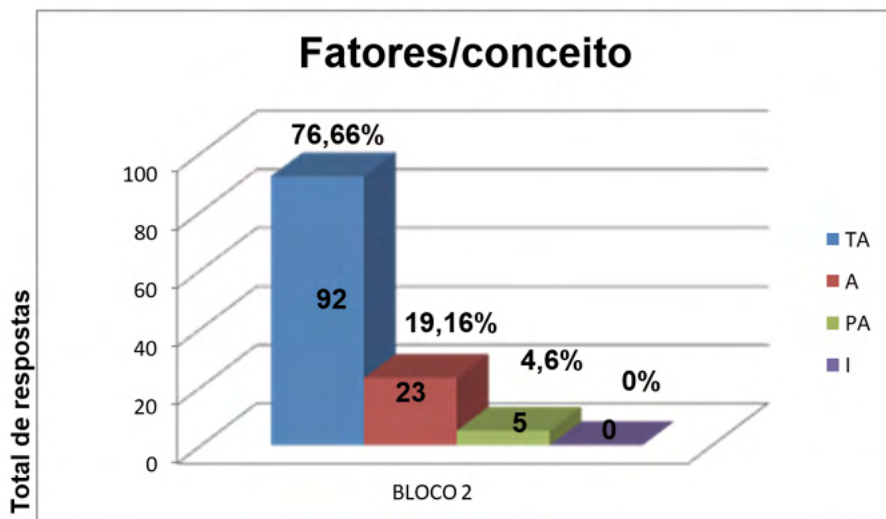
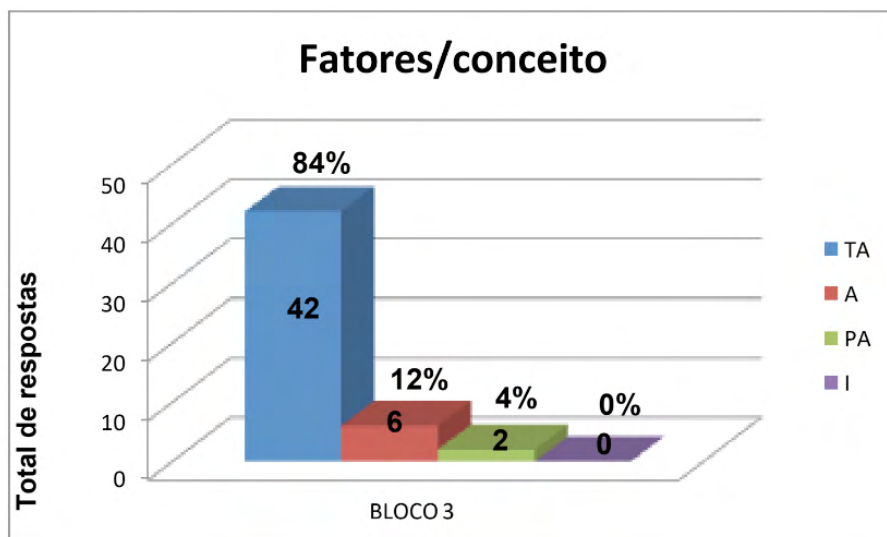


Gráfico 1: quantidade e percentual acumulado dos resultados apresentados pelos juízes-especialistas sujeitos da pesquisa como avaliadores. Bloco 1- Objetivo.

BLOCO 1: Objetivo — Esse bloco avalia os propósitos, metas e/ou fins a serem atingidos com a utilização da cartilha. De acordo com a análise das respostas desse bloco obtivemos 43 (86%) respostas no item 1 (TA — Totalmente Adequado), 5 (10%) no item 2 (A — Adequado), 2 (4%) no item 3 (PA — Parcialmente Adequado) e 0 (0%) para o item 4 (I — Inadequado). De acordo com as respostas acima, que corresponde ao total de 50 (100%), 43 (96%) foram para as respostas TA e A, afirmando que a cartilha é adequada quanto aos objetivos.



BLOCO 2: Estrutura e apresentação — Refere-se à forma de apresentar as orientações. Isto inclui sua organização geral, estrutura, estratégia de apresentação, coerência e formatação. Desta forma as respostas obtidas desse bloco foram 92 (76,66%) para o item 1 (TA — Totalmente adequado), 23 (19,16%) para o item 2 (A — Adequado), 5 (4,6%) para o item 3 (PA — Parcialmente Adequado) e 0 (0%) para o item 4 (I — Inadequado). Das 120 (100%) respostas desse bloco, 115 (95,82%) foram obtidas para TA e A, o que indica que a cartilha é válida quanto à estrutura e apresentação.



BLOCO 3: Relevância — Este bloco refere-se às características que avaliam o grau de significância da cartilha. As respostas obtidas neste bloco foram 42 (84%) para o item 1 (TA — Totalmente Adequado), 6 (12%) para o item 2 (A — adequado), 2 (4%) para o item 3 (PA — Parcialmente adequado) e 0 (0%) para o item 4 (I — inadequado). Desta forma, das 50 (100%) respostas dos itens desse bloco, 48 (96%) foram para TA e A, comprovando que a cartilha é válida quanto à sua relevância.

Diante desse resultado, para o primeiro bloco, houve concordância entre os juízes e pode-se afirmar que a cartilha é adequada quanto aos objetivos que propõe, renunciando

a um fim que se quer alcançar com o material educativo: Os Geo-helmonstros.

No bloco 2 - estrutura e apresentação do gibi - foi o componente de construção com maior quantidade de itens a serem julgados, totalizando 120 (100%) respostas, sendo que 115 (95,82%) foram obtidas para TA e A, o que indica que a cartilha é válida quanto a estrutura e apresentação como foi citado anteriormente.

Neste bloco foram apontados erros ortográficos e confusões na sequência de apresentação das falas na cartilha. Desse modo, a cartilha foi reavaliada quanto à questão ortográfica e enviada ao *designer* para correções dos erros citados. É válido ressaltar que no processo de validação de instrumentos submetidos à avaliação de profissionais peritos no assunto, cabe sugerir, corrigir, acrescentar ou modificar os itens (15). Cada item tem sua relevância para que o material educativo não chegue inapropriado ao público-alvo.

No bloco 3, foi confirmado que a cartilha é válida quanto à relevância. As sugestões dos juízes-especialistas demonstram satisfação pela cartilha quanto a escrita e linguagem apresentada, assim como pela forma didática e concisa, além de possuir uma enorme relevância para a educação sanitária. Em suma, a concordância entre os juízes-especialistas superou o esperado.

Entender a ideia de tecnologia em enfermagem é um desafio para uma profissão cujo foco é o indivíduo. No entanto, a tecnologia não pode ser entendida como um padrão de cuidado oposto ao humano, mas, sobretudo, uma causa e objeto em função do ser humano. A tecnologia pode ser um fator que humaniza, mesmo nas áreas mais tecnologicamente intensas de cuidado em saúde (18).

A TCE pode intensificar a vida saudável e o bem-estar, envolvendo um cuidar-educar qualificado, possibilitando à pessoa que recebe e a utiliza adquirir conhecimento sobre si e sobre o meio em que vive, podendo desenvolver mudanças nesse meio e em seu comportamento (19).

3.4 Comentários e sugestões dos juízes-especialistas

Os participantes consideraram a linguagem, o design e as informações adequadas de acordo com os objetivos especificados, e em relação à contribuição para a construção de conhecimentos e aprendizado houve predomínio de concordância para aprovação da cartilha.

Os estudos de validação de tecnologia com juízes especialistas permitem o aperfeiçoamento e a atualização das equipes de saúde além de serem peças importantes na formação do pensamento crítico (20). Após a análise da cartilha pelos juízes-especialistas, foram apresentadas algumas sugestões fundamentadas nos seus próprios conhecimentos e experiências que se revelam de extrema relevância nessa pesquisa, onde alguns juízes sugeriram mudança na escrita, na ortografia e na numeração das falas.

Posteriormente ao entendimento dos comentários, sugestões e análise da escala de LIKERT, a tecnologia foi enviada novamente ao *designer* para realizar as modificações no

conteúdo e na forma da tecnologia para o melhor entendimento e orientação da população quanto ao tema abordado. O estilo de tecnologia impresso serve como instrumento de fácil acesso para ser utilizado em práticas de educação em saúde e facilitam o ensino/aprendizado do público-alvo (21).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desejo de realizar a pesquisa com essa temática se deu após uma experiência acadêmica, onde vivenciamos o atendimento de populações em situação de vulnerabilidade em uma comunidade ribeirinha e percebemos um alto índice de doenças parasitárias, fato esse que nos impulsionou a criar e validar uma tecnologia educacional voltada a prevenção de doenças causadas por geo-helminthos.

O objetivo geral de identificar as dimensões reveladas no processo de construção da tecnologia foi identificado e alcançado. E os objetivos específicos de validar uma tecnologia do tipo (cartilha) para prevenir a população quanto as doenças parasitárias, foi considerado estatisticamente válido para ser usado com a população segundo os juizes-especialistas.

A construção da cartilha de forma participativa nos revelou a realidade da população ribeirinha quanto ao baixo índice socioeconômico, as barreiras geográficas e ausência de políticas públicas. Já o processo de validação foi essencial para concluirmos que apesar dos comentários e sugestões dos juizes-especialistas a tecnologia teve 95,90% de aceitação. Os resultados evidenciaram que a tecnologia do tipo (cartilha) é um instrumento estatisticamente válido por ter atingido um grau de concordância a cima do proposto que era de 80% de acordo com a literatura.

A perspectiva é que a cartilha ajude como um instrumento de prevenção das doenças parasitárias causadas por geo-helminthos. As tecnologias educacionais são primordiais para a execução da educação em saúde, fazendo com que o profissional de enfermagem exerça um papel importante no processo de ensino/aprendizagem.

REFERÊNCIAS

1. Pojo EC, Elias LGD, Vilhena MN. A água e os ribeirinhos – Beirando sua cultura e margeando seus saberes. Rev. Margens Interdisciplinar. [Internet]. 2014[acesso em 2020 abril 24];8 (11): 176- 198. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18542/rmi.v8i11.3249>
2. Gomes KM, Cerqueira LE, Sarges ES, Souza FG, Ribeiro CHMA, Melo MFC, et al. Anemia e parasitoses em comunidade ribeirinha da Amazônia Brasileira. Revista Brasileira de Análises Clínicas. [Internet]. 2016[acesso em 2020 junho 02];48(4):389-93. Disponível em: <https://doi:10.21877/2448-3877.201600428>
3. Basso RMC, Ribeiro RTS, Soligo DS, Ribacki SI, Jacques SMC, Zoppas BCA. Evolução da prevalência de parasitoses intestinais em escolares em Caxias do Sul-RS. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. [online]. 2008[acesso em 2020 março 25]; 41(3):263-68. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822008000300008>

4. BRASIL. Ministério da Saúde. Guia Prático para o Controle das Geo- helmintíases. Brasília: MS, 2018. Disponível em: <http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_pratico_controle_geohelmintias.pdf>. Acesso em 17 de março de 2020.
5. Neves DP. Parasitologia Humana. 11.ed. São Paulo: Atheneu; 2005. 494 p.
6. Rey L. Parasitologia: parasitos e doenças parasitárias do homem nos trópicos ocidentais. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2008. 883 p.
7. BRASIL. Ministério da saúde. Saúde da família: uma estratégia para a reorientação do modelo assistencial. Brasília: MS, 1997. Disponível em: <http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cd09_16.pdf>. Acesso em 24 de março de 2020.
8. Moreira AP, Sabóia VM, Camacho ACLF, Daher DV, Teixeira E. Jogo educativo de administração de medicamentos: um estudo de validação. Rev. Bras. Enferm. [Internet]. 2014[acesso em 2020 abril 20]; 67 (4): 528-34. Brasília. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-7167.2014670405>
9. Freitas FV, Rezende Filho LA. Modelos de comunicação e uso de impressos na educação em saúde: uma pesquisa bibliográfica. Interface (Botucatu) [online]. 2011[acesso em 2020 maio 10]; 15 (36):243-55. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-32832010005000044>
10. Reberte LM, Hoga LAK, Gomes ALZ. O processo de construção de material educativo para a promoção da saúde da gestante. Rev. Latino-Am. Enfermagem [online]. 2012 [acesso em 2020 maio 11]; 20 (1): 101-108. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-11692012000100014>
11. Rodrigues RM, Couto C, Moraes VC, Prado GP. Parasitoses intestinais: intervenção educativa em escolares. VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL), 22 a 24 de maio, 2013[acesso em 2020 março 30]; Disponível em: http://san.uri.br/sites/anais/erebio2013/poster/13331_82_geisa_percio_do_prado.pdf
12. Araujo N, Laburu CE. Uma análise da validação e confiabilidade da escala de opiniões da seleção de experimentos de química (EOSEQ). Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. Belo Horizonte. [Internet]. 2009[acesso em 2020 nov 28]; 11(2):199-220. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S198321172009000200199&scri pt=sci_abstract&tlng=pt
13. Franco EC, Santo CE, Arakawa AM, Xavier A, França ML, Oliveira NA, et al. Promoção da saúde da população ribeirinha da região amazônica: relato de experiência. Rev. CEFAC. [Internet]. 2015 [acesso em 2020 Nov 30]; 17(5): 1521-30. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-0216201517518714>
14. Backes DS, Colomé JS, Erdmann RH, Lunardi VL. Grupo focal como técnica de coleta e análise de dados em pesquisas qualitativas. O mundo da saúde. São Paulo. 2011[acesso em 2020 nov 29];35(4):438-42. Disponível em: <http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/88/10_GrupoFocal>
15. Perroca MG. Development and content validity of the new version of a patient classification instrument. Rev Latino-Am Enfermagem [Internet]. 2011 [acesso em 2020 nov 29]; 19(1):58-66. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v19n1/pt_09.pdf
16. Bellucci Jr JA, Matsuda LM. Construção e validação de instrumento para avaliação do Acolhimento com Classificação de Risco. Rev. Bras. Enferm. [Internet]. 2012 [acesso em 2020 nov 29]; 65(5):751-7. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reben/v65n5/06.pdf>>

17. Nascimento MHM, Teixeira E. Tecnologia educacional para mediar o acolhimento de “familiares cangurus” em unidade neonatal. *Rev. Bras. Enferm* [Internet]. 2018[acesso em 2020 nov 22];71(Suppl 3):1290-7. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0156>
18. Barbosa SFF, Dal Sasso GTMD, Berns I. Enfermagem e tecnologia: análise dos grupos de pesquisa cadastrados na plataforma Lattes do CNPq. *Texto Contexto Enferm*. [Internet]. 2009 [acesso em 2020 nov 29]; 18(3):443-8. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v18n3/a06v18n3.pdf>
19. Salbego C, Nietschel A, Teixeira E, Girardon-Perlini NMO, Wildl CF, Ilha S. Tecnologias cuidativo-educacionais: um conceito emergente das práxis de enfermeiros em contexto hospitalar. *Rev. Bras. Enferm*. [Internet]. 2018[acesso em 2020 nov 30];71(Suppl 6):2666-74. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0753>
20. Santos NP. Criação e validação de website para o enfrentamento da aedes aegypti. [monografia].2018.109 f, p.46. Dissertação. (Mestrado profissional em gestão e serviços em saúde), Fundação Santa Casa de Misericórdia do Pará, diretoria de ensino e pesquisa, Belém-PA, 2018.
21. Assunção APF, Barbosa CR, Teixeira E, Medeiros HP, Tavares IC, Sabóia VM. Práticas e Tecnologias no Cotidiano de Enfermagem da Estratégia Saúde da Família. *Rev. Enferm UFPE. Recife*. [Internet]. 2013 [acesso em 2020 nov 30]; 7(11):6329-35. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/download/12276/14927>

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

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 08/11/2021

Sérgiane Mara Campos Pereira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul –
UFRGS, Faculdade de Direito
Porto Alegre – RS
<http://lattes.cnpq.br/7236752143869106>

Laura Koenig Schmitt

Universidade Federal do Rio Grande do Sul –
UFRGS, Faculdade de Engenharia de Materiais
Porto Alegre – RS

Hellena Silva Leão

Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre – UFCSPA, Faculdade de
Psicologia
Porto Alegre – RS
<http://lattes.cnpq.br/3559915400646852>

RESUMO: O presente relato tem como objetivo apresentar o trabalho realizado pelo projeto E.LAS na comunidade Casa de Referência Mulheres Mirabal na qual desenvolveu-se o alvo do projeto, o Quitutes Mirabal. Através desta parceria notou-se diversas lacunas sociais e tecnológicas na comunidade, que, em um primeiro momento, limitaram o desenvolvimento de iniciativas empreendedoras na comunidade. Ao longo do período de distanciamento social desenvolve-se metodologias que se mostraram adequadas para o prosseguimento das atividades remotas com as mulheres em vulnerabilidade social e assim pode-se trabalhar, também, a autonomia das

quituteiras na gerência de produções associadas para datas comemorativas.

PALAVRAS-CHAVE: empreendedorismo social; atividades remotas; exclusão digital; mulheres em situação de vulnerabilidade social.

DIGITIZATION OF QUITUTES MIRABAL IN PARTNERSHIP WITH THE E.LAS PROJECT FROM ENACTUS UFRGS DURING THE COVID-19 PANDEMIC

ABSTRACT: This report aims to present the work carried out by the E.LAS project in the community Casa de Referência Mulheres Mirabal in qualifying as the target of the project, Quitutes Mirabal. Through this partnership, several social and technological gaps in the community were noted, which, at one time, limited the development of entrepreneurial initiatives in the community. Throughout the period of social distancing, methodologies that are located for the continuation of remote activities are developed and thus it is possible to work, also, the autonomy of delicacies in the output of associated productions for commemorative data.

KEYWORDS: Social entrepreneurship; remote activities; digital exclusion; women in situations of social vulnerability.

1 | INTRODUÇÃO

Cabe contextualizar que o Projeto E.las da Enactus UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e o Quitutes Mirabal trabalham em parceria desde o final

de outubro de 2018, sendo inicialmente em uma perspectiva de produção e vendas de artigos alimentícios de maneira presencial, visando a geração de renda para mulheres em situação de vulnerabilidade socioeconômica residentes no município de Porto Alegre/RS. O Quitutes Mirabal nasceu fruto de uma oficina de culinária terapêutica dentro da Casa de Referência Mulheres Mirabal, um espaço de acolhimento para mulheres vítimas de violência, especialmente doméstica, e seus filhos.

A partir das aulas com uma professora de culinária, apoiadora da Casa e que atualmente é *Stakeholder* do Projeto E.las, as acolhidas viram na atividade uma forma de captação de recursos de maneira protagonista. Dessa forma, a ambição era consolidar o projeto de maneira que a produção pudesse ser destinada a vendas locais, em comércios parceiros no município. Dentro desta perspectiva, o Projeto E.las esteve ativo auxiliando na captação de parcerias para a formulação do *branding* do Quitutes Mirabal, bem como a partir da inscrição de editais para a estruturação da cozinha de produção.

Apesar de inúmeros avanços e conquistas, ambos os projetos, E.las e Quitutes, foram atravessados pela pandemia da SARS-CoV-2 (COVID-19) no ano de 2020. A modalidade de distanciamento social impedia tanto uma produção conjunta na Casa de Referência, quanto o acompanhamento próximo das atividades por parte do Projeto E.las.

Insta salientar, que quando se trata de tecnologia ainda existem condições socioculturais que dificultam ou restringem o acesso das mulheres, às excluindo digitalmente (BERRÍO- ZAPATA, 2020). A maior parte das mulheres envolvidas no projeto pertencem a parte dos 28% dos domicílios que não possuem acesso à internet (MARCON, 2020) e por este motivo a digitalização do Quitutes Mirabal não foi um desafio qualquer.

Logo, surgiram inúmeros desafios para a manutenção do trabalho desenvolvido há mais de dois anos com a comunidade, dentre eles estavam: a baixa inserção tecnológica das quituteiras, o que dificultava a comunicação em todos os aspectos; a manutenção das atividades de vendas, em um contexto de pequeno negócio, sem nenhuma estrutura digitalizada; e a inexperiência por parte do Projeto E.las em fornecer o suporte empreendedor de maneira distanciada.

2 | OBJETIVO

Desta maneira, temos por objetivo apresentar a parceria do Projeto E.las da Enactus UFRGS e do Quitutes Mirabal, bem como esclarecer o caminho percorrido no processo de digitalização do projeto Quitutes Mirabal no cenário da pandemia do COVID-19. Também visamos retratar nossos pontos de fragilidade ainda presentes, a fim de promover o debate acerca de alternativas para situações que possam ser comuns em demais projetos da rede Enactus. Assim, acreditamos que estaremos mais próximos da construção sedimentada de projetos inovadores e sustentáveis.

3 | METODOLOGIA

Imediatamente após o anúncio das primeiras restrições de mobilidade em Porto Alegre, o Projeto E.las buscou definir encontros periódicos - em sua maioria, quinzenalmente - com a principal *Stakeholder*, a professora de culinária do Quitutes Mirabal, assim como com a coordenação da Casa de Referência, para definir os rumos das atividades. As reuniões se davam via a plataforma de reuniões Google Meet e contavam com a presença dos membros do Projeto E.las, a *stakeholder* e, esporadicamente, alguém representando a coordenação da Casa.

À medida que os diálogos evoluíram, foi proposta a ideia de viabilizar as vendas do Quitutes Mirabal por meio de uma rede social própria da marca, no Instagram. Neste momento, as quituteiras participantes já não eram todas residentes da Casa, algumas tinham suas próprias moradias, o que tornava a produção deveras ramificada, em termos geográficos. Apesar do cenário desafiador, a transposição da lógica do Quitutes Mirabal para o âmbito do Instagram foi aceita e, a partir dali, completamente encabeçada pelo Projeto E.las.

Ficamos responsáveis por estruturar a rede social - a partir da identidade visual desenvolvida pela parceria adquirida meses antes: com a Empresa Júnior Faísca, da UFRGS - o que foi de fato feito. Em junho de 2020 o Instagram @quitutes.mirabal ia ao ar com a missão de promover a geração de renda com propósito social por outros canais. Para tanto, foram necessários alguns cuidados como a revisão de todos os primeiros *posts* por parte da stakeholder, visando o consentimento da coordenação para as informações - e formas de estruturação das mesmas - elaboradas por nós, visto a importância do respeito para com a ideologia do movimento social que rege a Casa de Referência e da fiel representação do projeto Quitutes Mirabal também no Instagram.

Durante o período de digitalização do Quitutes Mirabal percebeu-se que umas das maiores dificuldades de levar o projeto para uma plataforma que, por hora, era inacessível para parte das mulheres envolvidas na produção dos quitutes era a representatividade. Visto que a precariedade do acesso à tecnologia por parte da comunidade impedia que a mesma estivesse presente em todas as etapas do processo, desde a idealização dos *posts* para a página na rede social Instagram até a interação com os clientes para realizar as vendas.

Para solucionar este déficit procurou-se então a validação das mulheres responsáveis pela gestão da Casa de Referência Mulheres Mirabal para garantir, não apenas o respeito às quituteiras, mas também à relação do Quitutes Mirabal com a Casa e as características do Movimento Olga Benário. Além disso, a conta do Instagram destinada às vendas do Quitutes Mirabal também teve importância durante o período de distanciamento social, pois promoveu a produção individual das mulheres associadas ao projeto.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de contextualizar, ao longo do período de vínculo com a casa, o projeto E.las atuou em diversas frentes para estimular o empreendedorismo das mulheres que integravam o Quitutes Mirabal. A atuação presencial possibilitou ações pontuais para estruturação de um ambiente adequado para a produção dos quitutes, como ocorreu em novembro de 2019 quando, por meio dos recursos recebidos pelo edital “Alimentação em Foco”, da Fundação Cargill, foram feitas reformas na rede elétrica e na estrutura da cozinha da Casa. Ainda em 2019, foi realizado um evento para o lançamento do Quitutes Mirabal em Porto Alegre em que se mostrou o primeiro cardápio para clientes e amigos.

Tendo em vista o contexto de criação do Quitutes Mirabal, em uma Casa vinculada à movimentos sociais que se opõem ao sistema econômico capitalista e a forma como são organizadas diversas estruturas econômica e sociais, o projeto E.las precisou adequar sua atuação na comunidade. Termos amplamente utilizados na rede Enactus para tratar sobre empreendedorismos social foram vistos como divergências entre os projetos e para que o desenvolvimento da parceria não fosse afetado, uma vez que as duas iniciativas têm o mesmo objetivo que é a emancipação financeira de mulheres em situação de vulnerabilidade econômico e social. Além da questão de fala, o desenvolvimento do empreendedorismo dentro da Casa também foi uma problemática a ser trabalhada.

Ao focar no processo de desenvolvimento orgânico das mulheres em situação de vulnerabilidade, deixou-se de lado a ânsia que acompanha numerosos projetos de empreendedorismo e assumiu-se que, cada integrante da comunidade deveria ser o vetor do seu próprio desenvolvimento e sempre em conjunto com as demais quituteiras, já que a produção associada seria o modelo de negócio mais coerente com a ideologia da Casa. Assim manteve-se o vínculo entre o Projeto E.las e o Quitutes Mirabal e ao longo de 2019 trabalhou-se em prol da instauração da marca. Desenvolve-se, em parceria pro bono com empresas juniores da Faculdade Federal do Rio Grande do Sul, a logomarca do Quitutes e tabelas nutricionais para os produtos mais vendidos, como MiraBrownie.

Com a chegada da pandemia de COVID-19 as atividades do Quitutes Mirabal, assim como de uma parcela considerável da sociedade, foram paralisadas em prol do distanciamento social para conter os danos da pandemia. Sem o vislumbre do fim do contágio pelo vírus, viu-se a necessidade de inovar a atuação do Projeto E.LAS na comunidade e então percebeu-se, ainda mais, a carências de tecnologia das mulheres integrantes do Quitutes Mirabal e iniciou-se uma nova fase dos projetos.

Com o passar do tempo e a falta de perspectiva de retomar as atividades presenciais, tanto do Quitutes Mirabal quanto do Projeto E.LAS iniciou-se uma nova fase de ambos projetos. Por meio de reuniões online retomamos o contato com a comunidade quinzenalmente para, junto com a *stakeholder*, estruturar a produção de quitutes para a campanha de Dia das Mães.

Nestes encontros percebemos a oportunidade de desenvolver uma nova face do E.las com a aplicação de oficinas do interesse da comunidade e relacionadas a temas pertinentes a produção associada de comida. Em um primeiro momento os assuntos abordados foram trabalho em equipe e técnicas de vendas, tendo em vista que muitas das quituteiras já haviam se envolvido em atritos durante as produções conjuntas e outras não sabiam como vender seus produtos para outras pessoas de forma efetiva.

Ao longo dos encontros online os abismos sociais e tecnológicos existentes entre a comunidade e a idealização de um mundo remoto pós pandemia foram evidenciados. A digitalização de negócios durante o período de distanciamento social surgiu como uma solução que, aparentemente, poderia abrigar todas as atividades econômicas comercializáveis, mas não se levou em consideração aqueles que não dispõem de acesso a aparelhos celulares e internet. Durante as oficinas nos deparamos com cenários nada favoráveis ao aprendizado remoto, como ambientes tumultuados, aparelhos estragados e mães solo que davam suas contribuições às pautas em meio a choros de crianças.

As reuniões *online* do Quitutes Mirabal foram construídas em meio à adversidade de se viver em um país desigual que não ampara mulheres vítimas de violência em vulnerabilidade social. Destes momentos, que aos poucos foi incluindo novas quituteiras, resultaram em, até o momento, uma campanha de produção de quitutes para o dia das mães, outra para o dia dos namorados, algumas rodas de conversa, o início de um estatuto para reger o Quitutes Mirabal e o tão almejado espírito empreendedor por parte das quituteiras.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após mais de dois anos em contato com a comunidade das mulheres da Casa de Referência Mulheres Mirabal, por meio da parceria com o projeto Quitutes Mirabal, o time mapeou as necessidades da comunidade, sendo estas: maior conhecimento sobre assuntos relacionados à gerência de um negócio; apoio para realização das vendas de quitutes via canais digitais; e suporte para gerir a marca Quitutes Mirabal, visando, por este meio, garantir autonomia social e geração de renda.

Descobrimos que manter encontros por vídeo chamada frequentes com a comunidade é muito benéfico para a evolução do projeto e para a motivação das mulheres, sentimento muitas vezes difícil de se manter em meio à pandemia e ao isolamento social. Ademais, concluímos que a melhor forma de trocar conhecimentos acerca de assuntos como vendas e trabalho em equipe (úteis para a melhor gestão do negócio da comunidade), são oficinas curtas, por meio digital.

Visto isso, notamos, também, a necessidade de a comunidade ter mais amplo acesso à internet, em uma perspectiva onde ela sofre com a exclusão digital. Em relação às vendas na conjuntura pandêmica, após 10 meses utilizando as redes sociais para este

fim, aprendemos que a forma mais eficaz de captar lucro é utilizando a plataforma do Instagram para divulgar grandes campanhas de vendas nas datas comemorativas (como Natal, Páscoa, Dia das Mãe, etc), e, para isso, é benéfico que se mantenha uma frequência alta de postagens para aumentar o alcance da conta.

O trabalho com a comunidade segue sendo realizado, mas neste novo ciclo o objetivo principal é promover ações com foco em estruturar o Quitutes de forma que as mulheres da comunidade tenham os recursos necessários para gerir a produção associada, em meio a pandemia e de forma digitalizada, sem a necessidade de outras frentes, como o Projeto E.LAS e a coordenação da Casa.

REFERÊNCIAS

BERRÍO-ZAPATA, Cristian. Et al. Exclusión digital de género: rompiendo el silencio en la ciencia de la información. Rev. Interam. Bibliot. Medellín Colombia) Vol. 43, número 1/enero- abril 2020. Disponível em <<https://doi.org/10.17533/udea.rib.v43n1eRv1>>. Acesso em 31 de Maio de 2021.

MARCON, Karina. INCLUSÃO E EXCLUSÃO DIGITAL EM CONTEXTOS DE PANDEMIA: QUE EDUCAÇÃO ESTAMOS PRATICANDO E PARA QUEM?. Criar Educação, Criciúma, v. 9, n°2, p. 80/103. Edição Especial 2020. Disponível em <<http://periodicos.unesc.net/criaredu/article/view/6047>>. Acesso em 31 de Maio de 2021.

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

Data de aceite: 01/12/2021

Karolina Duarte Junqueira

Mestranda em Ciências da Saúde pela
Universidade Federal de Goiás (HC/UFG)
Goiânia – GO, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8336219275540045>

Matheus Carvalho Pereira Santiago

Especialista em Fisioterapia Cardiopulmonar e
Terapia Intensiva pela Pontifícia Universidade
Católica de Goiás (PUC/GO)
Goiânia – GO, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7886969445186902>

Aline Alves da Silva

Mestre em Ciências da Saúde pela
Universidade Federal de Goiás (HC/UFG)
Goiânia – GO, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7850854224431296>

Yago da Costa

Especialista em em Urgência e Emergência no
Hospital das Clínicas da Universidade Federal
de Goiás (HC/UFG)
Goiânia – GO, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0609042702941507>

Ana Cláudia Antônio Maranhão Sá

Doutora em Ciências da Saúde, Professora
Adjunta do Curso de Fisioterapia da
Universidade Federal de Goiás (UFG)
Goiânia – GO, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7314060768768924>

RESUMO: Justificativa e Objetivos: Estado funcional é a capacidade do indivíduo de

manter suas habilidades físicas e mentais, permitindo-o viver de forma independente. Sabe-se que a independência funcional dos pacientes prolongadamente internados é prejudicada. O objetivo desse estudo é analisar a produção bibliográfica na área da saúde sobre a capacidade funcional de pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva após alta dessa unidade. Métodos: Trata-se de uma pesquisa documental, realizada através de uma revisão sistemática integrativa da literatura. A busca ocorreu nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2016. Foram levantadas referências nos idiomas português e inglês relacionadas ao tema proposto, publicados entre os anos de 2005 a 2016. Conclusão: Há decréscimo da funcionalidade e conseqüente diminuição da qualidade de vida dos pacientes após a alta da Unidade de Terapia Intensiva, principalmente no que diz respeito à locomoção e da qualidade de vida em comparação com a população em geral.

PALAVRAS-CHAVE: UTI, Funcionalidade, Capacidade funcional, Estado Funcional. Independência Funcional.

FUNCTIONAL STATUS OF PATIENT AFTER INTENSIVE CARE UNIT DISCHARGE

ABSTRACT: Background and Objectives: Functional Status is the individual capacity to maintain their own physical and mental abilities, allowing them to live independently. Its known that the functional status of long term hospitalized patients is impaired. This study aims to analyze the bibliographic production on the functional capacity of patients in intensive care units after

discharge. Methods: It's a documentary survey conducted by an integrative systematic review of the literature. The research occurred from October to December 2016. Conclusion: There is a functionality decrease and consequent reduction in life quality of patients after the ICU discharge, mostly in locomotion and life quality compared to the general population.

KEYWORDS: ICU, Patient Discharge, Functional Status, Functional Capacity.

INTRODUÇÃO

O Ministério da Saúde, na Política de Atenção à Saúde do Idoso, define o estado funcional como a capacidade do indivíduo de manter todas as habilidades, sejam elas físicas ou mentais, necessárias para viver de forma autônoma e independente, ou seja, de realizar as suas atividades de vida diária (AVDs)(SAÚDE, 1999). O conceito de capacidade funcional é complexo, pois envolve outros conceitos como os de incapacidade, desvantagem, deficiência, autonomia e independência(ROSA et al., 2003).

As alterações de funcionalidade ocorrem por diversos motivos, além do tempo prolongado de internação, existem também as inúmeras intervenções, inflamações e infecções sistêmicas, uso de medicamentos, glicemia em descontrole, tempo prolongado em ventilação mecânica e imobilismo. O desuso e a imobilidade podem levar a um declínio da massa muscular, reduzindo-a pela metade em menos de duas semanas(SILVA; MAYNARD; CRUZ, 2010).

Atualmente, profissionais da área da saúde tem se preocupado em abordar o perfil do paciente crítico após a alta da Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Sabe-se que dois terços dos sobreviventes apresentam boa capacidade funcional após seis meses da alta da UTI(MORAES; FONSECA; LEONI, 2005).

A independência funcional, nos pacientes críticos, prolongadamente internados, principalmente nas UTIs, diminui devido ao próprio tempo de internação, uso de bloqueadores neuromusculares, imobilismo, pela própria enfermidade, entre outros fatores(CURZEL; JUNIOR; RIEDER, 2013). O imobilismo, particularmente, promove diminuição da síntese de proteína muscular e consequente diminuição da massa muscular, principalmente nos membros inferiores(SANDERS et al., 2012).

Este estudo teve como objetivo analisar a produção bibliográfica na área da saúde sobre a capacidade funcional de pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva após alta dessa unidade.

METODOLOGIA

O presente estudo tratou-se de uma Pesquisa Documental, realizada através de uma revisão sistemática integrativa da literatura. A revisão bibliográfica sistemática é utilizada para buscar, através de evidências científicas, dados e informações possam ser utilizados na otimização do processo de tomada de decisões na saúde. É dividida entre meta-análise,

revisão sistemática, revisão qualitativa ou revisão integrativa (GRUPO ANIMA EDUCAÇÃO, 2014). Foram seguidos os sete passos da revisão bibliográfica sistemática (FIGURA 1)



Figura 1. Sete passos da revisão bibliográfica sistemática

Foi levantada a questão chave do estudo: “Qual o estado funcional do paciente após alta imediata da Unidade de Terapia Intensiva?” As bases de dados utilizadas para localização dos artigos foram a BVS (Biblioteca Virtual de Saúde) – MEDLINE, PUBMED, SCIELO E LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde).

A busca foi realizada nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2016. Foram levantadas referências nos idiomas português e inglês relacionadas ao tema proposto, publicados entre os anos de 2005 a 2016.

Foram usadas as seguintes palavras-chave (unitermos): UTI; Alta; Funcionalidade; Capacidade funcional; Estado Funcional; e Independência Funcional, combinadas em: UTI/Alta/Funcionalidade; UTI/Alta/Capacidade Funcional; UTI/Alta/Estado Funcional; e UTI/Alta/Independência Funcional. Os unitermos adotados em inglês foram: ICU; ICU Discharge; Patient Discharge; Functional Status, Functional Capacity, combinados em: ICU/Patient Discharge/Functional Status; ICU Discharge/Functional Status; ICU Discharge/Functional Status.

A seleção preliminar para refinar os trabalhos analisados, obedeceu aos seguintes critérios de inclusão aplicados às referências e resumos: 1) ser publicação do tipo artigo científico; 2) ter resumo disponível; 3) apresentar um link de acesso do artigo pela internet; 4) o estudo envolver seres humanos como sujeitos; 5) abordar como temática alta de até seis meses após a internação na UTI.

RESULTADOS

Foram encontradas: um total de 157 trabalhos na MEDLINE, 4 trabalhos na Coleção SUS e 22 trabalhos na LILACS. Aplicados os limites - ser referente ao período de 2005 a 2016; ser estudo que envolvia seres humanos como sujeitos, ter resumo disponível - chegou-se a 114 referências das quais 18 foram avaliadas por meio da leitura dos resumos.

Após a leitura dos resumos foram selecionados 5 artigos potencialmente apropriados para serem incluídos na revisão sistemática. (FIGURA 2).



Figura 2. Fluxograma da estratégia de busca de avaliação de resumos

A partir do processo de seleção, de acordo com o tema proposto por essa revisão sistemática, apresentamos o quadro com os estudos selecionados, conforme Tabela 1.

| Artigo/AUTOR | Método | Conclusão |
|--|---|--|
| Mortalidade em UTI, Fatores Associados e Avaliação do Estado Funcional após a Alta Hospitalar. MORAES; FONSECA; LEONI (2005) | Estudo longitudinal. A mortalidade na UTI foi investigada, sete, 28 dias e seis meses após a alta da unidade. 345 pacientes com idade de $56,2 \pm 18,9$, dentre eles 52,2% eram mulheres. Apresentavam APACHE II de $17,3 \pm 10,4$. A capacidade funcional daqueles que receberam alta hospitalar foi aferida através da Glasgow Outcome Scale. | A mortalidade na UTI, entre 7 e 28 dias e seis meses após a alta da unidade é elevada em comparação com outros autores. 81 dos pacientes após UTI evoluíram para disfunção leve e 19 foram a óbito. As maiores causas de morte foi choque séptico e disfunção orgânica múltipla. Dos pacientes que tiveram alta do hospital, dois terços apresentavam boa capacidade funcional. |
| Avaliação da independência funcional após alta da unidade de terapia intensiva. CURZEL; FORGIARINI JUNIOR; RIEDER (2013) | Estudo de coorte-prospectivo. Foi avaliada a independência funcional por meio da medida de independência funcional (MIF) no momento da alta da unidade de terapia intensiva e 30 dias após esse período. 41 pacientes com idade de $55,4 \pm 10,5$ anos, sendo 27 mulheres. 15 dos casos internaram por doença pulmonar e a média de internação foi de 5 dias. Os pacientes apresentaram medida de independência funcional de $84,1 \pm 24,2$ | A independência funcional mostrou-se melhor 30 dias após a alta da unidade de terapia intensiva, não sendo possível definir possíveis fatores a ela relacionados. Não houve significância estatística ao se comparar em gênero, idade, diagnóstico clínico, tempo de internação na unidade de terapia intensiva, tempo de ventilação mecânica e a presença de sepse nesse período. |

| | | |
|---|---|--|
| Aspectos funcionais e psicológicos imediatamente após alta da unidade de terapia intensiva: coorte prospectiva. | Coorte prospectiva. Aplicadas escalas de Barthel modificada e Karnofsky, questionário hospitalar de ansiedade e depressão e a escala de sonolência de Epworth, na primeira semana pós alta da UTI em todos os sobreviventes com mais de 72 horas de internação na unidade de terapia intensiva. Foram incluídos 79 pacientes com idade de 71±19 anos, com preponderância de casos clínicos e cirúrgicos de urgência (88,6%); APACHE II de 20±9 e elevada taxa de necessidade de suporte ventilatório invasivo (69,6%). A média de permanência na UTI foi de 8 dias. | Observaram-se redução da capacidade funcional e aumento do grau de dependência na primeira semana após alta da unidade de terapia intensiva, bem como elevada incidência de sintomas depressivos, de ansiedade e distúrbios do sono. |
| VESZ e col. (2013) | | |
| Avaliação da funcionalidade de pacientes após alta da unidade de terapia intensiva. CASTRO e col. (2014) | Estudo de campo, prospectivo, com abordagem quantitativa. A capacidade funcional foi avaliada por meio da escala de Medida de Independência Funcional (MIF) no 1º e 5º dias pós-alta da UTI. 40 pacientes com média de idade de 51,7±19,29, sendo 32 mulheres, 16 foram admitidos após cirurgia e 11 apresentavam doenças neoplásicas como diagnóstico clínico de base. A média de permanência em UTI foi de 5,05 dias. | A funcionalidade de pacientes após alta da UTI, avaliada através da MIF, mostrou-se diminuída no primeiro dia após alta, porém significativamente melhor após 5 dias. |
| Funcionalidade e qualidade de vida de pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva. | Estudo transversal. Foram aplicados o questionário WHOQUOL-Bref e Índice de Barthel pré e pós alta da UTI. 70 pacientes internados em uma UTI geral, com média de idade 65,84±29 anos, apresentando doenças cardíacas, pulmonares, sepse e pacientes em pós operatório. A média de permanência em UTI foi de 5,81 dias. | O processo de internação em UTI levou a uma redução na QV e nos níveis funcionais dos pacientes, cuja redução foi, ainda mais significativa em pacientes que apresentaram uma menor pontuação na primeira avaliação. |
| DIETRICH e col. (2014) | | |

Quadro 1. Resultados e variáveis pesquisadas.

DISCUSSÃO

O principal achado dos estudos revisados é que há declínio da capacidade funcional dos pacientes após a alta da internação na Unidade de Terapia Intensiva. Nesse contexto, os autores dos estudos revisados utilizaram as escalas de Barthel, MIF, GOS e um questionário de pesquisa de Qualidade de Vida.

Dietrich et al. demonstraram, em estudo transversal, que 85,71% dos pacientes que foram internados em uma Unidade de Terapia Intensiva apresentaram aumento da dependência, segundo a escala de Barthel, após a alta da UTI, sendo que os pacientes que apresentaram maior queda de desempenho foram aqueles que já possuíam algum grau de dependência prévia (DIETRICH et al., 2014). O estudo de Vesz et al. também apresentou aumento da dependência após a alta da UTI, principalmente nos pacientes previamente dependentes (VESZ et al., 2013). Percebe-se que em ambos estudos os autores identificaram um maior comprometimento funcional após a alta da UTI nos

pacientes que já apresentavam um déficit funcional anterior a internação. Dessa forma, nota-se a necessidade de maior atenção por parte da equipe multiprofissional ao abordar pacientes que já dão entrada na UTI com alteração de funcionalidade.

Em relação à Medida de Independência Funcional (MIF), Castro et al. demonstraram que houve decréscimo da funcionalidade dos pacientes no primeiro dia após a alta da UTI (CASTRO et al., 2013). Já o estudo de Curzel et al., que avaliou a independência funcional através da MIF no momento da alta e trinta dias após a saída da UTI, demonstrou que, além da diminuição da funcionalidade, os pacientes apresentaram menor pontuação na variável 'locomotoção' (CURZEL; JUNIOR; RIEDER, 2013), concordando com o estudo de Vesz que também apresentou menor independência na locomoção, demonstrada pela escala de Barthel. Essa constatação demonstra que podem ser utilizados diferentes instrumentos para a mensuração da funcionalidade de pacientes após a alta da UTI, sem que haja divergências entre os resultados.

No que diz respeito à qualidade de vida Dietrich et al. aplicaram, em seu estudo, o questionário WHOQOL-Bref e mostraram que houve piora logo após a alta da UTI. Os autores afirmaram ainda que a qualidade de vida era inferior, se comparada a dados populacionais. Moraes et al. também afirmaram que após a saída da UTI há piora da qualidade de vida dos sobreviventes e, mesmo com melhora posterior, a qualidade de vida desses pacientes ainda estava mais comprometida do que da população em geral (MORAES; FONSECA; LEONI, 2005). Observa-se que os estudos demonstraram, de forma direta ou indireta, haver piora da qualidade de vida relacionada ao decréscimo da funcionalidade e que esses resultados perduraram além do período de internação, porém os estudos compararam a população doente com a população saudável em geral para afirmar que a qualidade de vida dos pacientes após a internação em UTI permaneceu prejudicada. Talvez a comparação entre populações hospitalizadas com pacientes internados na enfermaria *versus* pacientes internados na UTI apresente outros resultados.

Quanto ao tempo de internação, o estudo de Curzel et al. Apresenta uma média de 5 dias de internação, porém esse dado não teve significância estatística em relação à perda funcional⁵. Castro et al. e Dietrich et al. também apresentam média de internação semelhante, sendo que o estudo de Dietrich concluiu que não houve correlação do tempo de internação com a piora da Qualidade de Vida (DIETRICH et al., 2014). Observa-se que a não correlação entre o tempo de internação e o estado funcional do paciente deixa uma lacuna a ser preenchida nos referidos estudos. Salienta-se então a possibilidade de haver outros resultados em estudos semelhantes que levem esse fator em consideração

O fato de estar internado em uma Unidade de Terapia Intensiva leva os pacientes a terem um estado de ansiedade e insegurança, devido ao estereótipo que se tem da unidade, do desconhecimento da função real da UTI (SEVERO; GIRARDON-PERLINI, 2005). É válido considerar a necessidade da reflexão sobre a importância do cuidado holístico com o paciente, valorizando o ser humano como todo, com suas individualidades.

A realização de fisioterapia, com o objetivo de recuperar e prevenir prejuízos à funcionalidade, reduzir o tempo de desmame, ventilação mecânica e da internação, através de mobilização precoce, além de fisioterapia respiratória e motora, poderia ser um fator de modificação do desfecho funcional dos pacientes internados na UTI.

CONCLUSÃO

De acordo com os estudos revisados há decréscimo da funcionalidade e consequente diminuição da qualidade de vida dos pacientes após a alta da Unidade de Terapia Intensiva, principalmente no que diz respeito à locomoção e da qualidade de vida em comparação com a população em geral.

A falta de acompanhamento a médio e longo prazo, a não significância estatística ao se comparar diagnóstico clínico, tempo de ventilação mecânica e a presença de sepse, apresentada como fator limitante dos estudos revisados, além da não correlação entre o tempo de internação e o estado funcional do paciente, nos leva a concluir que futuras pesquisas devem ser realizadas para melhor elucidação do tema e apresentação de novas ou melhores estratégias de intervenção para manutenção e prevenção de prejuízos à funcionalidade dos pacientes sobreviventes à internação em uma Unidade de Terapia Intensiva.

REFERÊNCIAS

CASTRO, C. C. V. DE et al. Avaliação da funcionalidade de pacientes após alta da unidade de terapia intensiva. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013.

CURZEL, J.; JUNIOR, L. A. F.; RIEDER, M. DE M. Evaluation of functional independence after discharge from the intensive care unit. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 25, n. 2, p. 93–98, 2013.

DIETRICH, C. et al. Funcionalidade e qualidade de vida de pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva. **ASSOBRAFIR Ciência**, v. 5, n. 1, p. 41–51, 2014.

GRUPO ANIMA EDUCAÇÃO. **Manual revisão bibliográfica sistemática integrativa: a pesquisa baseada em evidências**. Belo Horizonte: Anima Educação, 2014.

MORAES, R. S.; FONSECA, J. M. L.; LEONI, C. B. R. DI. Mortalidade em UTI, fatores associados e avaliação do estado funcional após a alta hospitalar. **Rev Bras Ter Intensiva**, v. 17, n. 2, p. 80–84, 2005.

ROSA, T. E. DA C. et al. Fatores determinantes da capacidade funcional entre idosos. **Revista de Saude Publica**, v. 37, n. 1, p. 40–48, 2003.

SANDERS, C. et al. Mobilização precoce na UTI : uma atualização. **Fisioscience**, p. 55–68, 2012.

SAÚDE, M. DA. Política Nacional de Saúde do Idoso. p. 1–24, 1999.

SEVERO, G.; GIRARDON-PERLINI, N. Estar internado em unidade de terapia intensiva: percepção de pacientes. **Scientia Medica; Porto Alegre: PUCRS**, v. 16, n. 1, p. 21–29, 2005.

SILVA, A. P. P. DA; MAYNARD, K.; CRUZ, M. R. DA. Efeitos da fisioterapia motora em pacientes críticos: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 22, n. 21, p. 85–91, 2010.

VESZ, P. S. et al. Aspectos funcionais e psicológicos imediatamente após alta da unidade de terapia intensiva: Coorte prospectiva. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 25, n. 3, p. 218–224, 2013.

ESTUDO DO PROCESSO DE DEFORMAÇÃO E RECRISTALIZAÇÃO DE UMA LIGA DE AL 4,5% CU

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 17/09/2021

Bruna Gobbi Garcia

Universidade Federal de Itajubá
Itajubá – MG

<http://lattes.cnpq.br/3874529555299854>

Mirian de Lourdes Noronha Motta Melo

Universidade Federal de Itajubá
Itajubá – MG

<https://orcid.org/0000-0001-9668-7799>

RESUMO: O alumínio e suas ligas são largamente utilizados na indústria automotiva, aeronáutica e militar, por sua alta usinabilidade e resistência mecânica em relação ao peso. Para obter peças em ligas de alumínio é usual a utilização de uma sequência de processos, tais como: fundição/solidificação, tratamento térmico de homogeneização, conformação plástica, tratamento térmico de solubilização e envelhecimento. O presente trabalho tem por objetivo a avaliação da influência da estrutura bruta de solidificação (grãos equiaxiais e colunares) nos processos posteriores de conformação plástica e respectivos tratamentos térmicos. Para tanto, será utilizada uma liga de alumínio com 4,5% de cobre em peso, previamente solidificada direcionalmente e tendo como estrutura bruta de solidificação duas regiões distintas: uma de grãos colunares e outra de grãos equiaxiais. Amostras da liga no estado bruto de solidificação foram homogeneizadas

por tratamento térmico e laminadas nas direções longitudinal e transversal do crescimento dos grãos colunares. Depois de laminadas, as amostras foram recozidas, variando o tempo de encharque e a taxa de resfriamento. Em todos os estágios de processamento – bruta de solidificação, homogeneização, laminação (nas duas direções) e recozimento – foram medidas a dureza e a microdureza, realizando ensaios de microscopia óptica.

PALAVRAS-CHAVE: Alumínio-Cobre; Solidificação direcional; Laminação; Tratamento térmico.

STUDY OF THE DEFORMATION AND RECRYSTALLIZATION PROCESS OF AN ALLOY OF AL 4.5% CU

ABSTRACT: Aluminum and its alloys are widely used in the automotive, aeronautics and military industries, due to their high machinability and mechanical strength in relation to weight. To obtain aluminum alloy parts, it is usual to use a sequence of processes, such as: casting/solidification, homogenization heat treatment, plastic forming, solubilization heat treatment and aging. The present work aims to evaluate the influence of the gross solidification structure (equiaxial and columnar grains) in the subsequent plastic forming processes and respective heat treatments. For that, an aluminum alloy with 4.5% copper by weight will be used, previously solidified directionally and having as gross solidification structure two distinct regions: one with columnar grains and the other with equiaxed grains. Alloy samples in the raw solidification state were homogenized by heat treatment and rolled in the longitudinal and transverse directions

of columnar grain growth. After being rolled, they were annealed, varying the soaking time and the cooling rate. In all stages of processing –solidification, homogenization, lamination (in both directions) and annealing – hardness and microhardness were measured, and optical microscopy tests were carried out.

KEYWORDS: Aluminum-Copper; Directional solidification; Lamination; Heat treatment.

1 | INTRODUÇÃO

As ligas de Alumínio são amplamente utilizadas na indústria, devido a suas boas propriedades físicas e químicas. Dentre elas, destacam-se: baixo ponto de fusão; peso específico em torno de 2,7 g/cm³; camada de óxido que reveste o alumínio, deixando-o resistente a corrosão; condutibilidade elétrica semelhante ao cobre; alta condutibilidade térmica; entre outras. Todas essas características fazem com que o Alumínio e suas ligas tenham um importante papel na indústria de alimentos, automobilística e civil^[1].

Para a análise mais aprofundada das informações, é importante estudar o diagrama de fases, que se faz necessário em razão do aquecimento que as peças devem passar. Esse aquecimento não pode ultrapasar o ponto eutético, (ponto definido como o limite entre a fase sólida e a fase líquida no gráfico). No material utilizado, esse ponto está em torno de 550°C, portanto, qualquer tratamento térmico a ser realizado deve ser feito em temperaturas mais baixas do que essa para que não haja a formação da fase líquida indesejada. O que pode ser observado na Figura 1.

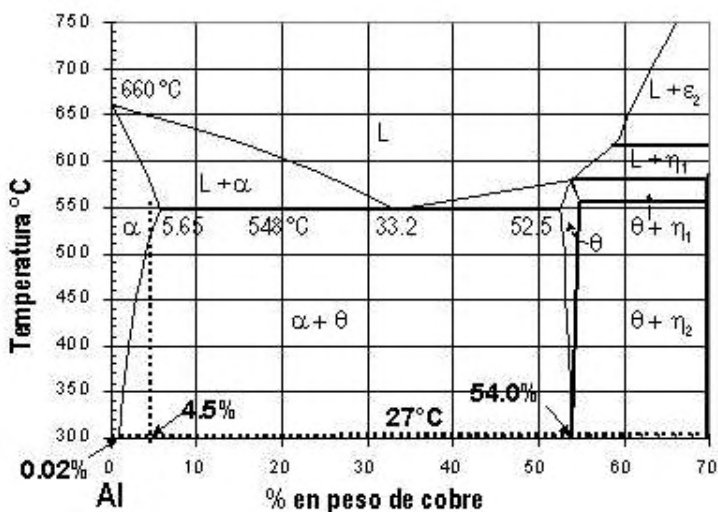


Figura 1. Diagrama de Fases Al-Cu^[2]

Para este trabalho, foram usadas peças recebidas de solidificação unidirecional ascendente, a qual consistiu em isolar o molde para que a transferência de calor seja feita

de forma direcionada. Permitindo, assim, os grãos crescerem direccionalmente, resfriado no sentido contrário ao gravitacional^[3].

No experimento, há 4,5% de Cobre presente no Alumínio. Para manter o elemento de liga dentro da microestrutura resultante, é preciso que haja o resfriamento rápido. Dessa forma, não há tempo do mesmo formar a fase θ precipitado nos grãos, ficando, assim, na segunda região do diagrama. Esse elemento pode estar em duas formas (pois o valor de porcentagem dissolvido é obtido com o aquecimento): Cobre dissolvido na matriz α de Alumínio, ou na forma de Al_2Cu .

2 | MÉTODO EXPERIMENTAL E PROCEDIMENTOS

As amostras recebidas vieram cortadas na forma de meia circunferência, com termopares internos para se obter as temperaturas de solidificação, como é evidenciado na Figura 2.



Figura 2. Liga Al-4,5% Cu solidificada direccionalmente

Após o corte, as amostras foram preparadas, sendo lixadas e polidas. Foi realizada a microdureza de um pedaço da amostra para posterior comparação, e utilizado o MO para a análise mais detalhada da microestrutura.

Para efeitos de teste, foi realizada a laminação a frio da peça, antes da mesma passar por qualquer tratamento térmico, como é mostrado nas Figuras 3 e 4.

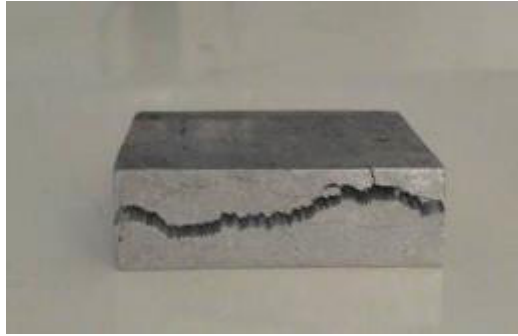


Figura 3. Amostra da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada e laminada a frio na direção do crescimento de grão



Figura 4. Amostra da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada e laminada a frio na perpendicular ao crescimento de grão

Em seguida, foram realizados tratamentos de homogeneização e solubilização das peças, colocando-as no forno e resfriando de maneira rápida em água, ou gradual, dentro do forno.

A homogeneização consiste em aumentar a temperatura da amostra até próxima a temperatura de eutetização, para que o CuAl_2 seja solubilizado na matriz α , na forma de Cobre. A peça foi aquecida, mantida no forno para um resfriamento lento e conseqüente deposição de CuAl_2 em volta dos grãos e nos seios de grão, aumentando também o tamanho dos mesmos. A principal função é diminuir ou extinguir as segregações química por difusão, produzir uma estrutura mais estável e ter características metalúrgicas semelhantes na peça. Com isso, há uma redução na dureza para posterior laminação^[4].

Já a solubilização consiste em aquecer a peça e resfriar de forma rápida para que o Cobre que solubilizou e saiu da forma CuAl_2 , fique preso dentro da matriz de Alumínio, deixando o material pouco precipitado. Esse tratamento também busca reduzir as tensões internas, aumentando o tamanho de grão, diminuindo a segregação química por difusão e tendo, assim, uma estrutura mais estável e com menor dureza para realizar a laminação posterior.

Sua diferença básica com relação a homogeneização é a forma de resfriamento. Na solubilização, há o resfriamento rápido para que todo Cobre fique depositado dentro da matriz de Alumínio; já na homogeneização, o resfriamento é lento, dentro do forno, para que haja deposição de precipitado^[5].

As amostras foram laminadas até tentar se obter redução nas espessuras de 54%, 76% e 92% e recristalizadas no forno, para que houvesse uma redução nas tensões internas das peças, que ganharam ao laminar.

A laminação consiste na passagem do material por meio de dois cilindros, buscando a diminuição da área da seção transversal. Com essa diminuição, há um aumento no comprimento. O acabamento da peça depende da temperatura em que a laminação é feita^[6] – no caso, foi utilizada a laminação a frio. Durante a laminação, há o processo de encruamento, diminuição dos grãos e aumento de tensões internas.

A laminação é usada para materiais com alta plasticidade a frio, as reduções de espessura são limitadas pelo encruamento e deve-se ter forças de laminação bem maiores que na laminação a quente. Confere o encruamento ao Alumínio e aumenta a resistência à tração e ao escoamento^[6].

A recristalização é utilizada para diminuir as tensões internas, criadas, no caso, pelo processo de laminação^[7]. A laminação faz com que haja uma diminuição no tamanho de grãos devido à quebra dos já existentes. No processo de recristalização, novos grãos são formados, consumindo-se e juntando-se com os pré-existentes. Além disso, ocorre também o aquecimento, mas com um tempo e uma temperatura menor, sendo essa última em torno de um terço da temperatura de fusão. Para ligas de Alumínio, a temperatura varia entre 300°C e 400°C, dependendo da liga, da espessura do material e do tratamento sofrido.

Análises no microdurômetro, no Microscópio Óptico e no Microscópio de Varredura, foram feitas para questões comparativas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para efeito comparativo, fez-se a microdureza da amostra recebida, na qual percebe-se que as microdurezas variam muito devido aos grandes grãos presentes na estrutura. As altas durezas são contabilizadas nos grãos em que a concentração interna de Cobre é maior, enquanto que as baixas durezas ocorrem quando o aplicador atinge a matriz mais pura da amostra.

Com a amostra solubilizada, percebe-se que há uma disparidade menor nos valores das microdurezas, como é o esperado. Isto ocorre devido ao aumento de temperatura, mas os valores continuam com uma diferença razoavelmente grande, pois o material foi resfriado bruscamente, não tendo tempo para ocorrer precipitação. Dessa forma, o cobre permanece dentro da matriz em estado sólido. Quanto maior essa concentração, maior a dureza neste local. Averiguou-se, também, que houve uma queda com relação às

microdurezas da primeira amostra.

Por fim, as amostras foram homogeneizadas, gerando microdurezas regulares em função da precipitação no contorno de grãos e matriz mais pura em Alumínio. Também foi possível notar que ocorreu uma queda nas microdurezas, tanto com relação à recebida, quanto à solubilizada. Resultado já esperado, pois há uma minimização dos efeitos de tensão e uma melhora na qualidade da peça, com a redução nos defeitos. Ainda, essa amostra apresentou uma diminuição do tamanho dos grãos e uma melhor distribuição das microestruturas constituintes, além de uma deposição de precipitado no contorno e na matriz dos grãos, sendo o melhor processo para a posterior laminação.

A laminação foi realizada nas peças homogeneizadas cujo resfriamento foi dentro e fora do forno. Esta laminação permitiu que houvesse uma redução de seção das peças. Para efeito de comparação, as peças foram laminadas na mesma quantidade de passes pelo laminador, sendo que cada dois passes representa uma volta inteira do volante de manivela circular.

As reduções desejadas eram de: 54%, 75% e 92%; cada peça tinha uma espessura de 10 milímetros. Para dadas reduções, foram realizadas respectivamente 11, 20 e 26 passes, obtendo-se no final:

| | Resfriamento no forno | Resfriamento fora do forno |
|------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 11 passes | 4,7 mm | 4,8 mm |
| 20 passes | 2,3 mm | 2,4 mm |
| 26 passes | 0,7 mm | 0,8 mm |

Tabela 1. Espessura final medida após a laminação dada uma quantidade de passes

A homogeneização feita dentro do forno gerou resultados mais concretos do que a gerada fora dele, uma vez que ao comparar as microdurezas das superfícies após as laminações, percebe-se que nas duas menores espessuras da amostra fora do forno há uma grande proximidade com relação as durezas. Até mesmo na com espessura maior após laminada, ainda que todas tenham durezas muito próximas. Já na homogeneização feita dentro do forno, as peças após laminação apresentam uma maior variação entre as microdurezas, dando um resultado como é esperado.

As figuras 5 à 10 representam as imagens feitas no Microscópio Optico das amostras homogeneizadas e resfriadas, tanto no forno como fora dele, e depois laminadas.

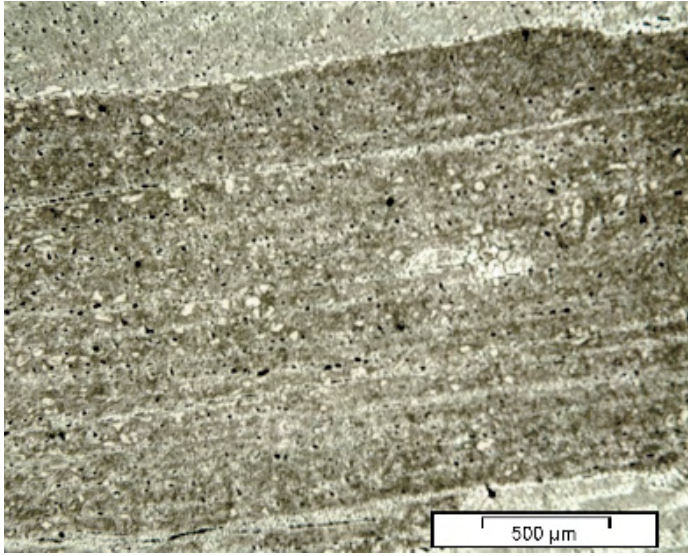


Figura 5. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada dentro do forno, laminada à 53% (Analysis)

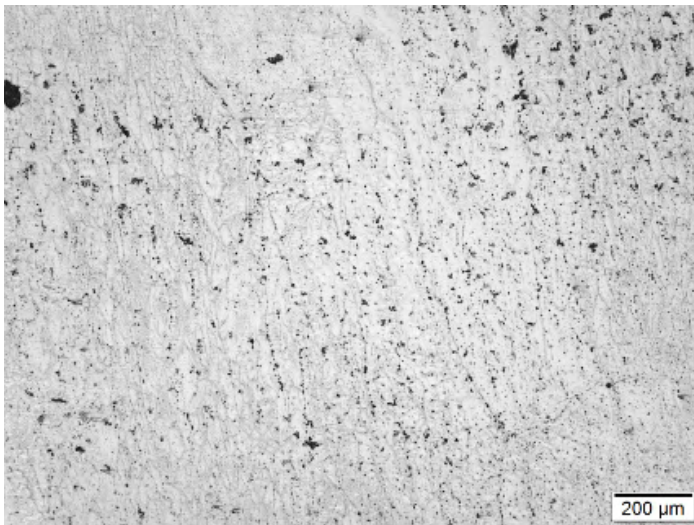


Figura 6. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada dentro do forno, laminada à 77% (Stream Basic)

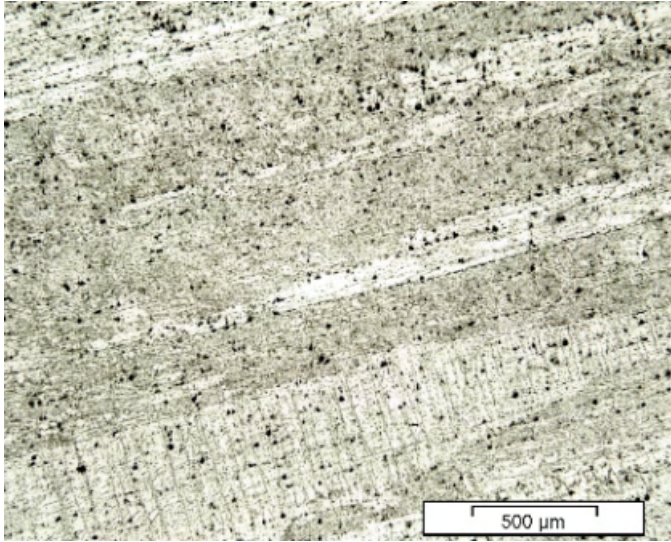


Figura 7. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada dentro do forno, laminada à 93% (Analysis)

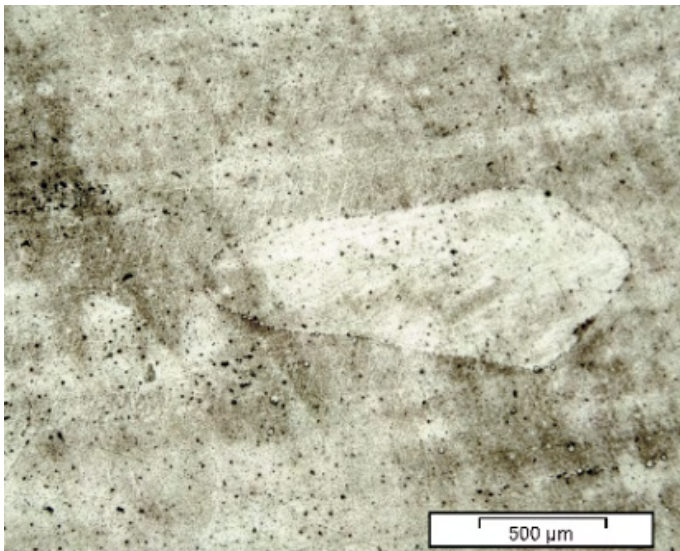


Figura 8. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada fora do forno, laminada à 52% (Analysis)

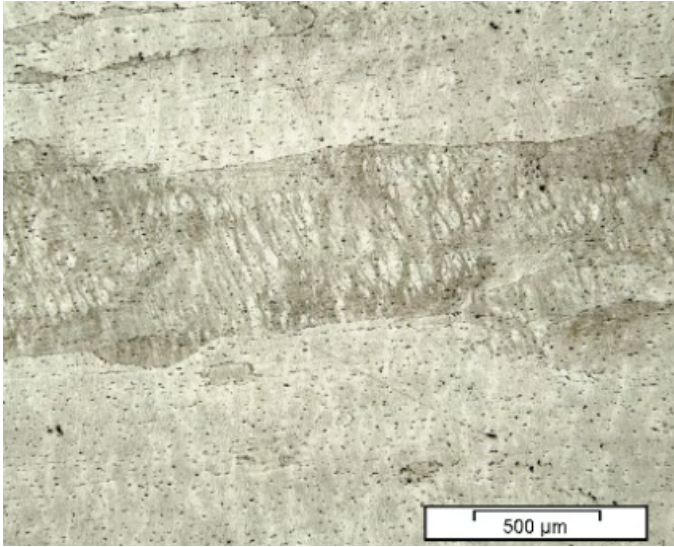


Figura 9. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada fora do forno, laminada à 76% (Analysis)

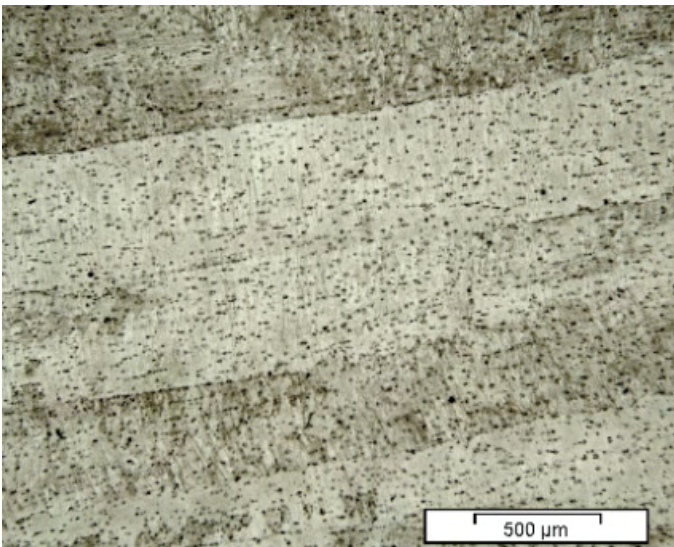


Figura 10. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada fora do forno, laminada à 92% (Analysis)

Pode-se observar que houve um crescimento no comprimento dos grãos, além de notar os planos de escorregamento naqueles que são maiores. Essa última observação se faz mais presente nas laminações até espessuras menores. Na figura 8, vê-se uma incrustação (semelhante a uma planaria), que pode ser de um grão que não cresceu unidirecionalmente ou de algum tipo de impureza presente na composição química do

material.

Pode-se notar, também, que as amostras laminadas até as espessuras menores obtiveram uma microdureza menor. Esse fato se deve às concentrações de tensões maiores, proporcionais à quantidade de passes dadas na laminação, as quais são perdidas mais facilmente com o aumento da temperatura. Por conta disso, quando todas as peças são submetidas juntas ao aquecimento, há uma perda maior de dureza (recristalização) nas peças em que a concentração de tensão é maior.

Ainda, percebe-se que as peças homogeneizadas fora do forno apresentam uma microdureza maior que as homogeneizadas dentro dele. Quanto a amostra resfriada ao ar, a precipitação, ou seja, a saída do Al₂Cu de dentro da matriz do grão, não aconteceu tanto quanto no resfriado dentro do forno. A presença de tal composto interfere na microdureza das amostras. O maior tempo de resfriamento implica em maior precipitação no contorno de grãos, fazendo com que as amostras apresentem menor microdureza.

Na amostra resfriada fora do forno e laminada até a espessura média, pode-se observar que há um aumento de microdureza próximo ao final da amostra, o que demonstra o maior encruamento obtido pela laminação. Esse material, que está atrás dos rolos no momento da laminação, encrua e é empurrado para trás, ocorrendo um acúmulo de tensões cada vez maior na região final da laminação. Este acúmulo de tensões gera uma maior dureza, e com isso espera-se que a peça seja mais frágil, com maior tenacidade.

As figuras 11 à 16 mostram os resultados obtidos pelo Microscópio Óptico das amostras laminadas e recristalizadas.

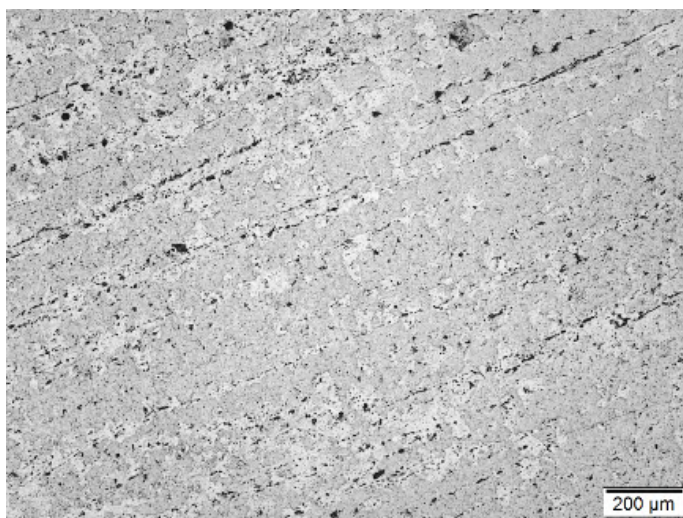


Figura 11. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada dentro do forno, laminada à 53% e recristalizada (Stream Basic).

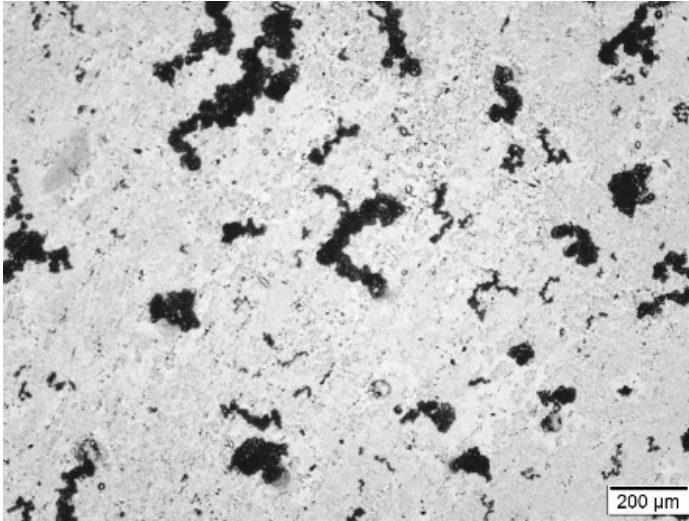


Figura 12. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada dentro do forno, laminada à 77% e recristalizada (Stream Basic).

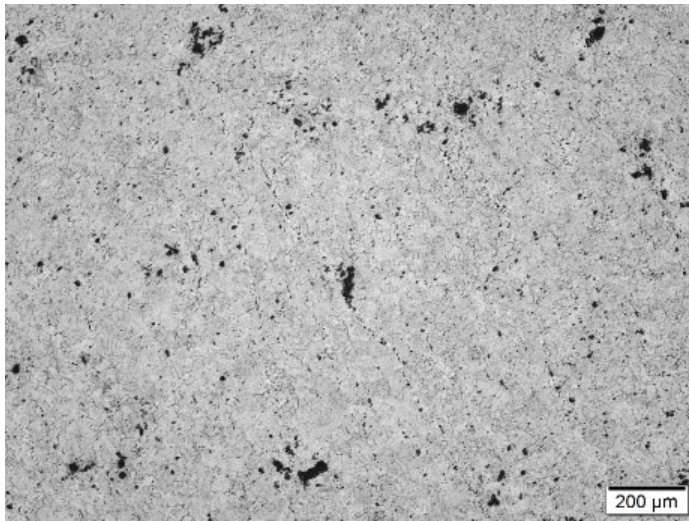


Figura 13. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada dentro do forno, laminada à 93% e recristalizada (Stream Basic).



Figura 14. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada fora do forno, laminada à 52% e recristalizada (Analysis).

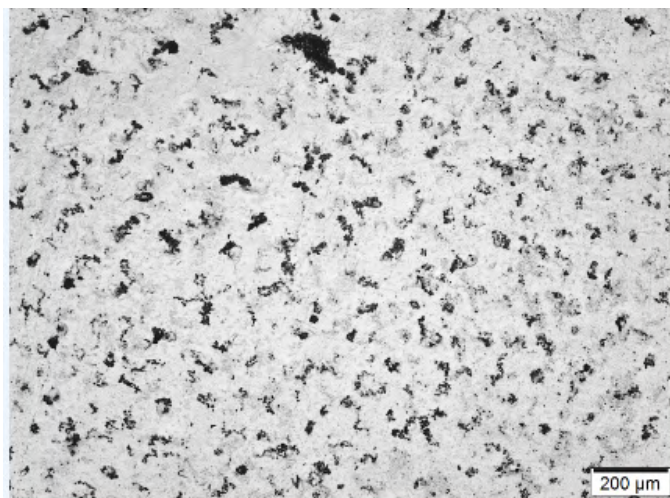


Figura 15. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada fora do forno, laminada à 76% e recristalizada (Stream Basic).

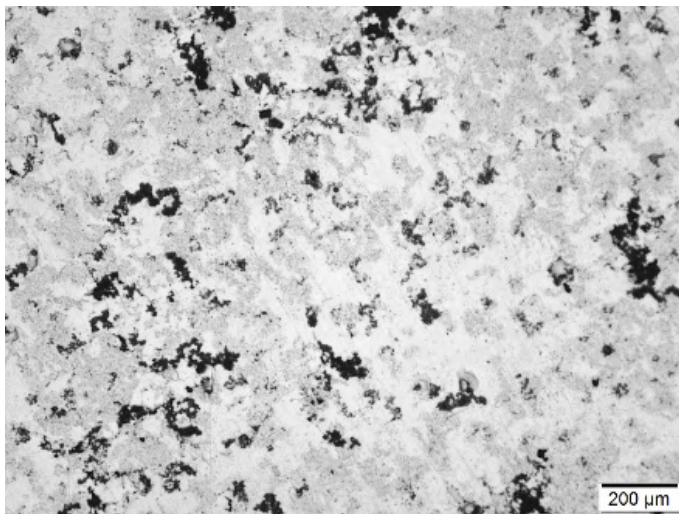


Figura 16. Imagem gerada pelo MO da liga Al-4,5% Cu solidificada direcionalmente, homogeneizada fora do forno, laminada à 92% e recristalizada (Stream Basic)

Observa-se que as amostras apresentam grãos menores e menos regulares (anteriormente os grãos tinham crescimento unidirecional e após o processo de recristalização há uma nova formação de grãos). As manchas pretas também cresceram após o tratamento térmico e o ataque em alguns casos, principalmente naqueles em que a duração de tempo foi maior, mostram que esse precipitado é mais sensível e frágil ao ataque, por ser um micro defeito e uma porta de entrada do reagente.

4 | CONCLUSÕES

As primeiras análises feitas após tratamentos térmicos sugerem que, antes da laminação, faz-se necessário o tratamento térmico nas amostras. Isto também é válido após o teste feito em laminação a frio pura.

Esses tratamentos são feitos a fim de reduzir o tamanho de grãos e a microdureza, o que foi observado. Conclui-se, então, que o material possui muita aplicabilidade após o tratamento térmico e não somente em laminação, pois estes tratamentos o deixam menos frágil a esforços mecânicos, produzidos não somente pelo tipo que será usado.

Além disso, observa-se que a laminação a frio pura não é um método recomendado, já que com poucos passes o material se rompeu.

As amostras obtiveram o resultado como o esperado após a laminação – houve um aumento significativo de durezas – e as amostras homogeneizadas dentro do forno obtiveram durezas menores, por terem precipitados mais constantes na amostra. Esses precipitados, ao saírem da matriz do grão, fazem com que haja uma redução da microdureza.

Fez-se necessário uma recristalização das amostras após o processo, uma vez que

a laminação faz com que as tensões internas aumentem. Na recristalização, foi observado uma grande queda de microdureza e, como esperado, as peças homogeneizadas dentro do forno apresentaram uma menor microdureza. Ainda, foi observado que as peças de menor espessura final tiveram uma maior redução de microdureza, devido às tensões estarem mais concentradas nesses casos.

As análises no MO mostraram que os grãos obtiveram uma redução ao passar pela recristalização, além de mostrar os planos de escorregamento após a laminação das peças e antes de recristalizar.

REFERÊNCIAS

- [1] R. S. Rana, Rajesh Purohit, and S Das. Reviews on the Influences of Alloying elements on the Microstructure and Mechanical Properties of Aluminium Alloys and Aluminium Alloy Composites, International Journal of Scientific and Research Publications, June 2012.
- [2] KVACKAJ, T. Aluminium Alloys, Theory and Applications, 2011.
- [3] C. A. Siqueira, N. Cheung, A. Garcia, The columnar to equiaxed transition during solidification of Sn–Pb alloys, Journal of Alloys and Compounds, 2003.
- [4] BROMERSCHENKEL, J., COUTINHO, P. H., OLIVEIRA, J. R., NASCIMENTO, R. C., VIEIRA, E. A., Influência de velocidades de resfriamento de Al₂Cu em ligas de Al₄Cu homogeneizadas – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Porto de Galinhas – PE, 2008.
- [5] B. Milkereita, O. Kessler, C. Schick, Recording of continuous cooling precipitation diagrams of aluminium alloys, Thermochimica Acta, 2009
- [6] CETLI, P. R., HELMAN, H., Fundamentos da Conformação, Mecânica dos Materiais, 2015
- [7] S. Schmidt, S. F. Nielsen, C. Gundlach, L. Margulies, X. Huang, D. Juul Jensen, Watching the Growth of Bulk Grains During Recrystallization of Deformed Metals, Science, 2004

EXPERIMENTO COM JOGOS ELETRÔNICOS NO 7º ANO DO FUNDAMENTAL II DA ESCOLA DUQUE DE CAXIAS

Data de aceite: 01/12/2021

Leandro dos Santos Almeida

Instrutor de informática, Designer Gráfico e Tecnólogo em Desenvolvimento de Softwares (FLF)

Annelise Maymone

Graduada em Licenciatura da Matemática (UVA) e Pós Graduada em Docência do Ensino Superior (FVJ)

Artigo apresentado como Avaliação Parcial para obtenção de Título Graduação em Licenciatura da Matemática pela Universidade do Vale do Acaraú.

RESUMO: Este experimento com jogos eletrônicos voltados para a matemática, tem como objetivo avaliar o desempenho dos alunos do 7º ano da escola Duque de Caxias. O estudo consiste em uma investigação aprofundada sobre a utilização de um jogo eletrônico criados por acadêmicos da universidade do Vale do Acaraú (IDJ) e aplicação na escola Duque de Caxias, visando a utilização desse jogo como uma nova alternativa para ser aplicada em sala de aula. Tendo como objetivo geral, analisar como o uso de jogos eletrônicos pode ser aliado ao ensino da Matemática para o desenvolvimento de uma aprendizagem efetiva e contínua. Além disso, investigar a viabilidade da utilização de um jogo eletrônico em sala de aula, aplicar o jogo RPG na escola Duque de Caxias, visando a utilização desse jogo como uma nova alternativa para ser aplicada em sala de aula,

umentar a participação e interesse por parte dos alunos, melhorar a fixação e compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, foram nossos objetivos específicos. Foram realizadas as seguintes etapas para realização do estudo: Escolha do assunto e público, escolha do tipo de jogo, desenvolvimento do jogo, escolha da escola, planejamento das atividades, aplicação e observação, coleta de dados e análise de resultados. Ao final do estudo observou-se que com a utilização dos jogos houve um aumento significativo na participação e interesse por parte dos alunos, melhorando a fixação e compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, além de resultados extremamente satisfatórios em relação as notas finais.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino, Matemática, Jogos, Aplicativos, Jogos Eletrônicos.

ABSTRACT: This experiment with electronic games focused on mathematics, aims to evaluate the performance of 7th grade students at Duque de Caxias school. The study consists of an in-depth investigation on the use of an electronic game created by academics at the University of Vale do Acaraú (IDJ) and its application at the Duque de Caxias school, aiming to use this game as a new alternative to be applied in the classroom. The general objective is to analyze how the use of electronic games can be combined with the teaching of Mathematics for the development of effective and continuous learning. In addition, to investigate the feasibility of using an electronic game in the classroom, to apply the RPG game at Duque de Caxias school, aiming to use this game as a new alternative to

be applied in the classroom, to increase participation and interest in part of the students, to improve the fixation and understanding of the content covered in the classroom, were our specific objectives. The following steps were taken to carry out the study: Choice of subject and audience, choice of the type of game, development of the game, choice of school, planning of activities, application and observation, data collection and analysis of results. At the end of the study, it was observed that with the use of games there was a significant increase in participation and interest on the part of students, improving the fixation and understanding of the content covered in the classroom, in addition to extremely satisfactory results in relation to the final grades.

KEYWORDS: Teaching, Mathematics, Games, Applications, Electronic Games.

1 | INTRODUÇÃO

Com as mudanças no mundo globalizado passamos por mudanças, e a tecnologia está inserida no dia a dia da sociedade como um todo, incluindo o professor e o aluno. O avanço tecnológico reflete diretamente no objeto de interesse dos jovens atualmente. Devido a isso, o desafio do professor é buscar novas ferramentas que despertem o interesse do aluno nos dias atuais.

A evolução tecnológica trouxe novas perspectivas e ferramentas que podem ser desenvolvidas e utilizadas no processo de ensino-aprendizagem da matemática. Já passamos por um período em que, giz, lousa, compasso, ábaco e calculadora, foram inovadoras em determinado momento. Já nos dias atuais, podemos destacar os computadores, smartphones e a internet como principais recursos tecnológicos que podem ser aplicados em sala de aula, porém, ainda existe uma certa resistência por parte dos docentes que apoiam as práticas conservadoras de ensino. Podemos dizer que existe um consenso na aplicação de jogos e tecnologias em sala de aula, mas o planejamento, estrutura e acesso a informação ou capacitação ainda estão em um processo distante do ideal.

Os alunos do 7º ano do ensino fundamental II possuem uma faixa etária onde é comum o uso de tecnologias e jogos no seu dia a dia. O jogo como objeto de entretenimento possui um fator motivacional enorme, pois trazem a realidade virtual de forma deslumbrante com seus gráficos e desafios.

O presente trabalho apresenta uma perspectiva sobre o uso de jogos eletrônicos e aplicativos no ambiente escolar para alunos do 7º ano do fundamental II. Para isso, temos que averiguar as contribuições que os jogos eletrônicos trazem para o desempenho dos alunos no aprendizado da matemática, destacando os pontos positivos e negativos da experiência com as turmas do 7º ano da escola Duque de Caxias.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino da Matemática sempre contou com tecnologias da época, tais como: Giz,

apagador, lousa, régua, livro, compasso etc. O professor utilizando-se dessas ferramentas faz a demonstração do conteúdo utilizando todo o conhecimento adquirido em seu período acadêmico para resoluções de problemas como estratégia didática, com o objetivo de despertar no aluno uma motivação para que a aprendizagem ocorra. Tal procedimento caracteriza-se como uma aula tradicional utilizando os recursos tecnológicos da época.

Conforme Domingues, 2015,

“Os professores agora tinham um recurso visual versátil, que era tanto livro (quando preenchido) quanto uma página em branco, ou melhor, em preto. E, o mais importante, tinham um ponto de foco, que atraía e mantinha a atenção dos alunos. O quadro negro, como passou a ser chamado, ilustra e é ilustrado. Os alunos não somente ouviam o professor, mas também viam o que ele falava.” (Domingues, 2015, p.207-208).

O uso de jogos eletrônicos ou aplicativos para repetir a metodologia aplicada antes na escola é um grande desafio. O fundamental é fazer uma relação entre a aula tradicional e os jogos. Podemos utilizar os jogos para fixação do conteúdo abordado em sala de aula, pois, o desafio do jogo serve como motivação para os alunos exercitarem o conteúdo da aula.

Segundo Papert (1993) e Valente (2008), se o sujeito está intrinsecamente motivado, ele envolve-se com as atividades de forma prazerosa e essa se torna significativa. Jogos, exercícios criativos que envolvem imaginação podem desencadear o interesse e desafiar a resolução de problemas.

Já para Kenski, 2007,

“A tecnologia, apesar de ser essencial à educação, muitas vezes pode levar a projetos chatos e pouco eficazes.” Mas por que isso acontece? As causas são muitas. Nem sempre é por incompetência ou má vontade dos profissionais envolvidos, sobretudo professores. A análise de vários casos já relatados em pesquisas e publicações na área da educação mostra alguns problemas recorrentes, que estão na base de muitos fracassos no uso das tecnologias mais atuais na educação.” Kenski (2007, p.56-57)

O uso de jogos matemáticos no ensino fundamental sempre foi um fator visto com bons olhos pelos professores. Porém, na prática, podemos dizer que está longe de chegar a um nível considerável devido a uma série de fatores.

Conforme Becker, 2001,

“Uma das principais reclamações dos professores é a dificuldade de acesso à tecnologia nas escolas. Não temos dados disponíveis sobre o número de computadores, de jogos de tabuleiro, aplicativos, projetores e de outros equipamentos por escolas. Nos EUA, com todo o investimento do governo, o uso de computadores para ensinar matemática é ainda baixo”. (Becker, 2001, p.203)

Enquanto a média nos países ricos é de cerca de um computador por estudante, no Brasil são dez alunos por equipamento. O relatório “Políticas Eficazes, Escolas de

Sucesso” compara informações da oferta escolar entre os participantes da última edição do Pisa, de 2018.

A matemática é vista como uma disciplina que traz grandes dificuldades no processo ensino-aprendizagem, tanto para os alunos, como aos professores envolvidos no mesmo. A matemática desenvolve no aluno um pensamento lógico, a criatividade, dedução, indução e estimula a absorção de outras disciplinas. Podemos comparar os resultados que a matemática traz com as características que um jogo eletrônico desperta em um usuário.

O jogo trabalha o rápido raciocínio na resolução de problemas, a criatividade, interpretação, competitividade e satisfação. Ambos, o jogo e a matemática, buscam resultados com objetivos distintos.

De acordo com Grando, 2004,

Ao analisarmos os atributos e/ou características do jogo que pudessem justificar sua inserção em situações de ensino, evidencia-se que este representa uma atividade lúdica, que envolve o desejo e o interesse do jogador pela própria ação do jogo, e mais, envolve a competição e o desafio que motivam o jogador a conhecer seus limites e suas possibilidades de superação de tais limites, na busca da vitória, adquirindo confiança e coragem para se arriscar. (Grando, 2004, p.24)

Para Vergnaud (1991),

“O saber se forma a partir de problemas a resolver, isto é, de situações a dominar, sendo que as concepções dos alunos são moldadas pelas situações que encontram. Logo, podemos observar na utilização de jogos que provocam importantes conflitos para a construção de conceitos ou resolução de problemas matemáticos. Nesse sentido, atribuímos um papel importante aos jogos no desenvolvimento do pensamento matemático.” (Vergnaud, 1991, p.25)

A interação no processo de ensino-aprendizagem é de suma importância. A falta de interação traz uma visão contemporânea ao ensino atual, trazendo um padrão tradicional que perdura por anos. A interação com o conteúdo trabalhado através da utilização de softwares está cada vez mais presente nas escolas e, especificamente na área da matemática com os jogos eletrônicos.

Segundo D’Ambrósio, 1986,

“A criação de Modelos Matemáticos vem ao encontro da necessidade de que se desenvolva uma técnica de acesso ao conhecimento e, tal conhecimento, acumulado e depositado, deverá ser acessível a vários níveis de necessidade. E que haja uma forma de ensino mais dinâmica, mais realista e menos formal, mesmo no ensino tradicional, permitindo atingir objetivos mais adequados a nossa realidade.” (D’AMBRÓSIO, 1986, p. 25).

Entendendo os referenciais teóricos, percebemos que o tema jogos eletrônicos como recurso pedagógico poderá trazer todo dinamismo e absorção do conteúdo necessários para a fixação de conteúdos. Acreditando num bom desempenho da aprendizagem, é preciso que esses recursos sejam enfatizados, mas que também compreenda todo um

projeto de capacitação educacional na formação de professores.

3 | METODOLOGIA

A pesquisa será desenvolvida por meio de um estudo de caso onde serão descritos relatos de experiências com o jogo desenvolvido para o exercício da matemática, buscando enfatizar a experiência na escola Duque de Caxias.

3.1 O jogo como conteúdo dos PCNs

O significado da Matemática não está relacionado apenas aos conteúdos propostos, também deve-se levar em consideração as outras disciplinas, construindo uma teia de conhecimentos que façam a conexão do que se aprende nos conteúdos em sala de aula com o cotidiano vivenciado no seu contexto social. Os recursos didáticos serão essenciais para levar o aluno a relacionar, refletir e analisar o conhecimento. Logo, “Por meio dos jogos as crianças não apenas vivenciam situações que se repetem, mas aprendem a lidar com símbolos e a pensar por analogia (jogos simbólicos): os significados das coisas passam a ser imaginados por elas. Ao criarem essas analogias, tornam-se produtoras de linguagens, criadoras de convenções, capacitando-se para se submeterem a regras e dar explicações. (PCN/MEC, 1997, p.35)”.

Entendendo os PCNs como um referencial que orienta os profissionais da Educação para a prática escolar e na melhoria da qualidade de ensino. Acreditamos num bom desempenho da aprendizagem e no objetivo de melhorar e ampliar a educação do país. Mas, para isso, é preciso que esses recursos sejam enfatizados não só na disciplina da Matemática, mas que também compreenda todo um projeto educacional que envolva professores, a gestão escolar, os representante do governo e a sociedade.

3.2 Como surgiu o jogo e a idéia de aplicar em sala de aula

Durante o segundo semestre de 2018, foi ministrada a disciplina “PRÁTICA E VIVÊNCIA I: OFICINA E JOGOS DIDÁTICOS DA MATEMÁTICA” a uma turma de alunos do segundo semestre do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade vale do Acaraú, na cidade de Fortaleza, Ceará, tendo por objetivo a investigação de novas tecnologias aplicadas à educação matemática; Disciplina ministrada pela professora Annelise Maymone que além de provocar a mudança de postura didática do professor incentivou a turma a utilizar ferramentas tecnológicas de apoio e ao sincronismo com o mundo atual. Durante as aulas foram abordados temas como a utilização de softwares educativos, uso de calculadoras, jogos de tabuleiro, áudio, vídeo e celulares. Assim como a elaboração, por parte dos alunos, de jogos com conteúdo didático direcionado a alunos e professores de matemática. Ao final da disciplina, todos os trabalhos seriam expostos para os docentes da faculdade.

Foi desenvolvido um jogo eletrônico para o exercício da matemática, abordando o tema porcentagem. Os resultados foram bastante satisfatórios e surge a idéia de aplicá-los em uma sala com os alunos do ensino fundamental. Daí, buscamos parcerias com professores para testar o jogo desenvolvido em outras escolas. Dentre as escolas e faculdades testadas, foram observados resultados expressivos e surpreendentes em relação ao aprendizado dos alunos. Vamos destacar a escola Duque de Caxias devido a documentação e coleta de dados que foi realizada no dia da aplicação.

3.3 Local da Pesquisa

O trabalho será realizado por meio de uma reflexão sobre a utilização de jogos eletrônicos para o exercício da matemática, mais especificamente o uso de jogos matemáticos, com turmas do 7º ano do ensino fundamental II da escola Duque de Caxias, composta por alunos de classe média baixa, com poucos recursos tecnológicos, situada na Rua Perú, bairro Parangaba, Fortaleza, Ceará. A escola funciona em dois turnos e conta atualmente com 512 alunos, 10 funcionários e 18 professores.

3.4 Procedimento para coleta de dados

Os alunos da escola Duque de Caxias, especificamente, turmas 7º ano já haviam estudados o conteúdo inserido no jogo (Porcentagem).

A professora havia preparado um questionário de revisão para ser aplicado em sala, porém, não seria utilizada as práticas tradicionais de exercitar conteúdo. Todas as questões foram abordadas com o jogo eletrônico e após a avaliação seria observado o desempenho dos alunos através de depoimento da professora e resultado de provas aplicadas sobre o conteúdo.

3.5 O jogo

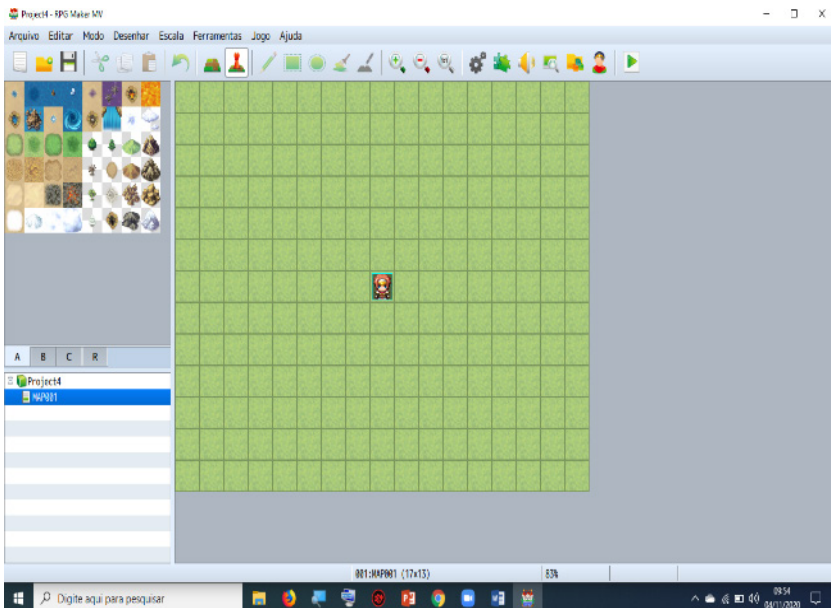
O jogo foi desenvolvido em um aplicativo chamado RPG MAKER MV, que permite que os usuários criem seus próprios jogos de RPG¹. Estes jogos são similares aos populares jogos para Super Nintendo, como Zelda, Super Mário Broz, Boomber Man e Final Fantasy, a não ser que a imaginação do quem o utiliza, vá além dos recursos possíveis, criando efeitos inacreditáveis e surpreendentes, usando apenas o sistema permitido de 256 cores. No editor, você pode criar mapas, personagens e desafios. Além disso, o jogo poderá ser executado em computadores, celulares e tablets.

¹ A sigla RPG nada mais é que “*Role Playing Game*”, ou seja, um jogo onde as pessoas interpretam seus personagens e criam narrativas que giram em torno de um enredo. O RPG digital o usuário assume o papel de protagonista do jogo através de um personagem e segue um universo definido.



(Imagem 1: Fonte KODOKAWA CORPORATION)

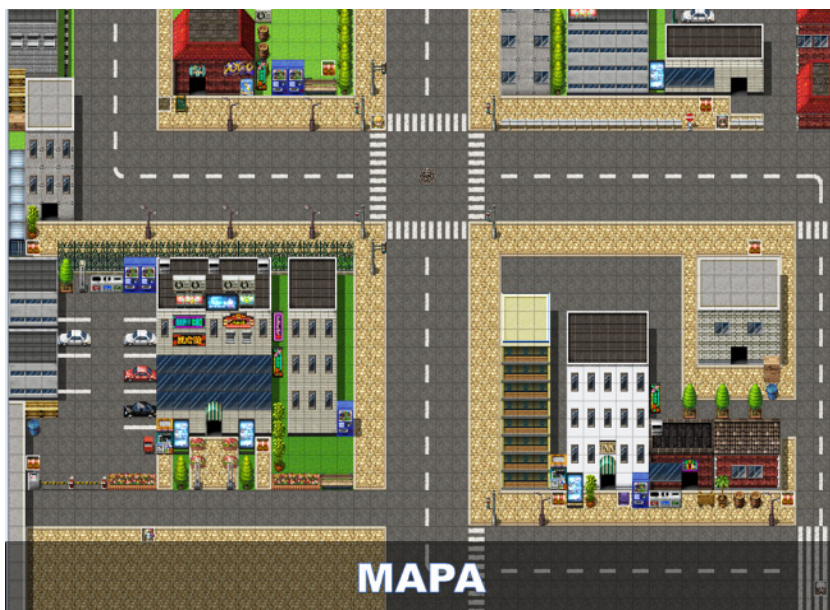
Podemos observar na imagem a seguir a estrutura de desenvolvimento com ferramentas para criação de cenários, personagens e layouts. Além da possibilidade de programar e gerar conversas entre personagens e até desafios mais avançados.



(Imagem 2: Fonte própria)

O jogo foi criado com base em uma atividade de revisão (Anexo I), onde suas questões foram aplicadas nas etapas do jogo, com o objetivo de atrair a atenção do aluno para o exercício. Denominado de “RPG – Uma nova abordagem”, traz símbolos de porcentagem como plano de fundo da imagem inicial para destacar o tema.

Toda interface do jogo foi desenvolvida de acordo com o tema Porcentagem, conforme imagens abaixo, com o intuito de atrair significativamente o aluno para o jogo. O mapa do jogo também foi totalmente desenvolvido com uma idéia mais contemporânea para que os alunos identifiquem a sociedade atual nos desenhos da cidade criada e relacionem ao dia a dia.



(Imagem 3: Fonte própria)

Observe nas imagens a seguir que os elementos presentes estão mostrando ao aluno ambientes da sociedade em que vivemos e a modernidade que estes acompanham diariamente. Vale ressaltar as casas, prédios, escola, padaria e farmácia como objetos de interação pois o aluno poderá visitá-los e de forma análoga poderá relacionar as ações com sua rotina.



(Imagem 4: Fonte própria)

O jogo acontece em uma cidade conforme Imagem 4 e suas ações são de completa interação e simples comandos. Os alunos podem jogar no celular, onde basta clicar na tela para movimentar ou interagir com o personagem. Já no computador, o aluno poderá utilizar o mouse ou teclado, porém, também poderá utilizar um joystick se conectado ao computador. Conforme as imagens abaixo.



(Imagem 5: Fonte própria)



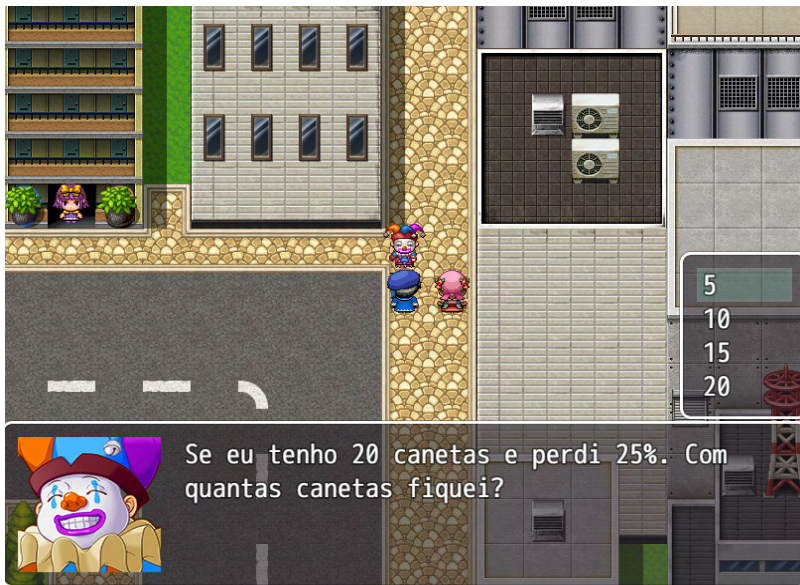
(Imagem 6: Fonte própria)

Os alunos deverão interagir com os personagens do jogo para resolver os desafios e ganhar pontos. As questões estão inseridas no jogo conforme imagens a seguir.



(Imagem 7: Fonte própria)

Durante as etapas o aluno se depara com o desafio de resolver as questões trazidas pelos personagens e atingir a maior pontuação possível.



(Imagem 8: Fonte própria)

As fases poderão ocorrer na rua, na escola, ou até mesmo na casa do aluno. Se o aluno atingir uma pontuação alta, significa que ele conseguiu resolver uma grande quantidade de questões durante o jogo. Além disso existem baús com tesouros, animais e até professores que podem ajudar o aluno com dicas. Observe as imagens a seguir.



(Imagem 9: Fonte própria)

Observe os elementos do cotidiano e os detalhes trazidos nas fases do jogo, onde os alunos conseguirão se identificar ou relacionar as situações com o dia a dia. Na imagem a seguir será possível observar a presença de um professor que trás dicas e transporta o aluno para as fases subsequentes.



(Imagem 10: Fonte própria)

A programação que possui as questões é de fácil ajuste e alteração. O professor poderá fazer substituições das questões, alterar cenários e criar novas situações que possam atrair a atenção do aluno. Faz-se necessário conhecimentos de lógica de programação para manuseio e alteração. Logo, o professor deverá passar por uma capacitação e aprender a desenvolver jogos com esse tipo de logística. No entanto, essas ações e instrumentos despertam o interesse do aluno contemporâneo, pois, além de exercitar o conteúdo, o aluno se diverte.

4 | CONTEXTO DO ESTUDO E APLICAÇÃO

As observações foram realizadas em três turmas de sétimo ano, 1 no turno da manhã e 2 no turno da tarde. A turma 7^oA tem 26 alunos, sendo que a maioria é de meninas. É uma turma bastante agitada, os alunos estão na faixa etária coerente com este ano escolar, com idade de 11 a 13 anos. Somente três alunos são repetentes. A turma 7^oB tem 32 alunos, sendo que são 20 meninos e 12 meninas. É uma turma calma, os alunos estão na faixa etária coerente com este ano escolar, porém 2 alunos são repetentes. Já na turma 7^oC, são

29 alunos, sendo que a maioria é de meninos. É uma turma bastante barulhenta e gosta de conversar no momento da aula. Os alunos estão em faixa etária incoerentes com o ano escolar, existe alunos mais novos misturados com idade superior a faixa etária adequada. Possui três alunos repetentes.

Foram realizadas observações durante dois dias. O horário das turmas contempla três aulas da disciplina de Matemática, sendo que nas quintas-feiras são dois períodos consecutivos. O período de observações totalizou 3 dias de aula incluindo o dia da avaliação. O quadro 1, a seguir, apresenta as datas, o número de aulas e as atividades realizadas pelo professor durante esse período:

| Observações | Data | Nº de aulas | Descrição da atividade |
|-------------|-------|-------------|---|
| 1ª | 14/10 | 1 | Aula de revisão sobre porcentagem e Introdução ao uso de jogos, explicação sobre atividade posterior. |
| 2ª | 17/10 | 2 | Aplicação do jogo: "RPG - Uma nova abordagem " |
| 3ª | 21/10 | 1 | Avaliação e Resultados |

Na primeira aula observada, a professora aplicou uma aula sobre o conteúdo já estudado, trouxe questões e tentou sondar as dúvidas das turmas. Após o término da explicação informou aos alunos que na próxima aula aplicaria um jogo. Neste momento percebeu-se que grande parte da turma ficou entusiasmada com a notícia. Somente alguns alunos não vibraram como os demais. Primeiramente o professor mostrou o jogo denominado "RPG – Uma nova abordagem". Em seguida apresentou as regras, fazendo uma breve demonstração de como seria jogado. Os alunos formaram duplas e trios para jogar.

Na segunda aula, a professora inicia informando que o jogo será aplicado. Como seria utilizados poucos computadores em sala, haveria uma espera em cada rodada, porém todos os alunos teriam a oportunidade de participar. Ao final, todos os alunos das turmas participaram do projeto. Outra observação importante foi constatar que os adversários também faziam os cálculos embora não fosse sua vez de jogar. Assim, quando necessário, podiam contestar os resultados obtidos nas jogadas e verificar se os resultados eram os mesmos. Quando não eram os mesmos, refaziam os cálculos. A situação evidencia o quanto é importante à interação entre os alunos no momento do jogo, pois eles discutem as maneiras de resolução, aprendendo uns com os outros, que mostram o quanto o jogo esta sendo significativo e importante na construção do conhecimento. Percebeu-se que os alunos estavam motivados e desafiados durante a atividade, chegando uma boa compreensão e a um bom raciocínio sobre porcentagem. O jogo trouxe um interesse extra para o assunto.



(Imagem 11: Fonte própria)

Podemos observar na imagem 12 a interação entre os alunos e a empolgação a utilizar o computador e um joystick com instrumento para o manuseio do jogo.



(Imagem 12: Fonte própria)

Na terceira aula observada, que foi posterior a aplicação do jogo “RPG – Uma nova abordagem”, a professora introduziu uma avaliação abordando questões similares ao conteúdo aplicado no jogo. Os alunos mostraram-se bastante preparados na resolução dos exercícios. Quando surgiam dúvidas, o professor relembrava momentos dos jogos. Essa retomada permitiu aos alunos realizar uma retrospectiva do que haviam feito no

jogo e utilizar conhecimento para a resolução de exercícios. Foram várias as vezes nessa aula que o professor utilizou o artifício de lembrar os momentos do jogo para auxiliar os alunos a resolver a atividade de avaliação. Os alunos interagem com o professor e colegas durante a realização do exercício. Eles relembrou as jogadas e ficavam eufóricos. Ao final, a professora agradece a participação dos alunos e distribui as notas relacionadas ao jogo e a atividade proposta.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através desse jogo, percebemos que a motivação e o interesse de cada aluno se desenvolveram. O ambiente se tornou favorável ao aprendizado. A ferramenta foi essencial para o entusiasmo e conseqüentemente para o estímulo do interesse em resolver as questões. Cada uma das ações dos alunos no jogo foram importantes e essenciais para o processo de assimilação do conteúdo. Enfatiza-se que os alunos das turmas foram receptivos ao projeto, participando ativamente da atividade. A curiosidade pelo novo, a cooperação entre os colegas para solucionar problemas ligados ao jogo aumentaram o interesse pelo conteúdo abordado.

Segundo relatos da professora, os alunos atingiram um elevado nível no conteúdo e ótimas notas, além da mudança de comportamento, pois os alunos que antes eram desinteressados passaram a estudar com mais entusiasmo e também tiveram resultados satisfatórios. Os alunos não apresentam maiores dificuldades na Matemática contida no jogo e sim na interpretação das regras. Ainda conforme a professora os estudantes expõem de maneira clara suas dúvidas e opiniões durante a aplicação do jogo principalmente quanto a resolução das questões contidas no jogo. Durante a aplicação podemos destacar algumas dificuldades enfrentadas:

- Barulho excessivo;
- Falta de computadores e ambiente adequado;
- Quantidade de alunos deixa alguns alunos ociosos na espera;
- Nas turmas mais agitadas, falta o domínio do professor.

Ao término do ano letivo percebeu-se um avanço em relação ao aprendizado da turma. Porém a professora relata a importância de novos jogos ou novas ações para manter esse entusiasmo. Considerando os resultados obtidos, podemos concluir que é importante a utilização de recursos tecnológicos, porém faz-se necessário uma análise da sociedade seguida de capacitações para conseguir um elevado índice de aceitação e interações. Os jogos eletrônicos despertam interesse tanto dos alunos tímidos quanto dos alunos mais eufóricos, pois estão inseridos no dia a dia do mesmo.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jogo utilizado na pesquisa foi de suma importância, através dele foi possível observar o entusiasmo aliado ao interesse dos alunos, buscando estratégias para resolução dos problemas.

O jogo apenas pelo jogo não serve para ensino e prática do exercício da matemática, porém, jogos com desafios fazem com que o aluno veja o problema matemático como um todo, assim, o aluno fica focado no problema, busca alternativas para chegar no seu objetivo, que quando está jogando, resume-se a ganhar, mas em sala de aula, resume-se a buscar as respostas para obter a vitória no jogo.

Trabalhar com jogos de maneira constante, não é tão simples, e nem garante a motivação, tampouco um bom desempenho dos alunos. Foi possível avaliar essa situação, pois a repetição tornará o momento previsível. O desafio age como motivador. Trabalhar de maneira alternada mostrou-se eficiente na concentração e desempenho para resolução de problemas.

Obter resultados satisfatórios com o uso de jogos eletrônicos requer planejamento e muita capacitação. A capacitação dos professores para esse tipo de ferramenta se faz indispensável, pois a situação atual de algumas escolas e até mesmo o despreparo docente são problemas que dificultam a abordagem tecnológica em muitos casos. A preparação dos futuros professores e a aceitação por parte dos professores que já atuam deve ser efetiva, pois, com os avanços tecnológicos, juntamente com a necessidade de atividades interativas, é necessário progredir também com as tecnologias educacionais e tentar acompanhar o uso dessas mídias trazendo para o ensino. Os alunos dessa faixa etária precisam de constante motivação para se manter concentrados e o uso desse tipo de jogo auxilia o professor.

Essas iniciativas sobre a capacitação deve partir inicialmente das instituições de ensino, mas principalmente do próprio professor, que deve ter consciência da necessidade de estar atualizado e que ensinar utilizando essa abordagem é algo trabalhoso e demanda mais tempo para preparação da aula.

Manter a estrutura da escola com ambientes e equipamentos em funcionamento, acompanhar as tendências digitais, são algo caro e, principalmente nas instituições públicas, mesmo naquelas com investimentos do setor privado, há de se compreender que nem sempre haverá à disposição opções de ponta, sendo assim é responsabilidade do professor aproveitar ao máximo tudo o que está à sua disposição. No que tange as dificuldades encontradas durante a pesquisa, podemos citar a falta de infraestrutura da escola por não dispor de equipamentos suficientes para que todos alunos pudessem participar. Grupos de 3 alunos ocupavam o mesmo equipamento, o que muitas vezes tirava a concentração daqueles que não estavam envolvidos no jogo e tinham que esperar sua vez.

O uso da tecnologia para ensino da matemática existe, porém está em permanente

evolução. Podemos concluir que, utilizá-las aliadas a um planejamento adequado trás bons resultados na área da matemática, pois atua como motivador e tem como consequência a participação dos alunos, proporcionando uma maior concentração e melhor compreensão dos conceitos.

Percebeu-se que há a possibilidade de aprofundamento sobre o tema, pois, a cada dia novas tecnologias surgem, e muitas destas poderão ser utilizadas como facilitadores no processo de ensino e aprendizagem. O professor que utiliza jogos eletrônicos possui um imenso potencial e versatilidade, de forma a garantir cada vez mais um ensino de qualidade ao aluno contemporâneo.

REFERÊNCIAS

D'AMBROSIO, U. (1986). **Da realidade à Ação: Reflexões sobre Educação e Matemática**. Campinas . SP: Summus/UNICAMP.

DOMINGUES, J. E.. **Lousa e giz: você aproveita bem essa tecnologia? 2015, Blog: Ensinar História**. Disponível em: <http://www.ensinarhistoriajoelza.com.br/lousa-e-giz-voce-aproveita-bem-essa-tecnologia/> Acesso em: 04 de setembro de 2020.

FIORNTINI, Dario, Miorin Maria Ângela. **Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no Ensino da Matemática**. Boletn SBEM-SP, Ano 4 – nº 7, 1990.

PAPERT, S. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Unicamp, 1993.

VALENTE, J. A., CANHETTE, C. C. **LEGO-LOGO: explorando o conceito de design**. Disponível em: Acesso em: 17 abr. 2008.

BECKER, H. J. **How are teachers using computers in instruction? University of Irvine, California**. 2001. Acesso em: 11 de setembro de 2020.

GRANDO, R. C.A, **O Conhecimento Matemático e o Uso dos Jogos na Sala de Aula**. Campinas SP, 2000. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, UNICAMP.

VERGNAUD, G. **El niño, las matemáticas y la realidade**. Problemas de la enseñanza de las matemáticas em la escuela primara. México: Trillas, 1991.

BRASIL, **Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros curriculares nacionais: Introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEE, 1997.

COLÉGIO DUQUE DE CAXIAS

LISTA DE EXERCÍCIOS 2

Revisão - Porcentagem

1. Calcule:
 - a) 30% de 2.400
 - b) 15% de 400
 - c) 15% de 40%
 - d) 100% de 100
2. Se eu tenho 20 canetas e perdi 25%. Com quantas canetas fiquei?
3. Um livro custa 100 reais, se for comprado a prazo, sai por 120 reais em 3 parcelas de 40 reais. Comprando à vista você tem 15% de desconto, quais são os valores do pagamento à vista e a porcentagem de acréscimo a prazo?
4. Um produto tem preço de 250 reais à vista. A prazo, em 5 parcelas mensais iguais, seu preço sofre acréscimo de 16%. Qual é o valor de cada parcela?
5. Uma mercadoria é vendida na seguinte condição de pagamento: 20% de entrada e o restante em 5 prestações iguais de R\$ 34,00. À vista concede-se desconto de 4%. Qual é seu preço à vista?
6. (OBMEP – 06) Um trabalho de Matemática tem 30 questões de Aritmética e 50 de Geometria. Júlia acertou 70% das questões de Aritmética e 80% do total de questões. Qual o percentual das questões de Geometria que ela acertou?
7. Numa mistura de 80 kg de areia e cimento, 20% é cimento. Se acrescentarmos mais 20 kg de cimento, qual será a sua porcentagem na nova mistura?
8. Na minha cidade, foi feita uma pesquisa sobre o meio de transporte utilizado pelos alunos para chegarem à escola. Responderam à essa pergunta 2 000 alunos. 42% responderam que vão de carro, 25% responderam que vão de moto, e o restante de ônibus. Calcule todas as porcentagens possíveis.
9. Ao comprar um produto que custava R\$ 1.500,00 obtive um desconto de 12%. Por quanto acabei pagando o produto? Qual o valor do desconto obtido?

INFLUÊNCIA DA TOPOGRAFIA NA MOLHABILIDADE EM SUPERFÍCIES DE TITÂNIO TRATADAS POR OXIDAÇÃO A PLASMA

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 08/11/2021

Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia Biomédica
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/5387010100082241>

Marco Aurélio Medeiros da Silva

Conselho Regional de Odontologia do RN
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/7414516185073046>

Bruno de Macedo Almeida

Associação Brasileira de Odontologia – Seção
RN
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/7278391426911383>

Ângelo Roncalli Oliveira Guerra

Universidade federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia Mecânica
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/7353332474621022>

Ana Beatriz Villar Medeiros

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Odontologia
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/6345247068351046>

Renivânia Pereira da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia Biomédica
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/6717163048054185>

Tereza Beatriz Oliveira Assunção

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia Biomédica
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/6103933405868501>

Clodomiro Alves Junior

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia Mecânica
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/7441669258580942>

Karina e Silva Pereira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Programa de pós-graduação em Gestão e
Inovação em Saúde
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/9928230147810303>

RESUMO: Com o objetivo de estudar a influência da topografia na molhabilidade de superfícies tratadas a plasma, foram utilizados discos de titânio comercialmente puros grau II, de 10 mm de diâmetro e 1 mm de espessura, em atmosferas de Argônio (Ar), Hidrogênio H_2 e Ar – H_2 . Essas amostras foram submetidas a plasma produzido por descarga catódica oca (HCD) por 20 e 60 min a uma tensão de 500 V e pressão de 220 Pa. Após o pré-tratamento, o estado das superfícies da amostra foi avaliado quanto às fases superficiais com incidência de raspagem Difração de raios X (GIXRD) e Espectroscopia de fotoelétrons de raios X (XPS), avaliados por microscopia de força atômica (AFM) e molhabilidade, usando o teste de queda séssil. Verificou-se que todas as condições foram eficazes na redução do óxido,

resultando em diferentes valores de molhabilidade. Foi analisada a correlação entre os parâmetros de rugosidade média (Ra) e a razão entre a altura máxima do pico e a distância média entre o pico mais alto e o vale mais baixo (Rp/Rz) e molhabilidade para as diferentes condições de tratamento. Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que Ra e Rp/Rz não são adequados para se correlacionar com molhabilidade e sugere-se que um novo parâmetro topográfico seja adotado para a equação de Cassie-Baxter. A análise XPS mostrou que a eficácia da redução foi maior para a mistura Ar – H₂, seguida por Ar e H₂.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento a Plasma; Biomateriais; Óxido de Titânio; Molhabilidade; Parâmetros de rugosidade.

INFLUENCE OF TOPOGRAPHY ON PLASMA TREATED TITANIUM SURFACE WETTABILITY

ABSTRACT: With the aim of studying the topographic influence on wettability of plasma-treated surfaces, we used commercially pure titanium disks, grade II, 10 mm in diameter and 1 mm thick, and in atmospheres of Argon (Ar), Hydrogen H₂ and Ar–H₂. These samples were submitted to plasma produced by hollow cathode discharge (HCD) for 20 and 60 min at a voltage of 500 V and pressure of 220 Pa. After pre-treatment, the state of the sample surfaces was assessed for surface phases with grazing incidence X-ray diffraction (GIXRD), and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), evaluated by atomic force microscopy (AFM) and wettability, using the sessile drop test. It was found that all the conditions were effective in reducing oxide, resulting in different wettability values. Correlation between average roughness (Ra) parameters and the ratio between maximum peak height and average distance between the highest peak and lowest valley (Rp/Rz) and wettability for the different treatment conditions were analyzed. Given the results obtained, it was concluded that Ra and Rp/Rz are not appropriate for correlating with wettability and it is suggested that a new topographic parameter be adopted for the Cassie–Baxter equation. XPS analysis showed that reduction efficacy was greater for the Ar–H₂ mixture, followed by Ar and H₂.

KEYWORDS: Plasma treatment; Titanium oxide reduction; Wettability; Roughness; Parameter.

1 | INTRODUÇÃO

Hoje o material mais utilizado em aplicações biomédicas é o titânio e suas ligas, devido sua alta biocompatibilidade e resistência à corrosão (BINON; WEIR; MARSHALL, 1992; AMORIN et al., 2019; CAO et al., 2020; WU et al., 2020). Entretanto técnicas de tratamento e revestimento de superfícies são utilizadas para adaptá-los às várias aplicações. Na engenharia tecidual, por exemplo, há um crescente interesse em se desenvolver uma nova geração de materiais que, além de biocompatíveis e resistentes à corrosão, tenham boa molhabilidade para garantir uma maior integridade da interface osso/biomaterial (KASEMO, 2002). Ao contrário disso, em stents e válvulas cardíacas há necessidade que o sangue tenha baixa molhabilidade para evitar adesão plaquetária (KASEMO, 2002). Esses dois exemplos extremos ilustram bem a necessidade da modificação de superfície

após a fabricação do dispositivo biomédico. De uma maneira geral, a fabricação desses dispositivos compreende uma série de etapas como usinagem, estampagem, dobramento e/ou tratamentos térmicos que expõem a superfície do titânio aos mais variados contaminantes orgânicos e inorgânicos. Nesse sentido, após a fabricação há necessidade de procedimentos que incluem protocolos de limpeza e passivação (KASEMO; LAUSMAA, 1988). Esses procedimentos são recomendados por órgãos que estabelecem normas e condutas técnicas para fabricação de materiais para uso biológico, com a finalidade de obter superfícies que possam ter melhor interação com os tecidos onde são implantados (TAKEUCHIA et al., 2003). Dentre os métodos utilizados podem-se citar os mecânicos que são realizados à custa de jateamento no substrato com partículas de diversas granulações; método químico que utiliza banhos sucessivos de ácidos, tratamento alcalino, peróxido de hidrogênio, sol-gel e oxidação anódica (decapagem) e os métodos físicos que utilizam o laser, spray térmico, plasma spray, PVD, implantação iônica, implantação de íons e plasma (LIU; CHU; DING, 2005). O método químico é o mais utilizado, limpa e trata a superfície, porém poderá levar à incorporação de elementos nocivos ao material e tornar necessárias etapas adicionais para descontaminação, aumentando tempo e custo a esse processo, além de causar problemas no descarte de resíduos ao meio ambiente, após o seu uso, ocasionando danos de difícil reparação para o mesmo (CHANG et al., 2004).

O plasma tem sido bem requisitado no processamento de superfície na indústria de microeletrônicos e tem atraído a atenção na área de biomateriais (SÁ et al., 2008). Embora esse método tenha sido usado vastamente em pesquisa de biomateriais, as informações são limitadas sobre os parâmetros do processo.

Uma das vantagens desse método está na versatilidade da energia do plasma. Num mesmo equipamento é possível limpar, modificar uma superfície e esterilizá-la. Na indústria biomédica esse processo consiste em modificar a superfície em uma atmosfera altamente ionizada. Quando se deseja uma atmosfera mais hostil utiliza-se a configuração cátodo oco. A alta ionização é conseguida porque os elétrons do plasma são obrigados a refletirem sucessivamente entre duas superfícies catódicas, onde os elétrons são repelidos pelo cátodo central que pode ser a peça que se deseja oxidar em direção aos cátodos externos. Ao se aproximarem destes, são também repelidos, realizando assim, um movimento de zig-zag que aumentará a taxa de ionização da região em questão. Uma alta densidade de íons significará maior bombardeamento na superfície, ocasionando maior incidência energética (SÁ et al., 2008; SILVA et al., 2005; GUERRA NETO; SILVA; ALVES, 2009c; CAO et al., 2020; WU et al., 2020). Esta configuração de eletrodos é utilizada quando se deseja aumentar o dano superficial, ou seja, para uma mesma temperatura de processo, produzem-se mais defeitos na superfície que na oxidação com a descarga planar (GUERRA NETO; SILVA; ALVES, 2009b).

Alguns autores têm investigado o tratamento em descarga planar para pré-tratamento de superfícies e/ou modificações de biomateriais metálicos de titânio (LIU;

CHU; DING, 2005). Foi reportado também que uma mistura gasosa de plasma H_2/Ar , pode ser eficiente na remoção de óxidos metálicos em um pré-tratamento, onde radicais de hidrogênio pode ajudar a reduzir óxidos, enquanto o argônio atua aumentando a eficiência da taxa de ionização (HSIEH; LI, 2006).

Segundo Zhu et al (2004), é importante melhorar aspecto nanotopográficos, químicos e físicos visando o aumento da molhabilidade e sítios de adesão celular (SILVA et al., 2005; ZHU et al., 2004; GUERRA NETO; SILVA; ALVES, 2009a). Baseado nesta afirmação e em resultados conflitantes da literatura acerca da correlação entre os aspectos físico-químicos da superfície com a molhabilidade, adotamos uma sistemática de limpeza de superfícies de titânio para analisar sua influência sobre a molhabilidade (SÁ et al., 2008; GUERRA NETO; SILVA; ALVES, 2009b; ALVES JUNIOR et al., 2005). O presente trabalho tem por objetivo estudar a influência da topografia na molhabilidade de superfícies tratadas por plasma em atmosferas de Ar e H_2 e diferentes tempos de tratamento.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O processo de limpeza por plasma foi realizado numa câmara cilíndrica de aço inoxidável, com 400 mm de diâmetro e 400 mm de comprimento, hermeticamente fechada por dois flanges (Figura 1). No flange inferior se encontram as entradas para gás, bomba de vácuo, sensor de pressão e eletrodo catodicamente polarizado. No centro do eletrodo está inserido axialmente um termopar, com o qual se mede a temperatura da amostra durante o experimento. Foi utilizado termopar do tipo K (cromel-alumel). A pressão interna da câmara foi medida através de sensor de membrana capacitiva, tipo baratron, Edwards.

Internamente a câmara possui um porta amostra em forma de disco, sobre o qual é colocada a amostra. Na configuração de cátodo oco a amostra está contida no interior de um recipiente conforme ilustrado na Figura 1. Fixou-se a distância entre cátodos (distância entre a superfície da amostra e a tampa superior), em 9 mm.

Uma fonte de corrente contínua, com tensão de saída continuamente ajustável até 1200 V e corrente máxima de 1,5 A, foi utilizada para alimentar a descarga. Além da câmara e da fonte de tensão, há também o sistema de vácuo e distribuição de gases que completam assim o equipamento.

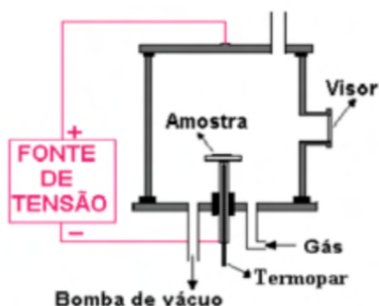


Figura 1 - Diagrama esquemático do reator a plasma

Fonte: Elaborada pelo autor

As condições de pré-tratamentos estão ilustradas Tabela 1. Para a limpeza por plasma, inicialmente a câmara foi evacuada até uma pressão na faixa de 10 Pa e então introduzido o gás de trabalho até a pressão de 220 Pa. Neste instante a fonte era ligada e ajustada até uma tensão de 500 V, quando então o gás começava a brilhar. Ajustada a pressão, esperava-se que a amostra atingisse a temperatura desejada (473K) para a limpeza. Após os tratamentos, os 18 discos (3 discos para cada condição) foram submetidos às análises por difração de raios-X com ângulo rasante (GIDRX), XPS (X-ray photoelectron spectroscopy), microscopia de força atômica (AFM) e ensaio de molhabilidade (gota séssil).

| Amostra | Atmosfera | Tempo (Min) |
|----------------------|----------------------------|-------------|
| Ar 20 | Ar Puro | 20 |
| Ar 60 | Ar Puro | 60 |
| H ₂ 20 | Hidrogênio Puro | 20 |
| H ₂ 60 | Hidrogênio Puro | 60 |
| Ar+H ₂ 20 | 50% Ar + 50%H ₂ | 20 |
| Ar+H ₂ 60 | 50% Ar + 50%H ₂ | 60 |

Tabela 1 - Condição de pré-tratamento, gás utilizado, tempo

Fonte: Elaborada pelo autor

A fase e cristalinidade da superfície foi analisada usando difração de raios-X em ângulo rasante (GIDRX), com incidência igual a 0,5°. O equipamento utilizado foi um difratômetro modelo Shimadzu XRD-6000. Os espectros foram obtidos usando radiação Cu K α (comprimento de onda: 0,154 nm), operado em 40 KV, no intervalo entre 20° e 90°. As identificações dos picos dos difratogramas foram realizadas com auxílio das tabelas de cristalografia padrão JCPDS.

Um dos estudos que compõe a análise de molhabilidade é a determinação do ângulo de contato através da técnica da gota séssil. As amostras, antes e após o tratamento,

são colocadas num goniômetro construído no Laboratório de Processamento de Materiais por Plasma (LABPLASMA) (Figura 2) e em seguida, utilizando uma micropipeta regulada para $20\mu\text{l}$, uma gota de água destilada é liberada sobre a amostra e sua imagem captada pela câmera de vídeo do goniômetro. Com o uso do programa suftens (programa também desenvolvido no LABPLASMA) são determinados os valores dos ângulos de contato. O processo é repetido com o glicerol, que possui componente polar e apolar contrária à água. Foram realizadas três medidas em cada amostra, significando que para cada condição estudada eram utilizados 09 valores para cada líquido. O objetivo é observar o comportamento da gota sobre a superfície da amostra durante 60s.



Figura 2 - Aparelho desenvolvido no laboratório para medir o espalhamento da gota sobre as amostras

Fonte: Elaborada pelo autor

Para análise da nano topografia da superfície foi utilizado um microscópio de força atômica da SHIMADZU modelo SPM 9600. Através da imagem obtida foi possível determinar os diferentes parâmetros de rugosidade. Obteve-se imagens num quadrado com área de 5×5 micron (KASEMO, 2002).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 3 são apresentados os espectros de difração de raios-X em ângulo rasante das amostras tratadas e também da amostra sem tratamento. Todas as condições de tratamento resultaram numa redução do TiO_2 para o Ti_2O_3 , indicando que as seis condições utilizadas foram eficazes na redução dos teores de oxigênio. A amostra controle apresenta além do TiO_2 enquanto que a fase de TiO_3 não é visualizada em nenhuma das amostras reduzidas por plasma. No presente trabalho observa-se que não apenas o H_2 é efetivo na remoção dos óxidos, mas também o Ar ou misturas desses são eficazes. Na verdade, a atmosfera com H_2 puro mostrou ser o mais eficaz para tempo de tratamento de 60 minutos, conforme pode ser visto na Figura 3. Nesta condição verifica-se que a razão de intensidade do pico referente à fase Ti_2O_3 é muito pequena comparativamente à intensidade do pico TiO_2 (101). Observando-se os dois primeiros picos TiO_2 (101) e Ti_2O_3 (110) verifica-se uma maior

redução deste último para as amostras tratadas com Ar/H₂ seguidas das amostras tratadas com argônio e finalmente pelas amostras tratadas com H₂. Para as demais condições pode-se afirmar que não houve diferenças significativas nas razões desses picos.

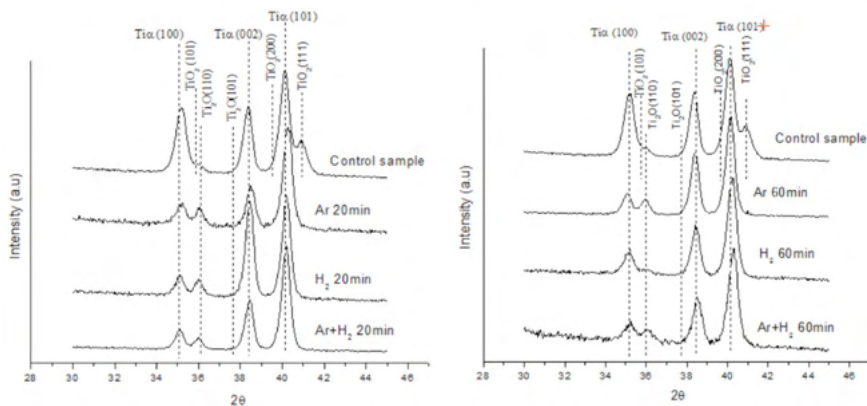


Figura 3 - Difração de Raio-X de amostras tratadas em plasma comparativamente com amostra não tratada com incidência rasante de 0,5 grau

Fonte: Elaborada pelo autor

Observa-se na Figura 4 abaixo a tendência de uma maior eficácia de Ar/H₂ na remoção de óxidos quando comparado com as demais condições. De acordo com o XPS ocorre uma redução crescente de O₂ na ordem, H₂ 20, Ar 20, Ar+H₂ 20, H₂ 60, Ar 60, Ar+H₂ 60 mostrado também a influência do tempo de tratamento na eliminação de óxido.

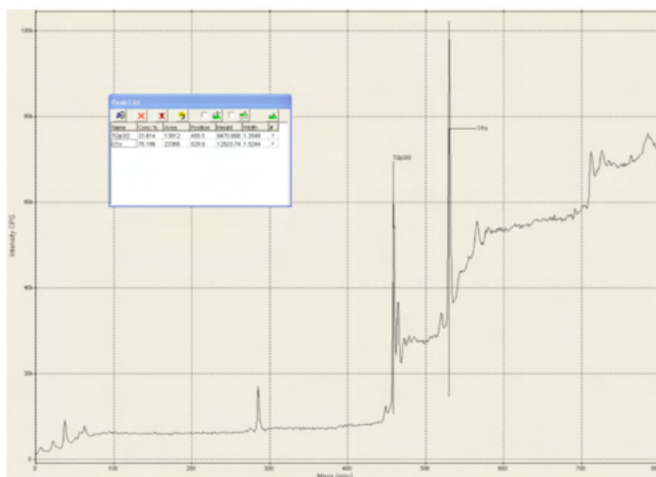


Figura 4 - XPS (X-ray photoelectron spectroscopy) das amostras tratadas por plasma

Fonte: Elaborada pelo autor

Pode-se então afirmar que as diferenças entre as superfícies, se houver, devem ser de origem topográfica. Sabendo que a molhabilidade da superfície é resultante de fatores físicos e químicos (KASEMO, 2002), espera-se que os resultados da topografia da superfície possam responder pelos diferentes valores de molhabilidade que serão verificados nesse trabalho, uma vez que quimicamente foi verificado não haver diferenças entre as superfícies, excetuando apenas a amostra H₂ 60 que apresentou a menor intensidade do pico de Ti₂O₃. A análise XPS mostrou que a eficácia da redução foi maior para a mistura Ar – H₂, seguida por Ar e H₂.

A nanotopografia tem sido definida como uma superfície que apresenta topografia característica, com uma magnitude de 100 nm ou menos. Essas modificações alteram as interações da superfície com íons, biomoléculas e células que influenciam na adesão, proliferação e diferenciação celular, que vão interferir no processo de osseointegração, potencializando seus efeitos (WHITEHEAD et al., 1995).

Em todas as amostras tratadas foi verificada modificação topográfica. Na Figura 4 são apresentadas ilustrativamente uma superfície do titânio polido e outra após tratamento por plasma (tratada). Verifica-se que a amostra tratada com Ar/H₂ 20 minutos apresenta uma superfície modificada, comparativamente à amostra controle, devido ao bombardeamento iônico causado pelo argônio e/ou hidrogênio. Ainda na mesma amostra, pode-se explorar alguns parâmetros de rugosidade que serão importantes na avaliação da molhabilidade das amostras. Na Figura 5 são apresentados os valores dos picos de maior altura para as duas superfícies. Além disso, são fornecidos pelo programa computacional outros parâmetros como Ra, Rp, Rv e Rz, que são extraídos das curvas de perfis apresentados ao lado de cada figura.

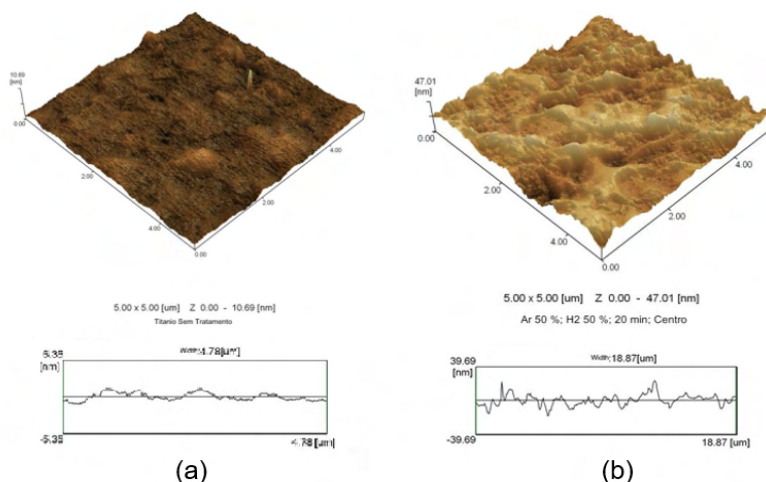


Figura 5 - Nanotopografias das superfícies (a) amostra polida, (b) amostra tratada em mistura de Ar e H₂ durante 20 minutos (Ar + H₂ 20)

Fonte: Elaborada pelo autor

O parâmetro Ra é definido como a altura média de picos e vales existente numa superfície (ELIAS et al., 2008). Uma alteração nesse parâmetro não expressa todas as variações de rugosidade, ou seja, alterações na distribuição e alturas dos picos podem compartilhar valores de (Ra) em comum, não definindo com clareza o comportamento do relevo superficial (WHITEHEAD et al., 1995). Vários autores correlacionam os valores de Ra com a molhabilidade da superfície (WHITEHEAD et al., 1995; ELIAS et al., 2008; LIM; OSHIDA, 2001). Todos afirmam que existe uma relação direta entre a rugosidade (Ra) e a molhabilidade.

Outra opção de expressar o perfil topográfico seria com a utilização dos parâmetros Rp e Rz. O parâmetro Rp é obtido pela média de altura do pico em relação à linha central em 5 leituras consecutivas e o Rz é calculado pela soma da altura máxima dos picos (Rp) com a profundidade máxima dos vales (Rv), no comprimento da amostragem (ZHU et al., 2004). A razão Rp/Rz é de especial importância na avaliação do formato da superfície, pois uma razão maior que 0,5 indica picos pontiagudos enquanto valores menores que 0,5 indica uma superfície com picos arredondados (ZHU et al., 2004). Segundo esses autores, picos arredondados favorecem o espalhamento de líquidos na superfície. Usando essa hipótese, através da avaliação da razão Rp/Rz pode-se estimar sua influência sobre a molhabilidade (ZHU et al., 2004). A análise da molhabilidade é um fator importante para definir a biocompatibilidade e essa por sua vez tem importância primordial na osseointegração dos biomateriais (ALBREKTSSON; WENNERBERG, 2004; GUERRA NETO; SILVA; ALVES, 2009a). Ângulos de contatos baixos significam maior molhabilidade, isto é, superfície mais hidrofílica (KASEMO, 2002).

No presente trabalho foram obtidos os valores de Ra, Rp e Rz a partir da média obtida em 2 perfis de níveis traçados para cada superfície observada. Também foram medidos os ângulos de contato de gotas séssil de água destilada e glicerol, quando depositadas sobre essas superfícies. Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

| Amostras | Ra (nm) | Rz (nm) | Rp (nm) | Rp/Rz | Ângulo de contato (H ₂ O) (θ) | Ângulo de contato (Glicerol) (θ) |
|-------------------------|---------|---------|---------|-------------|--|----------------------------------|
| Controle | 0,51 | 10,67 | 0,68 | 0,063730084 | 52,67 | 52,90 |
| Ar (20) | 6,57 | 59,6 | 37,4 | 0,627516779 | 48,71 | 53,00 |
| Ar (60) | 8,53 | 93,08 | 60,23 | 0,647077783 | 56,8 | 64,00 |
| H ₂ (20) | 4,9 | 85,34 | 62,35 | 0,730606984 | 89,87 | 86,30 |
| H ₂ (60) | 6,3 | 53,89 | 24,7 | 0,458341065 | 44,69 | 80,50 |
| Ar/ H ₂ (20) | 4,5 | 46,94 | 21,3 | 0,453770771 | 38,64 | 59,60 |
| Ar/ H ₂ (60) | 5,64 | 41,43 | 19,99 | 0,482500603 | 63,16 | 72,40 |

Tabela 2 - Valores de rugosidade e ângulo de contato

Fonte: Elaborada pelo autor

No presente trabalho, a correlação direta de Ra com a molhabilidade não foi observada nem mesmo entre pares de amostras tratadas em tempos diferentes. Como pode ser observado na Tabela 2, houve aumento da rugosidade Ra para todas as condições quando foi aumentado o tempo de bombardeamento iônico. Por exemplo, a amostra bombardeada com argônio durante 20 min. (Ar 20) aumentou o Ra de 59,6 nm para 93,1 nm, quando bombardeada durante 60 minutos (Ar 60). Entretanto, quando se observa os ângulos de contato não houve aumento da molhabilidade, como previsto na literatura (CHRISTENSON et al., 2007). Como pode ser observado o ângulo de contato aumentou o que significa decréscimo de molhabilidade. O mesmo acontece com o Ar/H₂ 20 min e 60 min, a rugosidade aumenta enquanto a molhabilidade diminui. Apenas para as amostras tratadas com H₂ é que foi observada uma correlação direta entre o parâmetro Ra e a molhabilidade.

Observando agora na Tabela 2 a correlação entre a razão Rp/Rz para pares de amostras tratadas na mesma atmosfera, mas em tempos diferentes, verifica-se que ela existe apesar de não ter uma proporcionalidade direta. Para amostras tratadas na atmosfera de H₂ puro, pode ser observado que os picos passaram de pontiagudos (razão Rp/Rz maior que 0,5) quando tratadas durante 20 minutos, para picos arredondados (razão Rp/Rz menor que 0,5) quando tratadas durante 60 minutos. De fato, a molhabilidade é maior nos picos arredondados, conforme previsto na literatura. Para os demais pares, as diferenças na razão Rp/Rz não são tão grandes como nas amostras tratadas com H₂. Observa-se que as amostras tratadas durante 60 minutos em argônio possuem os picos mais pontiagudos, enquanto nas amostras tratadas com a mistura Ar+H₂ possuem picos mais arredondados. Para as amostras tratadas com a mistura Ar+H₂, embora os resultados da razão Rp/Rz sejam muito próximos, observa-se que os valores das molhabilidades são muito diferentes, indicando pouca ou nenhuma correlação.

Na Figura 6 são apresentados os valores dos ângulos de contato de uma gota séssil de água destilada (6a) e glicerol (6b) para todas as amostras estudadas. De uma maneira geral, houve pouca variação entre os valores dos ângulos de contatos quando se mudou da água para o glicerol.

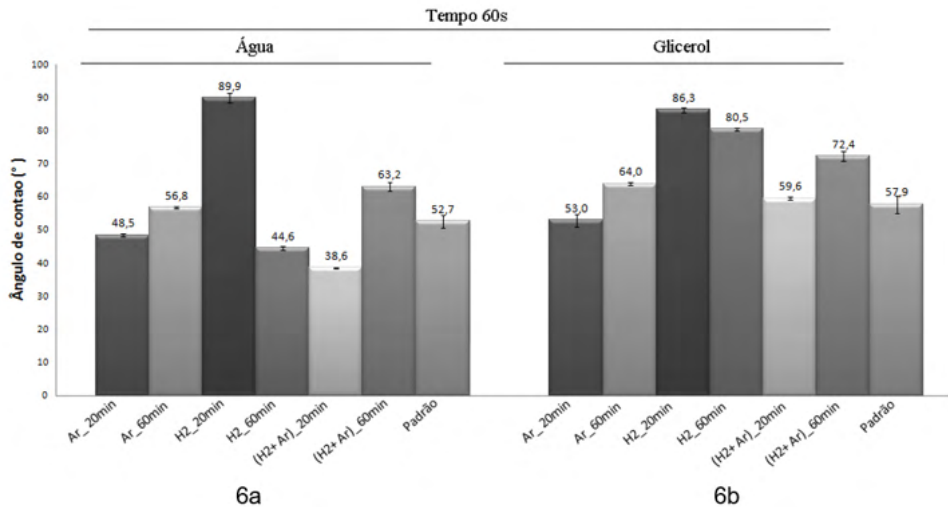


Figura 6 - Valores do ângulo de contato de uma gota de água (6a) e glicerol (6b) em superfícies de titânio tratadas por plasma

Fonte: Elaborada pelo autor

Nesta Figura 6 pode-se observar que as duas maiores variações ocorridas foram para as condições H₂ 60 e Ar/H₂ 20. Nestas condições observa-se um aumento no valor do ângulo de contato de 44,60° para 86,30° (amostra H₂ 60) e de 38,60° para 59,60° (amostra Ar/H₂ 20) quando muda da água para o glicerol, respectivamente. Uma das hipóteses para explicar a grande diferença nesses valores pode ser feita com base no ângulo de contato aparente dado pela equação Cassie – Baxter modificada (eq. 1), introduzida por Marmur (2003).

$$\cos \theta^* = r \phi_s \cos \theta + \phi_s - 1 \quad (1)$$

Onde θ^* é o ângulo de contato aparente quando a superfície é rugosa, r é a razão entre a superfície real e a superfície geométrica, θ é o ângulo de contato de uma superfície lisa e ϕ_s é a fração da superfície molhada pelo líquido. Quando uma gota é depositada sobre uma superfície rugosa haverá uma acomodação do líquido que dependerá da tensão superficial líquido-ar e ângulo de inclinação da superfície do vale. A Figura 7 ilustra essa situação.

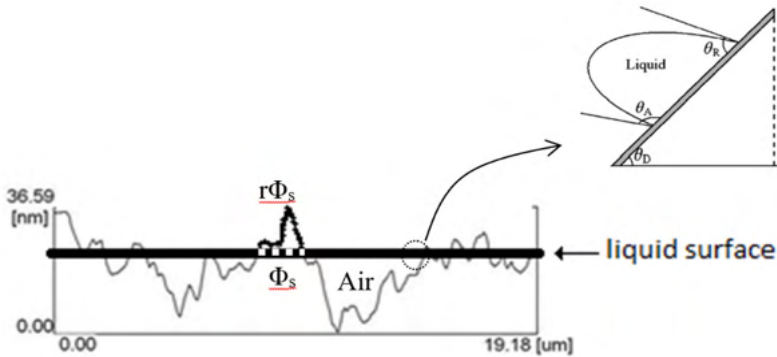


Figura 7 - Esquema ilustrativo da influência da tensão superficial e inclinação da superfície

Fonte: Elaborada pelo autor

Como a tensão superficial glicerol-ar é menor que da água-ar, significa que haverá uma maior tendência de expulsão para a gota do glicerol devido ao ar presente nos vales. As superfícies possuindo maior número de vales na região ocupada pela gota terão maiores diferenças do ângulo de contato aparente entre a água e o glicerol. Na Figura 8 são mostrados os perfis topográficos extraídos das análises por AFM das amostras estudadas.

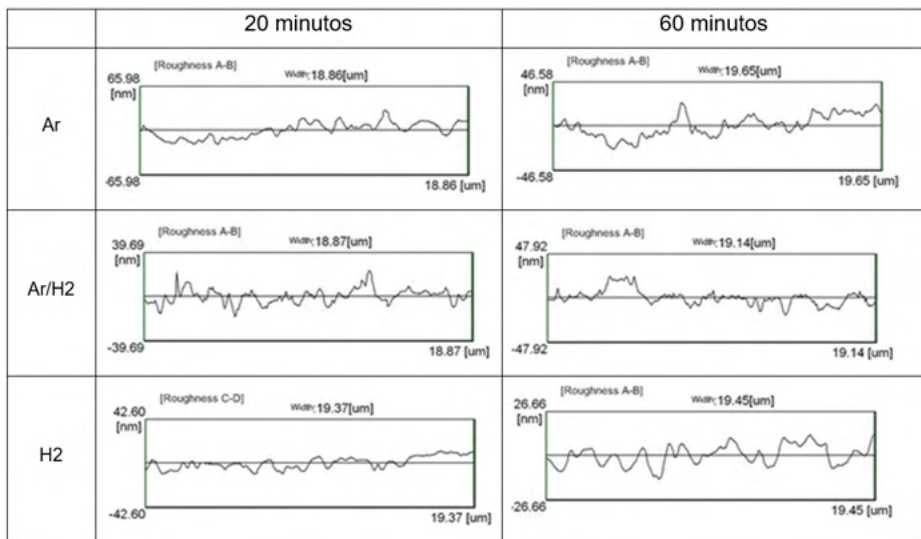


Figura 8 - Perfis topográficos das amostras com diferentes parâmetros de tratamento

Fonte: Elaborada pelo autor

Pode-se observar que essas superfícies possuem diferenças de perfis, apesar dos valores de Ra e/ou Rp/Rz em alguns casos serem próximos. Por exemplo, as amostras Ar/H₂ 60 e H₂ 60 apesar de possuírem valores de Ra e Rp/Rz muito próximos, os perfis

topográficos são bastante diferentes.

Da mesma forma pode ser observada na amostra Ar 20, apesar de ter uma razão R_p/R_z maior que 0,5 ela apresentou menor ângulo de contato (maior molhabilidade), enquanto o contrário aconteceu na amostra Ar/ H_2 60. Em uma observação mais atenta dos perfis nanotopográficos, verifica-se que essa última apresenta conjunto de picos com menor distância entre si, aumentando o ângulo de contato aparente, justificando assim a menor molhabilidade da amostra Ar/ H_2 60 min (NAKAE et al., 1998; YAN; GAO; BARTHLOTT, 2011).

Desse modo, esses parâmetros de rugosidade discutidos no presente trabalho ainda não são suficientes para se realizar correlações diretas entre a topografia da superfície e a molhabilidade. É preciso um parâmetro que leve em consideração valores de r e ϕ s apresentados na equação de Cassie-Baxter (eq. 1) (YAN; GAO; BARTHLOTT, 2011).

Um dado interessante de correlação entre molhabilidade e topografia da superfície acontece quando se compara os valores médios da razão R_p/R_z com o ângulo de contato, independente da condição de tratamento. A Figura 9 mostra um gráfico da R_p/R_z em função do ângulo de contato para água. Como pode ser observado, há uma correspondência direta entre os mesmos, quando se observa as superfícies com picos pontiagudos separadamente das superfícies com picos arredondados.

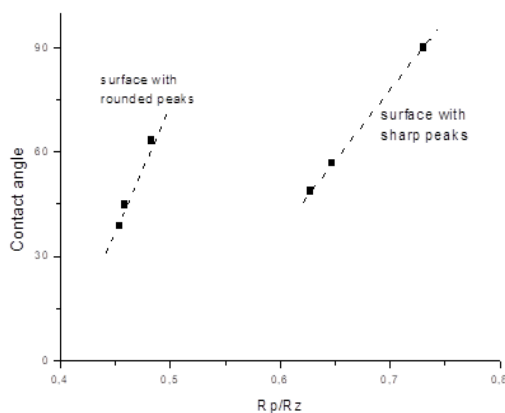


Figura 9 - Gráfico do ângulo de contato com a razão entre R_p/R_z

Fonte: Elaborada pelo autor

4 | CONCLUSÃO

O presente trabalho discute a correlação entre topografia de superfície e molhabilidade, mostrando que os parâmetros convencionais de rugosidade até o momento apresentados para correlacionar não são suficientes. Nesse sentido é sugerido um novo parâmetro que leve em consideração termos contidos na equação de Cassie – Baxter,

como a distância entre picos e r̄ps. Também é mostrado que processos preliminares como a limpeza de superfície, pode resultar em diferentes valores de molhabilidade. Dos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. Todas as condições exibiram padrão de XRD semelhante, contendo principalmente Tia e uma pequena quantidade de óxido de Ti_2O_3 , obtido após uma redução no TiO_2 .
2. A análise XPS mostrou que a eficácia da redução foi maior para a Mistura Ar – H_2 , seguida por Ar e H_2 .
3. Nenhuma correlação foi encontrada entre Ra e molhabilidade, ou entre pares com a mesma atmosfera e tempos de tratamento diferentes.
4. Foi observada uma correlação entre Rp/Rz e molhabilidade, quando em comparação com pares tratados com a mesma atmosfera, mas a proporcionalidade não era direta.

REFERÊNCIAS

A. Marmur, **Langmuir** 19 (2003) 8343–8348.

ALBREKTSSON, T., WENNERBERG, A. **Oral implant surfaces: Pat 1 - review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them.** International Journal of Prosthodontics v. 17, p. 536-43, 2004.

Alves Jr, C. et al., **Nitriding of titanium disks and industrial dental implants using hollow cathode discharge.** Surface and Coatings Technology, 2005; 194, Issues 2-3:196-202.

AMORIN, A. et al. **Implantodontia: Histórico, Evolução e Atualidades.** Rev. mult. psic. v. 13, n. 45, p. 36-48, 2019. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id>. Acesso em: 27 jul. 2020.

Binon, P.P.; Weir, D.J. Marshall, S.J. **Surface analysis of an original Branemark implant and three related clones.** Int. J. oral Maxillofac. Implants, Summer 1992. 7n. 2, p. 168-175.

Cao, K., et al., **Surface functionalization on nanoparticles via atomic layer deposition.** Science Bulletin, 2020. 65(8): p. 678-688.

Chang H.Y. et al., **surface Oxide that cleans for a Surface of plasma of atmospheric pressure and Layers** Materials Science and Engineering, 2004; 177 -178, 711-715.

Christenson EM, Anseth KS, van den Beucken JJ, Chan CK, Ercan B, Jasen JA et al. **Nanobiomaterial applications in orthopedics.** J Orthop Res 2007;25:11-22.

ELIAS, C. N., OSHIDA, Y., LIMA, J. H. C et al. **Relationship between surface properties (roughness, wettability and morphology) of titanium and dental implant removal torque.** Journal on Mechanical Behavior of Bio medical Materials, v. 1, p. 234-42, 2008.

GUERRA NETO, C. L. B. ; SILVA, M. A. M. ; ALVES JR, C. . **Osseointegration evaluation of plasma nitrided titanium implants.** Surface Engineering, v. 25, p. 434-439, 2009a

Guerra Neto, C.L.B., Silva, M.A.M., Alves JR., C. **Experimental study of plasma nitriding dental implant surfaces.** Surface Engineering. 2009b; 25,1-4.

GUERRA NETO, C.L.B; SILVA, M.A.M.; ALVES, JR C., **In vitro study of cell behaviour on plasma surface modified titanium.** Surface Engineering, p.146-150, 2009c.

H. Nakae, R. Inui, Y. Hirata, H. Saito, “**Effect of surface roughness on wettability**”, Acta Mater. 46, 7 (1998) 2313-2318.

Hsieh J.H., C. LI. **Effects of hollow cathode and Ar/H₂ ratio on plasma cleaning of Cu lead frame** Surface and technology, 2006; 101-103.

Kasemo, B. **Surface Science.** 2002; 500, 656

Kasemo, E., Lausmaa, J.: **Biomaterial and implant surfaces: On the role of cleanliness, contamination and preparation procedures.** J. Biomed. Mater. Res. 1988; 22:1.45-1.58.

LIM, Y. J., OSHIDA, Y. **Initial contact angle measurements on variously treated dental/medical titanium materials.** Biomedical materials and engineering, p.1-17, 2001

Liu X., Chu P. K., Ding C., **Surface modification of titanium, titanium alloys, and related materials for biomedical applications,** Materials Science and Engineering, 2005;01 – 69.

M. Takeuchia et al., **Acid pretreatment of titanium implants.** Biomaterials, 2003; 24,1821–1827.

SÁ, J. C., et al. **Influence of argon ion bombardment of titanium surfaces on the cell behavior.** Surface & Coatings Technology. 2008; 203: 1765-70.

SILVA, M. A. M.; MARTINELLI, A. E.; ALVES JR, C.; NASCIMENTO, R. M.; TÁVORA, M. P.; VILAR, C. D. **Surface modification of Ti implants by plasma oxidation in hollow cathode discharge** Surface & Coatings Technology 20, 612 – 620,2005.

Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NH. **Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic.** J Oral Rehabilitation 1995; 22(6): 421-7.

Wu, X., et al., **Improved packing performance and structure-stability of casein edible films by dielectric barrier discharges (DBD) cold plasma.** Food Packaging and Shelf Life, 2020. 24: p.

Y.Y. Yan.; N. Gao.; W. Barthlott. **Mimicking natural superhydrophobic surfaces Bormashenko, E., General equation describing wetting of rough surfaces,** Journal of Colloid and Interface Science 360 (2011) 317–319

Zhu et al., “**Effects of topography and composition of titanium surface oxides on osteoblast responses**”, Biomaterials, 2004; 25, 4087- 4103.

INTRODUÇÃO AO FUNCIONAMENTO DE CARROS ELÉTRICOS: UMA REVISÃO

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 19/10/2021

Sheilla Caroline de Lima

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia
Diamantina – MG
<http://lattes.cnpq.br/8691799936452404>

Artur Saturnino Rodrigues

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia
Diamantina – MG
<http://lattes.cnpq.br/9909221262743848>

Víctor Augusto Nascimento Magalhães

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia
Diamantina – MG
<http://lattes.cnpq.br/2303964403648765>

Izaldir Ângelo Pereira Lopes

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia
Diamantina – MG
<http://lattes.cnpq.br/7752848871113185>

RESUMO: A inserção de carros elétricos no mercado automotivo mundial é crescente. O maior custo de aquisição e a menor autonomia da tração elétrica, em comparação a tração a combustão interna, ainda são os principais fatores

que restringem o comércio deste tipo de veículo. Diante disso, para auxiliar a área automotiva no desenvolvimento de tecnologias que promovam a melhor performance e o barateamento de carros elétricos, realizou-se esta revisão de literatura. Neste texto, estão descritos o funcionamento e as principais tecnologias de motores elétricos, regeneração de energia, baterias e sistemas de gerenciamento térmico. Na seção de motores elétricos, está explanado sobre o motor de indução e o motor síncrono de ímã permanente. Na seção de regeneração de energia é explicada a frenagem regenerativa. No subcapítulo de bateria são descritos os armazenamentos de energia. Ademais, é apresentado o sistema de gerenciamento térmico por ar forçado e por líquido de baterias. Desta forma, verificou-se que os motores síncronos de ímã permanente são mais eficientes que os motores de indução. Ainda, averiguou-se que as baterias de íons-lítio é o sistema de armazenamento de energia mais utilizado em carros elétricos. Ademais, certificou-se que o sistema de gerenciamento térmico com líquido é mais eficiente que aquele por ar forçado.

PALAVRAS-CHAVE: Carro elétrico. Eletromobilidade. Indústria Automotiva. Sustentabilidade.

INTRODUCTION TO THE OPERATION OF ELECTRIC CARS: A REVIEW

ABSTRACT: The insertion of electric cars in the global automotive market is growing. The higher acquisition cost and the lower autonomy of electric traction, compared to internal combustion traction, are still the main factors that restrict the trade of this type of vehicle. Therefore, to help the

automotive area in the development of technologies that promote better performance and cheaper electric cars, this literature review was carried out. This text describes the operation and main technologies of electric motors, energy regeneration, batteries and thermal management systems. In the section on electric motors, it is explained about the induction motor and the permanent magnet synchronous motor. In the energy regeneration section, regenerative braking is explained. In the battery subchapter, energy stores are described. Furthermore, the forced air and battery liquid thermal management system is presented. Thus, it was found that permanent magnet synchronous motors are more efficient than induction motors. Still, it was found that lithium-ion batteries are the most used energy storage system in electric cars. Furthermore, it was certified that the thermal management system with liquid is more efficient than the one with forced air.

KEYWORDS: Automotive industry. Electric car. Electromobility. Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

No cenário atual da indústria automotiva, tem-se uma competição entre o comércio de automóveis a combustão interna e automóveis elétricos. Por um lado, tem-se a tração a combustão interna consolidada e, por outro, a tração elétrica frente às tecnologias em desenvolvimento. O maior custo de aquisição e a menor autonomia da tração elétrica, em comparação a tração a combustão interna, ainda são os principais fatores que restringem o comércio deste tipo de veículo.

Conforme o Ministério da Infraestrutura (2021), até 2020, o Brasil continha 109.773.263 veículos. Desses, tinha-se a seguinte quantidade de veículos híbridos: 13.729 gasolina/álcool/elétrico e 29.030 gasolina/elétrico (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2021). Ao passo que, tinha-se a seguinte quantidade de veículos elétricos: 5.932 elétricos/fonte externa e 6.938 elétricos/fonte interna (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2021).

Este trabalho apresenta uma revisão de literatura que acrescentará no âmbito científico no que diz respeito às tecnologias de carros elétricos. Desta forma, este material poderá servir de apoio para aprendizagem do funcionamento destes veículos. Assim, possibilitará estudiosos da área automotiva um conhecimento geral sobre este tema.

A elaboração deste texto foi feita baseada na pesquisa exploratória documental, através da coleta de dados em diferentes fontes, tais como artigos científicos e livros, fazendo comparações desses meios utilizados, para se obter veracidade de informações. Assim, será apresentado neste trabalho o conteúdo básico para o entendimento sobre o funcionamento de carros elétricos.

2 | PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

Entre as tecnologias utilizadas em veículos elétricos estão: motores elétricos, frenagem regenerativa, baterias e sistema de gerenciamento térmico. O princípio de funcionamento de tais componentes está explanado neste capítulo.

2.1 Características do Motor

Para compreender melhor o conceito de motores elétricos, deve-se conhecer primeiramente a definição de máquinas elétricas. Essas, por sua vez, são determinadas como aparelhos que realizam conversão eletromecânica de energia (KOSOW, 1919; SEIXAS; FERNANDES, 2012) e podem ser subdivididas em duas categorias: geradores elétricos e motores elétricos. Os geradores elétricos convertem energia mecânica em elétrica, enquanto os motores elétricos convertem energia elétrica em mecânica (KOSOW, 1919; CHAPMAN, 2013). Nesta seção, serão explanados os motores elétricos devido a sua aplicação em tração de veículos.

Atualmente, o motor elétrico mais empregado em carros elétricos e híbridos é o motor CA síncrono de ímã permanente (MSIP). Esse motor apresenta melhor resposta quanto a alterações do torque de carga e de alterações de velocidade, se comparado ao motor CA de indução (MI) (LANA; FERREIRA; TOFOLI, 2015). Enquanto, a aplicação do MI em veículos elétricos e híbridos está reduzindo à medida que o MSIP é empregado no mercado automotivo.

Segundo Zhu e Howe (2007) os motores elétricos projetados para automóveis apresentam comportamentos conforme a Figura 1. Entretanto, os valores de torque/potência para cada velocidade variam entre os diferentes sistemas de motores.

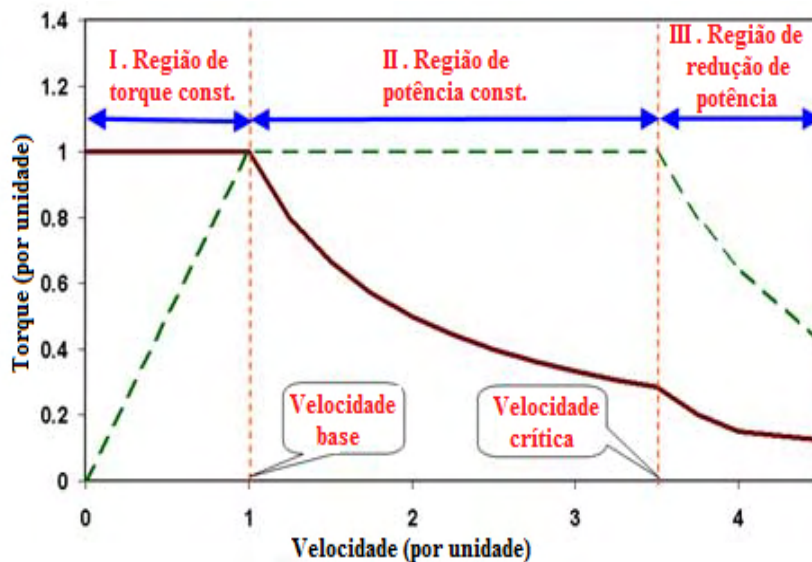


Figura 1 – Características Ideais de Torque / Potência para Motores Elétricos

Fonte: ZHU; HOWE, 2007. Adaptado.

No primeiro estágio, à medida que se eleva a velocidade, tem-se um aumento

da tensão e, conseqüentemente, o aumento da potência; e um torque que permanece constante, proveniente do fluxo magnético constante (MONTEIRO; MOTTA, 2015). Deve-se destacar nesta etapa, que o aumento da tensão é realizado comumente pelo inversor de frequência em motores CA (MONTEIRO; MOTTA, 2015). Em seguida se atinge uma condição ideal, onde há máximo torque e máxima potência, denominada de velocidade base (PATIL; DHAMAL, 2019).

No estágio dois, denominado de região de enfraquecimento de campo, à medida que se eleva a velocidade, tem-se uma potência que permanece constante, proveniente da tensão ter atingido seu valor nominal, e um torque que decresce hiperbolicamente, devido o fluxo magnético diminuir hiperbolicamente (FRANCHI, 2008; MONTEIRO; MOTTA, 2015). Nesta etapa, a atenuação do torque ocorre devido às restrições de tensão e de corrente do inversor de frequência (ZHU; HOWE, 2007; XU et al., 2009).

No estágio três é alcançada a velocidade crítica, onde a potência e o torque atenuam de forma irregular. Esta redução de potência e torque é consequência do crescimento de uma energia que se opõe à corrente principal atuante neste circuito, denominada de “força contraeletromotriz” (ZHU; HOWE, 2007; XU et al., 2009). Essa, por sua vez, acentua sua amplitude em altas rotações.

2.1.1 Motores de Indução (MI)

Estes tipos de máquinas (Figura 2) apresentam dois principais componentes: o estator (elemento estático) e o rotor (elemento rotativo). Este último, por sua vez, pode apresentar formato em gaiola de esquilo ou bobinado (FREITAS, 2012; ALIASAND; JOSH, 2020). Segundo Freitas (2012), devido à presença de coletores com escova no rotor bobinado, que requer manutenção e eleva o custo, os motores com rotores de gaiola de esquilo são mais empregados.

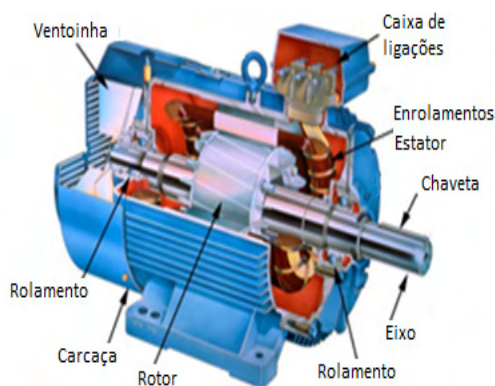


Figura 2 – Componentes do Motor de Indução

Fonte: LUGLI et al., 2015.

De acordo com Hashermnia e Asae (2008), fatores como o baixo fator de potência, a origem do torque de ruptura na região de potência constante (ZERAOUZIA; BENBOUZID; DIALLO, 2006), a redução do desempenho a altas rotações e o elevado consumo de potência reativa durante a etapa de queda de tensão (VEGA, 2005) são características que comprometem a eficiência do MI.

Ainda conforme Hashermnia e Asae (2008), uma das causas do MI exibir menor eficiência que os MSIP, é devido a passagem de corrente elétrica no rotor. Nesse, ocorre à perda por efeito Joule, isto é, a conversão de energia elétrica em energia térmica (YAMACHITA, 2013). Enquanto, as perdas por efeito Joule no estator ocorrem tanto no MI quanto no MSIP.

No estator ainda ocorrem às perdas por correntes de Foucault e histerese magnética (PIRES, 2008; YAMACHITA, 2013). A primeira é causada devido ao campo magnético variável, que gera uma corrente induzida em um condutor (laminações do estator) (YAMACHITA, 2013). Enquanto, a segunda, está relacionada à perda de magnetização mediante um campo magnético variável. Conforme Yamachita (2013) tais perdas são desprezíveis no rotor do MI.

Entretanto, os MI apresentam vantagens como, por exemplo, baixo custo, construção simples, robustez, ausência de manutenção (MORAES, 2012; SILVA, 2013; SANTOS, 2015), alta confiabilidade (PATIL; DHAMAL, 2019) e boa eficiência em reduzido intervalo de velocidades (SANTOS, 2015), que fazem com que sejam empregados em veículos elétricos. Ainda, atualmente são estudadas técnicas como o emprego de inversores duplos e o uso de MI duplamente alimentados, visando à melhoria do desempenho destes motores em veículos comerciais (HASHERMNIA; ASAE, 2008).

2.1.2 Motores Síncronos de Ímã Permanente (MSIP)

Entre os principais componentes do MSIP estão o estator e o rotor. Conforme Siguimoto (2008) a maioria dos motores desta categoria contém o ímã permanente no rotor e o enrolamento no estator.

Siguimoto (2008) e Ribeiro e Prado (2015) acrescentam que os MSIP podem apresentar dois tipos de estruturas: rotor com ímã permanente externo ou rotor com ímã permanente interno. No primeiro, o ímã permanente é fixado na superfície do rotor (SIGUIMOTO, 2008; PINHEIRO, 2013; RIBEIRO; PRADO, 2015). Enquanto no último, o ímã permanente é embutido no rotor (SIGUIMOTO, 2008; PINHEIRO, 2013; RIBEIRO; PRADO, 2015). A Figura 3 exibe um MSIP com ímã permanente externo.

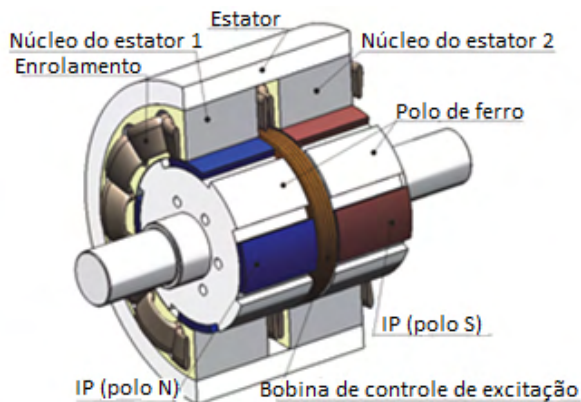


Figura 3 – Componentes do Motor de Ímã Permanente

Fonte: MAY et al., 2012. Adaptado.

De acordo com Santiago et al. (2012), entre as vantagens de MSIP está à indução de campos magnéticos elevados no entreferro (região entre o rotor e o estator) sem produzir uma corrente de excitação. Essa, no entanto, é produzida no MI. Desta forma, sabendo-se que as correntes de excitação equivalem cerca da metade das perdas que ocorrem por efeito Joule, há menores perdas por dissipação de calor em MSIP, em comparação, aos MI (SANTIAGO et al., 2012).

Outro agente responsável pelo alto rendimento desta máquina é o ímã permanente. Esse apresenta alta eficiência, grande densidade de energia, elevado desempenho (ZHANG et al., 2012) e, também, ocupa uma área menor que o rotor dos MI, resultando em máquinas com menores dimensões (SANTOS, 2015).

Em contrapartida, os ímãs permanentes têm a desvantagem de desmagnetização quando expostos à alta temperatura (“Selection of Motors for Electric Vehicle Propulsion”, s.d.), elevada corrente elétrica no estator e campo magnético forte (SANTOS, 2015). Logo, deve-se ter a precaução quanto à velocidade de trabalho de MSIP (RIBEIRO; PRADO, 2015).

Apesar de tal problema relacionado ao ímã permanente, o maior controle e produtividade obtidos com os MSIP, em comparação aos MI (PATIL; DHAMAL, 2019), faz com que sejam os motores mais empregados para tração de veículos elétricos.

2.2 Regeneração de Energia

A regeneração de energia é empregada em veículos para aumentar sua autonomia. Entre as técnicas de regeneração de energia estão: a suspensão regenerativa e a frenagem regenerativa.

A primeira é um sistema onde é aproveitada a energia cinética perdida com a absorção de impacto da suspensão. Entretanto, a suspensão regenerativa é uma tecnologia

recente e com poucas informações a respeito (DOMINGOS; MAKIYAMA, 2015).

A segunda é um sistema utilizado para aproveitar a energia dissipada durante a frenagem (BHURSE; BHOLE, 2018). Esta tecnologia foi vista pela primeira vez em 2009 na competição de automobilismo Fórmula 1 (DOMINGOS; MAKIYAMA, 2015), sendo hoje empregada na maioria dos veículos elétricos e híbridos. Por isso, nesta seção será explanado sobre o princípio de funcionamento da frenagem regenerativa.

Na frenagem regenerativa, a rotação das rodas é direcionada ao eixo da máquina elétrica que atuará como um gerador (Figura 4). Esse, através de uma unidade eletrônica, proporciona a resistência necessária do rotor para a redução de velocidade requerida (BENES, 2014; SHARMA; SINGH; FAHIM, 2016). Posteriormente, a energia fornecida pelo gerador poderá ser armazenada em dispositivos como, por exemplo, baterias e supercapacitores (SHARMA; SINGH; FAHIM, 2016).

O funcionamento descrito pode ser observado com o auxílio do diagrama de blocos do sistema de propulsão elétrica elaborado por Paredes (2013) e apresentado na Figura 4, referente à operação da frenagem regenerativa em veículos elétricos. Podem ser considerados como eletrônica de potência: conversor CC/CC, conversor CC/CA, PWM (*Pulse-Width Modulation*), *Resonant Soft-Switching* (HUSAIN; ISLAM, 1999; LUNDMARK et al., 2013). Já o controlador eletrônico é composto por circuitos de interface, sensores e processador (PAREDES, 2013).

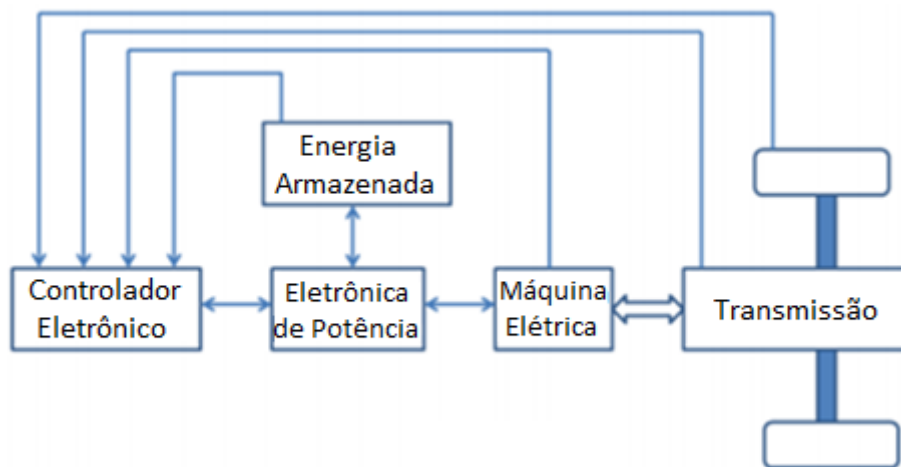


Figura 4 – Diagrama de Blocos do Sistema de Propulsão Elétrica

Fonte: PAREDES, 2013. Adaptado.

A frenagem regenerativa apresenta a vantagem de oferecer ao veículo maior autonomia de condução, em cerca de 16,25% (KUO-KAI, s.d., apud BHURSE; BHOLE, 2018), maior controle sobre a frenagem e menor desgaste das lonas e discos de freio do

freio mecânico (ABHALE; NIGAM, 2015). Entretanto, a frenagem regenerativa é ineficiente em baixas velocidades e em frenagem de emergência, fazendo com que nessas condições seja acionado o freio mecânico (PAREDES, 2013). Outras condições em que é solicitada a travagem convencional, é quando o valor de corrente não é suportável pelo conversor de energia (PAREDES; POMILIO; MASTELARI, 2012) e quando há uma temperatura elevada na bateria (VAROCKY, 2011). Assim, o freio mecânico trabalha juntamente com o freio regenerativo (VAROCKY, 2011; PAREDES; POMILIO; MASTELARI, 2012).

A eficiência da frenagem mecânica equivale cerca de 20% (SHARMA; SINGH; FAHIM, 2016) a 30% (ROCHA; ALBERTON; OLIVEIRA, 2014), onde 80% (SHARMA; SINGH; FAHIM, 2016) a 70% (ROCHA; ALBERTON; OLIVEIRA, 2014) são dissipadas em forma de calor. Em um automóvel com o sistema de frenagem regenerativa, há regeneração de mais da metade de energia que seria perdida em forma de calor (ROCHA; ALBERTON; OLIVEIRA, 2014). Enquanto, em veículos a motor de combustão interna, em altas velocidades, a frenagem regenerativa contribui para economia de combustível em até 20% (SHARMA; SINGH; FAHIM, 2016).

Entretanto, Santiago et al. (2012) acrescentam que apesar da frenagem regenerativa aumentar a eficiência do veículo, este mecanismo reduz a vida útil da bateria. Isto, porque durante a recuperação de energia, gera-se períodos de recarga com alta corrente (KEIL; JOSSEN, 2015).

2.3 Baterias

As baterias são componentes fundamentais em veículos elétricos e híbridos, atuando como armazenadores de energia e, por conseguinte, garantindo a autonomia destas máquinas.

As baterias químicas são compostas por um conjunto de acumuladores elétricos como, por exemplo, pilhas. Estes acumuladores elétricos são utilizados para transformar energia química em energia elétrica, através da reação entre um eletrodo positivo e um eletrodo negativo imersos em um eletrólito (REVOREDO, 2007; BAKKER, 2010).

Na bateria, os acumuladores e os módulos podem apresentar ligações em série, paralelo ou série-paralelo. Com uma conexão em série se tem um aumento de tensão terminal, mantendo a capacidade do sistema; ao passo que com uma conexão em paralelo há o aumento da capacidade do sistema, mantendo a tensão terminal (SANTOS; MATSUMOTO, 2010; CHEN et al., 2017). No entanto, para um conjunto de ligações em série pode ocorrer a não equalização da tensão durante o carregamento, devido à variação da resistência interna e, ainda, a perda das propriedades químicas dos acumuladores (PEREIRA, 2016).

A bateria atual é uma das principais responsáveis pelo elevado custo de veículos elétricos. Este cenário faz com que se tenha uma busca por um sistema eletrônico mais eficiente e por baterias com materiais mais acessíveis. Entretanto, a composição destes

materiais deve resultar em um alto desempenho, pouca massa e tamanho reduzido para se obter baterias com características desejadas.

As baterias aplicadas em veículos devem exibir elevada densidade de potência e elevada densidade de energia. A primeira pode ser definida como a quantidade de energia fornecida em um intervalo de tempo por unidade de volume, e a última é a capacidade de armazenamento de energia (CANIS, 2013; RODRIGUES, 2017). Entretanto, normalmente há uma combinação onde se tem uma maior densidade de potência para uma menor densidade de energia e vice-versa (CANIS, 2013). Na Figura 5 é apresentada uma relação entre a densidade de energia gravimétrica (Wh/kg) e a densidade de potência (W/kg) dos sistemas de armazenamento de energia.

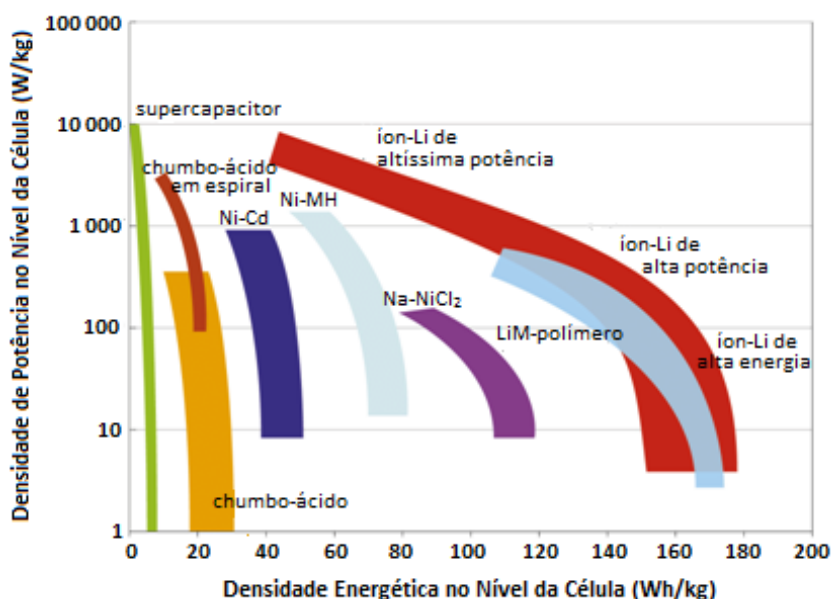


Figura 5 – Densidade de Energia Gravimétrica e Densidade de Potência dos Sistemas de Armazenamento de Energia

Fonte: FREITAS, 2015 apud RODRIGUES, 2017.

Entre os componentes da Figura 5, pode-se destacar as baterias de íons-Li. Essas, por sua vez, são as baterias mais empregadas em veículos elétricos e híbridos, devido apresentarem baixo custo de manutenção, não exibirem efeito memória, terem menor autodescarga que as baterias à base de níquel (MACHADO, 2015), apresentarem energia específica duas vezes maior que as baterias NI-MH e o uso de lítio faz com que as baterias tenham alta potência, elevada densidade energia gravimétrica (120-250 Wh/kg), elevada densidade de energia volumétrica (~ 600 Wh/L) (MACHADO, 2015; ICLODEAN et al., 2017; AZEVEDO, 2018; VIDYANANDAN, 2019).

No entanto, as baterias de íons-Li exibem problemas de aquecimento resultando em risco de incêndio e explosão (FREITAS, 2012). Isto, devido ao lítio ser inflamável ao reagir com o ar e ser explosivo ao interagir com a água (FREITAS, 2012). Desta forma, o sistema de gerenciamento da bateria e o sistema de refrigeração são tecnologias utilizadas, também, para se evitar tais acidentes (IMBASCIATI, 2012).

Conforme Ruiz e Di Persio (2018) as baterias da categoria íons-Li mais empregadas em veículos elétricos e híbridos são aquelas com eletrodos positivos de NMC (LiNiMnCoO_2), NMC-LMO ($\text{LiNiMnCoO}_2\text{-LiMn}_2\text{O}_4$), NCA (LiNiCoAlO_2) e LFP (LiFePO_4). Sendo que, as baterias de NMC e NMC-LMO são as mais utilizadas pelos *Original Equipment Manufacturers* (OEM) BMW, General Motors, Toyota, Mitsubishi, Daimler, Renault, Nissan (RUIZ; PERSIO, 2018). Enquanto, as baterias NCA são utilizadas pela Tesla e as baterias de LFP por OEM chineses (RUIZ; PERSIO, 2018).

2.4 Sistema de Gerenciamento Térmico

Como descrito, as baterias a base de lítio são as baterias mais usadas em veículos elétricos e híbridos, porém, em altas temperaturas, podem resultar em desastres. Desta forma, estas baterias são acopladas a um sistema de gerenciamento térmico que é responsável pelo controle de temperatura. Este controle de temperatura, por sua vez, faz com que se mantenha a segurança, o desempenho e a vida útil das baterias (KIZILEL et al., 2009; LI; ZHU, 2014).

Conforme Li e Zhu (2014), para o sistema de gerenciamento térmico da bateria operacionalizar com bom desempenho, este sistema deve apresentar as seguintes funções básicas: a refrigeração, para retirar o calor gerado pelas células da bateria; o aquecimento, para não ocorrer perda de calor quando a bateria é exposta a ambientes de baixas temperaturas; o isolamento, para reduzir a variação de temperatura da bateria devido a temperatura ambiente; e a ventilação, para remover os gases perigosos da bateria.

Estas funções básicas são fundamentais para se obter um controle de temperatura adequado. Os controles de temperatura tradicionais são realizados através do sistema de ar forçado e do sistema líquido. O primeiro ainda é empregado nos veículos híbridos Toyota Prius e Honda Insight, enquanto o sistema líquido indireto é utilizado no veículo híbrido Chevrolet Volt e no veículo elétrico Tesla Model S (CHEN et al., 2015).

2.4.1 Refrigeração e Aquecimento por Ar Forçado

Na refrigeração/aquecimento por ar forçado a transferência de calor ocorre por meio de um ar que é impulsionado pelo motor para os acumuladores/módulos da bateria (BUFALO; GONELLI; BAUMGARTNER, 2017). Conforme Ye, Rubel e Li (2019), este mecanismo pode atender a condições comuns de operação da bateria. Já em condições em que o veículo elétrico muda de velocidade constantemente ou está em alta velocidade (que a bateria descarrega a um índice elevado) o sistema de ar sozinho não atende à

demanda (ZOLOT et al., 2001; KELLY, 2002 apud YE; RUBEL; LI, 2019). Entretanto, em veículos híbridos paralelos este sistema de ar pode ser adequado (CHEN et al., 2015).

Para compreender melhor o funcionamento do controle de temperatura por ar forçado, considere a Figura 6 que, por sua vez, apresenta dois tipos de classificação: sistema passivo e sistema ativo (SÖKMEN; ÇAVUŞ, 2017; CHIDAMBARANATHAN et al., 2020). No primeiro, a admissão de ar é direta da atmosfera ou da cabine (LEDO, 2014; JAGUEMONT; MIERLO, 2020). Conforme Sökmen e Çavuş (2017), no sistema passivo, o ar ambiente deve estar entre 10°C – 35°C, fora dessa condição, são necessários componentes ativos como evaporadores, resfriadores de motor e aquecedores (PESARAN; 2001 apud SÖKMEN; ÇAVUŞ, 2017). Enquanto, no segundo, a temperatura do ar de entrada é alterada (LEDO, 2014; JAGUEMONT; MIERLO, 2020).

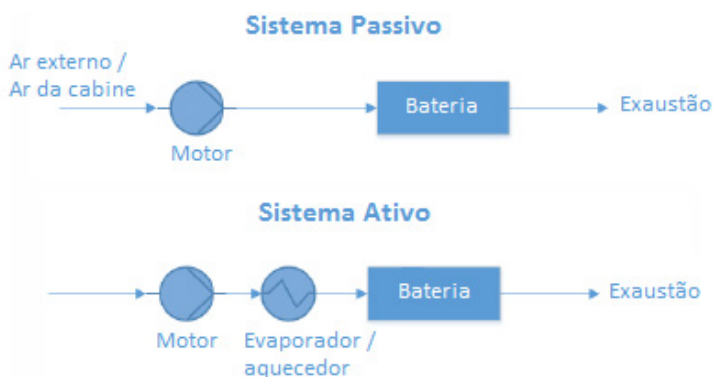


Figura 6 – Sistema de Ar Forçado Passivo e Ativo

Fonte: LI; ZHU, 2014. Adaptado.

Li e Zhu (2014) descrevem que em certos processos é utilizado um sistema para recuperar o calor do ar de exaustão (Figura 7). Este sistema gera maior economia e, ainda, pode impedir que o ar de exaustão seja misturado com o ar de admissão (LI; ZHU, 2014).



Figura 7 – Sistema de Ar Forçado com Recuperação de Calor

Fonte: LI; ZHU, 2014. Adaptado.

Rao e Wang (2011) e Bandhauer, Garimella e Fuller (2011) acrescentam que no sistema com ar forçado se tem a desvantagem de apresentar uma distribuição não uniforme de temperatura na bateria, quando exposta a condições onde se têm círculos de direção agressivos e a altas temperaturas operacionais (apud CHEN et al., 2015).

2.4.2 Refrigeração e Aquecimento com Líquido

Em comparação a refrigeração/aquecimento por ar, a refrigeração/aquecimento com líquido exibe maior desempenho (LEDO, 2014; LI; ZHU, 2014; JAGUEMONT; MIERLO, 2020). Isto, devido ao líquido ter maior condutibilidade térmica que o ar (LEDO, 2014). Entretanto, este sistema tem a desvantagem de apresentar alto custo, mecanismo complexo e suscetibilidade a vazamento dos fluidos (LI; ZHU, 2014).

A transferência de calor em um sistema líquido ocorre através do contato de um líquido com os módulos da bateria. Este contato, por sua vez, pode ser direto, onde se tem um líquido dielétrico em contato direto com a superfície do módulo; ou indireto, onde um líquido condutor está em uma tubulação, placa de resfriamento ou camisa (LI; ZHU, 2014; SÖKMEN; ÇAVUŞ, 2017; JAGUEMONT; MIERLO, 2020).

Em contato direto, normalmente, tem-se um arranjo onde os módulos da bateria estão submergidos em um líquido à base de silicone ou óleo mineral (LEDO, 2014; LI; ZHU, 2014). Enquanto, em contato indireto, se podem ter arranjos como, por exemplo, um envoltório no módulo da bateria, uma tubulação em forma de serpentina em torno dos módulos ou dos acumuladores, placas de refrigeração/aquecimento onde são fixados os módulos da bateria (LEDO, 2014; PESARAN, 2001 apud LI; ZHU, 2014).

Ainda, o sistema líquido pode ser classificado em sistema passivo e sistema ativo. No primeiro, não há um mecanismo para aquecimento, apenas para refrigeração (LI; ZHU, 2014). Onde, na refrigeração é utilizada uma bomba para circulação de um fluido que irá absorver o calor da bateria e, posteriormente, o calor do fluido será dissipado por meio de um radiador (Figura 8) (LI; ZHU, 2014).

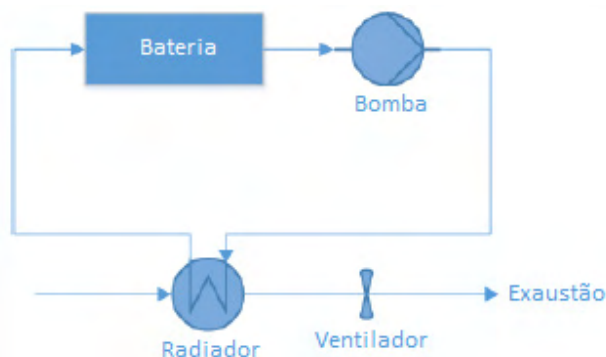


Figura 8 – Sistema Líquido Passivo

Fonte: LI; ZHU, 2014. Adaptado.

No sistema ativo se têm dois circuitos: o circuito primário, que exibe um mecanismo equivalente ao sistema líquido passivo, mas difere quanto ao dissipador de calor; e o circuito secundário, que é um circuito do ar condicionado (Figura 9) (LI; ZHU, 2014). Se neste processo um aquecimento for requerido, a válvula de quatro vias é acionada e o trocador de calor superior atuará como condensador e o inferior como evaporador (LI; ZHU, 2014).

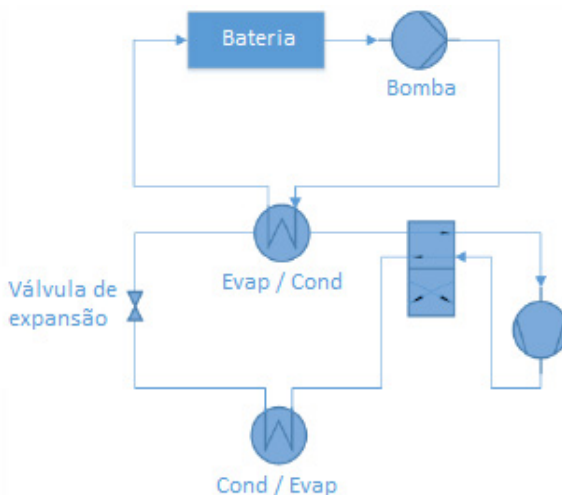


Figura 9 – Sistema Líquido Ativo

Fonte: LI; ZHU, 2014. Adaptado.

3 | CONCLUSÃO

Diante a proposta de apresentar uma revisão de literatura sobre carros elétricos, foi realizada uma pesquisa de revisão de literatura sobre o tema, para produzir o conteúdo exibido. Neste trabalho, é explanado sobre o cenário automotivo atual, é explicado o funcionamento dos principais componentes presentes em veículos elétricos e é realizada uma análise geral sobre as tecnologias mais promissoras.

O objetivo que se pretendia atingir, era o de fazer com que este texto fosse uma fonte de pesquisa básica para aqueles que desejam começar os estudos sobre a eletromobilidade. Este objetivo foi alcançado ao descrever um documento que apresentou seções que informam predominantemente sobre os componentes do carro elétrico e o seu funcionamento.

Com este trabalho, verificou-se que os motores elétricos mais utilizados são os motores de indução e os motores de ímã permanente. Ainda, constatou-se que o armazenamento de energia, com tecnologia desenvolvida, mais adequado para veículos é a bateria de íons-lítio. Ao passo que, analisou-se que o gerenciamento térmico com líquido é mais eficiente que o gerenciamento térmico a ar.

A realização deste trabalho pode ser considerada como o princípio de um estudo sobre o mecanismo de carros elétricos, que pode ser desenvolvido com um estudo mais aprofundado do assunto. Na nova análise do tema, sugere-se estudos específicos sobre motores elétricos, baterias, sistemas de gerenciamento térmico e sistemas eletrônicos de carros elétricos. Outra abordagem que se pode realizar com as informações deste texto, é a construção de um protótipo de um carro elétrico.

Em síntese, o presente trabalho, exibido em forma de revisão de literatura, é voltado para tecnologias existentes em carros elétricos. Em seu conteúdo há explicações que permitem conhecer conceitos que contribuem para o entendimento de alunos na formação acadêmica, por se tratar de um assunto vigente nos cursos de mecânica. Logo, o escrito torna-se útil para estudantes da área, justificando a produção do texto.

REFERÊNCIAS

ABHALE, Y.; NIGAM, P. Review on Regenerative Braking Methodology in Electric Vehicle. **International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering**, v. 4, n. 7, p. 6380–6386, 2015. Disponível em: <https://www.ijareeie.com/upload/2015/july/83_25_Review.pdf>.

ALIASAND, A. E.; JOSH, F. T. Selection of Motor for an Electric Vehicle: A Review. **Materials Today: Proceedings**, v. 12, p. 1804–1815, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.605>>.

AZEVEDO, M. H. **Carros Elétricos: Viabilidade Econômica e Ambiental de Inserção Competitiva no Mercado Brasileiro**. 2018. Universidade Federal de Ouro Preto, 2018. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1579/6/MONOGRAFIA_CarrosElétricosViabilidade.pdf>.

BAKKER, D. **Battery Electric Vehicles**. 2010. Universiteit Utrecht, 2010. Disponível em: <http://www.emic-bg.org/files/files/Battery_Electric_Vehicles.pdf>.

BENES, M. M. **Frenagem Regenerativa do Motor de Indução do Veículo Maglev-Cobra**. 2014. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012513.pdf>>.

BHURSE, S. S.; BHOLE, A. A. A Review of Regenerative Braking in Electric Vehicles. **7th IEEE International Conference on Computation of Power, Energy, Information and Communication**, p. 363–367, 2018.

BUFALO, L. A.; GONELLI, G. M.; BAUMGARTNER, L. F. Gerenciamento Térmico da Bateria em Veículos Elétricos: O Sistema Líquido Combinado. v. 4, 2017. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/download-pdf/291/26560>>.

CANIS, B. Battery Manufacturing for Hybrid and Electric Vehicles: Policy Issues. **Congressional Research Service**, p. 34, 2013. Disponível em: <<https://fas.org/sgp/crs/misc/R41709.pdf>>.

CHAPMAN, S. J. **Fundamentos de Máquinas Elétricas**. 5ª ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013.

CHEN, D. et al. Comparison of Different Cooling Methods for Lithium Ion Battery Cells. **Applied Thermal Engineering**, v. 94, p. 846–854, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.10.015>>.

CHEN, Z. et al. Battery Pack Grouping and Capacity Improvement for Electric Vehicles Based on a Genetic Algorithm. **Energies**, v. 10, p. 15, 2017.

CHIDAMBARANATHAN, B. et al. A review on Thermal Issues in Li-Ion Battery and Recent Advancements in Battery Thermal Management System. **Materials Today: Proceedings**, 2020.

DOMINGOS, P. A.; MAKIYAMA, R. **Sistemas de Recuperação de Energia**. 2015. Faculdade Tecnológica de Santo André, 2015. Disponível em: <<http://fatecsantoandre.edu.br/arquivos/TCC344.pdf>>.

FREITAS, C. N. **Projeto e Análise ao Funcionamento de Carros Elétricos**. 2012. Universidade do Minho, 2012. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/22557/1/Tese_VF_a52762_Pdf.pdf>.

HASHERMNIYA, N.; ASAEI, B. Comparative Study of Using Different Electric. **International Conference on Electrical Machines**, n. c, p. 5, 2008.

HUSAIN, I.; ISLAM, M. S. Design, Modeling and Simulation of an Electric Vehicle System. **SAE Technical Papers**, p. 12, 1999.

ICLODEAN, C. et al. Comparison of Different Battery Types for Electric Vehicles. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 2017.

IMBASCATI, H. **Estudo Descritivo dos Sistemas, Subsistemas e Componentes de Veículos Elétricos e Híbridos**. 2012. Instituto Mauá de Tecnologia, 2012. Disponível em: <<https://maua.br/files/monografias/estudo-descritivo-dos-sistemas-subsistemas-e-componentes-de-veiculos-eletricos-e-hibridos.pdf>>.

JAGUEMONT, J.; MIERLO, J. Van. A Comprehensive Review of Future Thermal Management Systems for Battery-Electrified Vehicles. **Journal of Energy Storage**, v. 31, p. 23, 2020.

KEIL, P.; JOSSEN, A. Aging of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles: Impact of Regenerative Braking. **World Electric Vehicle Journal**, v. 7, n. 1, p. 11, 2015.

KIZILEL, R. et al. An Alternative Cooling System to Enhance the Safety of Li-Ion Battery Packs. **Journal of Power Sources**, v. 194, n. 2, p. 1105–1112, 2009.

KOSOW, I. L. **Máquinas Elétricas e Transformadores**. 4ª ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1919.

LANA, G.; FERREIRA, A.; TOFOLI, F. Estudo Comparativo do Motor de Indução Trifásico e Motor Síncrono de Ímã Permanente no Acionamento de Veículos Elétricos. **International Conference on Engineering and Computer Education**, v. 8, n. March, p. 165–168, 2015.

LEDO, D. B. M. **Powertrain de um Veículo Elétrico – Estudo Térmico da Bateria e Projeto Mecânico**. 2014. Universidade do Porto, 2014. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/90246/2/31751.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

LI, J.; ZHU, Z. **Battery Thermal Management Systems of Electric Vehicles**. 2014. Chalmers University of Technology, 2014.

LUGLI, A. B. et al. Controle Vetorial e Escalar para Motores de Indução Trifásicos. **II Seminário de Automação Industrial e Sistemas Eletro-Eletrônicos – SAISEE**, p. 8, 2015. Disponível em: <<http://www.inatel.br/biblioteca/todo-docman/pos-seminarios/seminario-de-automacao-industrial-e-sistemas-eletero-eletronicos/ii-saisee/9394-control-e-vetorial-e-escalar-para-motores-de-inducao-trifasicos/file>>.

LUNDMARK, S. T. et al. Vehicle Components and Configurations. **Grid-Connected Integrated Battery Chargers in Vehicle Applications: Review and New Solution**. *IEEE Trans on Industrial Electronics*, v. 60, p. 22–32, 2013.

MACHADO, F. F. **Análise das Políticas Públicas para a Inclusão do Automóvel Elétrico no Brasil**. 2015. Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/sites/default/files/FelipeFerrazMachado.pdf>>.

MAY, H. et al. Comparative Research of Different Structures of a Permanent-Magnet Excited Synchronous Machine for Electric Vehicles. *Przeegląd Elektrotechniczny*, v. 88, n. 12a, p. 53–55, 2012.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Frota de Veículos - 2020**. Disponível em: <<http://infraestrutura.gov.br/relatorios-estatisticos/115-portal-denatran/9484-frota-de-veiculos-2020.html>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

MONTEIRO, B. C. R.; MOTTA, L. P. **Frenagem Regenerativa**. 2015. Universidade de Brasília, 2015. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/14667/1/2015_BrunoCarlosMonteiro_LucasMotta_tcc.pdf>.

MORAES, T. J. S. **Levantamento de Curvas Características de um Motor de Indução com Enrolamento Dahlander**. 2012. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005107.pdf>>.

PAREDES, M. G. S. **Frenagem Regenerativa em Veículo Elétrico Acionado por Motor de Indução: Estudo, Simulação e Verificação Experimental**. 2013. Universidade Estadual de Campinas, 2013. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/259304/1/PerezParedes_MarinaGabrielaSadith_M.pdf>.

PAREDES, M. G. S. P.; POMILIO, J. A.; MASTELARI, N. Modelagem de Frenagem Regenerativa em Veículo Elétrico. *Revista Ciência e Tecnologia*, v. 15, n. 27, p. 15–21, 2012. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/9622/91e4503e40f3dfa3a13a8f2f68a87089ce2c.pdf>>.

PATIL, M. S.; DHAMAL, S. S. A Detailed Motor Selection for Electric Vehicle Traction System. **Proceedings of the 3rd International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC 2019)**, p. 679–684, 2019.

PEREIRA, T. Q. **Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento Remoto Microcontrolado para Análise da Performance de Bancos de Baterias**. 2016. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/164556/TCC_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PINHEIRO, M. de L. **Acionamento de Motor Síncrono de Ímãs Permanentes em Embarcações com Sistema de Propulsão Elétrica**. 2013. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://pee.ufrj.br/teses/textocompleto/2013032101.pdf>>.

PIRES, W. L. **Estudo do Comportamento das Perdas no Ferro em Motores de Indução Alimentados por Conversores de Frequência**. 2008. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92068/256744.pdf?sequence=1>>.

REVOREDO, T. C. **Modelagem e Gerenciamento de Potência de um Veículo Elétrico Híbrido de Célula a Combustível**. 2007. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://pee.ufrj.br/teses/textocompleto/2007031601.pdf>>.

RIBEIRO, D. S.; PRADO, C. C. Motores de Imãs Permanentes. p. 6, 2015. Disponível em: <https://www.academia.edu/19151259/Motores_de_Imãs_Permanentes_-_TCC_Inatel_-_Dhiego_dos_Santos_Ribeiro>.

ROCHA, B. P.; ALBERTON, H. B.; OLIVEIRA, L. B. Frenagem regenerativa. p. 5, 2014. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/projenergia3/projetos/trabalhos-2014/trabalhos-2014-2/GRUPOB.pdf>>.

RODRIGUES, J. C. B. **Dimensionamento do Sistema de Tração para Veículos Elétricos - Tração Dianteira In-Wheel**. 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7645/1/PG_COELE_2017_1_10.pdf>.

RUIZ, V.; PERSIO, F. Standards for the Performance and Durability Assessment of Electric Vehicle Batteries - Possible Performance Criteria for an Ecodesign Regulation. p. 68, 2018.

SANTIAGO, J. et al. Electrical Motor Drivelines in Commercial All-Electric Vehicles: A Review. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, v. 61, n. 2, p. 475–484, 2012.

SANTOS, E. W.; MATSUMOTO, R. S. **DIBB – Dimensionador de Banco de Baterias**. 2010. Universidade Federal do Paraná, 2010. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/160.pdf>>.

SANTOS, O. W. P. **Comparação Entre Motor de Indução e Motor de Ímãs Permanentes**. 2015. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/134905/000988250.pdf?sequence=1>>.

SEIXAS, F. J. M.; FERNANDES, R. C. **Máquinas Elétricas II**. 2012. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2012. Disponível em: <http://professorcesarcoستا.com.br/upload/imagens_upload/Apostila_Maquinas_Eletricas_UNESP.pdf>.

Selection of Motors for Electric Vehicle Propulsion. In: [s.l.: s.n.] p. 14–39.

SHARMA, M. S.; SINGH, A. N.; FAHIM, R. Y. I A. J. I K. V. I M. Regenerative Braking System. **International Journal & Magazine of Engineering, Technology, Management and Research**, v. 3, n. 5, p. 257–264, 2016.

SIGUIMOTO, C. M. **Projeto e Análises de Motores Síncronos de Ímãs Permanentes Internos com Otimização do Torque**. 2008. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/91454/256626.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

SILVA, B. P. **Análise de Curto Circuito Interno em um Motor de Indução**. 2013. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007263.pdf>>.

SÖKMEN, K. F.; ÇAVUŞ, M. Review of Batteries Thermal Problems and Thermal Management Systems. **Journal of Innovative Science and Engineering**, v. 1, n. November, p. 35–55, 2017.

VAROCKY, B. J. Benchmarking of Regenerative Braking for a Fully Electric Car. **D&C**, v. 2, p. 44, 2011.

VEGA, J. L. L. **Avaliação das Condições de Segurança de Tensão na Presença de Motores de Indução e Capacitores Chaveáveis**. 2005. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

VIDYANANDAN, K. V. Batteries for Electric Vehicles. **Energy Scan: A House e-Journal of Corporate Planning**, v. 1, 2019.

XU, W. et al. Survey on Electrical Machines in Electrical Vehicles. **International Conference on Applied Superconductivity and Electromagnetic Devices**, p. 167–170, 2009.

YAMACHITA, R. A. **Determinação de Perdas e Rendimento em Motores Elétricos Empregando Termografia Infravermelha**. 2013. Universidade Federal de Itajuba, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/736>>. Acesso em: 26 jan. 2021.

YE, B.; RUBEL, M. R. H.; LI, H. Design and Optimization of Cooling Plate for Battery Module of an Electric Vehicle. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 9, n. 4, 2019.

ZERAOULIA, M.; BENBOUZID, M. E. H.; DIALLO, D. Electric Motor Drive Selection Issues for HEV Propulsion Systems: A Comparative Study. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, v. 55, n. 6, p. 1756–1764, 2006.

ZHANG, S. et al. Permanent Magnet Technology for Electric Motors in Automotive Applications. **2012 2nd International Electric Drives Production Conference, EDPC 2012 - Proceedings**, p. 11, 2012.

ZHU, Z. Q.; HOWE, D. Electrical Machines and Drives for Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles. **Proceedings of the IEEE**, v. 95, p. 746–765, 2007.

JOGOS DIGITAIS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE ZOOLOGIA

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 18/11/2021

Luciana de Lima

Universidade Federal do Ceará, Instituto
Universidade Virtual
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/2967595851995266>

Robson Carlos Loureiro

Universidade Federal do Ceará, Instituto
Universidade Virtual
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/0813145478267268>

Igor Moura Barbosa

Universidade Federal do Ceará, Ciências
Biológicas
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/6680936128952155>

RESUMO: O objetivo da pesquisa é descrever jogos digitais vinculados a conteúdos de Zoologia com propostas metodológicas voltadas para alunos do Ensino Fundamental II. A necessidade de conhecimento sobre jogos digitais voltados para o ensino e a aprendizagem de conteúdos sobre Zoologia torna-se relevante, uma vez que muitos profissionais de ensino apresentam pouco conhecimento prévio abrangendo a utilização de tecnologias em módulos didáticos no formato de jogos. A pesquisa apresenta caráter qualitativo, utilizando uma metodologia descritiva. A unidade de análise é composta por três jogos digitais vinculados ao estudo de Zoologia. O

desenvolvimento da averiguação sucede por meio de três etapas: planejamento, coleta e análise de dados. A pesquisa foi realizada no mês de janeiro do ano de 2021, através de plataformas e veículos digitais de informação via internet. A coleta de dados foi realizada em três fases: busca e seleção dos jogos, download e organização daqueles escolhidos, além de descrição preliminar. A análise de dados é realizada a partir da leitura interpretativa e pormenorizada da descrição de cada jogo frente às categorias selecionadas previamente. Percebeu-se como os elementos audiovisuais interagiram com a perspectiva do jogador frente ao seu processo de jogabilidade. Além disso, as interfaces buscaram integrar diversos aspectos, sejam eles direcionados aos elementos técnicos, bem como vinculados às percepções subjetivas de cada indivíduo que podem ser visualizadas frente à experiência de jogo. Os resultados obtidos podem ter aplicações diretas nos anos finais do Ensino Fundamental, tanto em escolas públicas como particulares.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências. Metodologia Imersiva. Interação. Autonomia.

DIGITAL GAMES FOR TEACHING AND LEARNING ZOOLOGY

ABSTRACT: The research objective is digital games linked to Zoology contents with methodologies aimed at Elementary School II students. The need for knowledge about digital games aimed at teaching and learning content about Zoology becomes relevant since many teaching professionals have little prior knowledge covering the use of technologies in didactic

modules in the form of games. The research has a qualitative character, using a descriptive methodology. The unit of analysis consists of three digital games linked to the study of Zoology. The investigation is carried out through three stages: planning, collecting, and analyzing data. A survey was conducted in January 2021 through digital information platforms and vehicles via the internet. Data collection was carried out in three phases: search and selection of the games, download, and organization is chosen, in addition to a preliminary description. Finally, data analysis is performed based on an interpretive and detailed reading of the definition of each game against the previously selected categories. It was noticed how the audiovisual elements interacted with the player's perspective on their gameplay process. In addition, the interfaces sought to integrate several aspects, are directed to technical characteristics, and linked to the subjective perceptions of each individual that can be visualized in front of the game experience. The results obtained might have direct applications in the final years of elementary school, both in public and private schools.

KEYWORDS: Science teaching. Immersive Methodology. Interaction. Autonomy.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de aprendizagem é amplo, não se limitando a apenas métodos, sejam eles considerados tradicionais ou não (SILVA; COSTA, 2018). Pesquisas são desenvolvidas dentro deste âmbito com o intuito de compreender e aperfeiçoar as relações existentes entre ensino-aprendizagem, visando uma otimização na qualidade do Ensino de Ciências (GUERRA, FRANCISCO, AMARAL, 2019; SANTOS *et al.*, 2020). Por anos, o conhecimento científico foi repassado no sentido professor-aluno de forma expositiva e pouco dinâmica, em que o docente era detentor do conhecimento acumulado e o transmitia como as normas outorgadas na época, julgadas como plausíveis (KRASILCHIK, 2016). Os paradigmas sobre a passagem do saber científico foram constantemente se moldando e se adequando, ao mesmo passo em que a ciência foi sendo reconhecida como ferramenta para o desenvolvimento socioeconômico e de produção de cultura. Diante disso, no final do século XX, foi estabelecida a importância da utilização da tecnologia digital como ferramenta nos processos de ensino-aprendizagem, principalmente no contexto escolar (SERRANO-LAGUNA *et al.*, 2017).

Dentro da perspectiva social, a tecnologia digital pode ser entendida, de modo geral, como métodos ou técnicas criadas pelos humanos para melhorar a sua vida, sendo utilizada em várias áreas do conhecimento, incluindo os processos de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA *et al.*, 2020). A evolução veloz em curso da tecnologia vem provocando transformações no cotidiano social, em várias áreas de atuação, desde empresas, instituições governamentais ou não governamentais e até mesmo nas escolas (PRENSKY, 2012). Oliveira *et al.* (2020) completa que principalmente as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) cada vez mais vêm ganhando espaço, principalmente em contextos de docência.

Em se tratando de tecnologias digitais voltadas para jogos, estima-se que os

videogames e as plataformas digitais são uma das formas de entretenimento mais utilizadas pela população brasileira. Segundo a Pesquisa Game Brasil cerca de 75,5% dos brasileiros utilizam algum tipo de jogo como forma de entretenimento, independentemente da plataforma. A pesquisa complementa que a crescente dessa porcentagem ocorre pelo aumento do número de pessoas que se utilizam de *smartphones* na sociedade brasileira.

No atual contexto de cultura da informação, os jogos digitais permitem que seus usuários adquiram habilidades básicas de aprendizagem e interação. Através disso, é possível gerar *insights* sobre o comportamento do jogador frente à situação virtual, ocasionando assim uma possibilidade efetiva de aprendizagem teórico-prática (FARIAS, 2019).

Segundo Campos (2018), os jogos digitais se utilizam de estratégias vinculadas ao mundo contemporâneo e tecnológico para aproximar o aluno de uma aprendizagem significativa em Ciências. O potencial interdisciplinar amplo e imersivo que os jogos virtuais vêm oferecendo às práticas pedagógicas está sendo amplamente discutido, trabalhado e otimizado por vários autores de diversas áreas pedagógicas (STEGMAN, 2014).

Adentrando-se à vertente de Zoologia no âmbito das Ciências Naturais, percebe-se que as dificuldades com o uso de metodologias pautadas na exposição de conteúdos são questões inerentes à pedagogia do Ensino Fundamental. A dependência de recursos didáticos que não se utilizam de tecnologia digital, como os livros didáticos e exposição oral, não suprem todas as necessidades de interação e visualização dos estudantes para com os grupos de animais estudados em ambiente escolar. A introdução de jogos virtuais como prática para o ensino-aprendizagem de conteúdos de Zoologia no contexto da Educação Básica pode auxiliar no desenvolvimento de conceitos elementares desse ramo científico frente ao distanciamento dos alunos às práticas comumente utilizadas de ensino (SANTOS *et al.*, 2020). Compreende-se por Zoologia o ramo biológico responsável pelos estudos dos animais em diversos aspectos, como fisiológicos, morfológicos, taxonômicos, evolutivos, entre outros (SILVA; COSTA, 2018).

Considerando-se o contexto atual do ensino de Zoologia nas escolas, tornou-se necessário o levantamento, a caracterização e a categorização de jogos virtuais, além de discussões sobre esses jogos e seus impactos no processo pedagógico. Diante do proposto, desenvolve-se a seguinte pergunta: de que forma as funcionalidades dos jogos digitais podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de Zoologia? O objetivo da pesquisa é, portanto, descrever jogos digitais vinculados a conteúdos de Zoologia com propostas metodológicas voltadas para alunos do Ensino Fundamental II.

2 | OS JOGOS DIGITAIS NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

Jogos digitais são produtos culturais contemporâneos fruídos, principalmente como motor de experiências lúdicas vivenciadas em diversas finalidades sociais, como

terapêuticas, educativas, instrumentais ou, principalmente, para gerar distração, diversão e entretenimento em momentos de lazer (CAVICHIOILLI; REIS, 2014). Não há um consenso sobre qual foi o primeiro jogo digital criado, entretanto, sabe-se que sua origem e desenvolvimento se iniciou na década de 1970, com a fabricação seriada e consumo abrangendo os mais diversos públicos, começando com os formatos arcade, ou Fliperama, no cenário brasileiro (DONOVAN, GARRIOTT, 2010).

No contexto docente, os jogos digitais são atividades lúdicas e estruturadas que exigem tomadas de decisões, ações limitadas por regras, mecanismos de desafios, objetivos e metas. Somados a esses aspectos, apresentam uma narrativa de jogo, representação gráfica e feedbacks. Esses jogos podem manifestar diferentes classificações e formatos, são acessados de diferentes interfaces de modo on-line ou off-line, individualmente ou em grupo. Neste contexto de ensino, destacam-se alguns jogos elaborados que, segundo Prensky (2010), são curtos, costumam oferecer uma série de desafios singulares a cada etapa e problemas assíduos. Ademais, normalmente são jogos de origem individual ou coletiva, com regras dominadas com facilidade e rapidez.

A forma com que os jogos digitais vêm dando luz aos processos de ensino-aprendizagem, contudo, não permaneceu a mesma durante os anos e seus períodos contínuos de desenvolvimento (REIS; CAVICHIOILLI, 2014). Inovações tecnocientíficas, desenvolvimento de conceitos e aplicações técnicas e artísticas conduziram os jogos digitais para um processo de dilatação na base de sua complexidade, assentindo para o surgimento de diversos formatos, gêneros, tipos e variações de jogabilidade.

Dessa maneira, segundo Campos e Ramos (2019), muitos pesquisadores em Educação querem dissociar o potencial dos jogos virtuais como recurso para o processo de ensino e aprendizagem de várias disciplinas, entre elas as Ciências Naturais e a Biologia. O interesse nos jogos digitais como recursos pedagógicos vem crescendo, com a maioria dos pesquisadores tomando como principal objetivo de pesquisa averiguar a aprendizagem proporcionada pelos jogos digitais, comparando e analisando diversas condições e estratégias que podem favorecer o seu uso em contexto de aula, com uma concentração de estudos em todos os níveis de ensino, do básico ao superior.

Assim, os conceitos vinculados ao processo de jogabilidade nesse formato podem ser caracterizados através do estabelecimento de um vínculo entre as categorias publicadas por cada autor em diferentes trabalhos (CAMPOS; RAMOS, 2019), caracterizando-se como:

Interação: referente à comunicação, verbal ou não verbal, entre a programação do jogo e o jogador. Nesse ponto, o jogador é capaz de verificar e modificar situações, além de lidar com as consequências de suas ações;

Desenvolvimento cognitivo: refere-se ao desenvolvimento do jogador em termos de processamento de novas informações, da utilização de recursos por meio de conceitos, das habilidades de percepção e da aprendizagem de termos e linguagens.

Autonomia: trata-se da categoria que avalia a capacidade do jogador de tomar

decisões não forçadas ou baseadas nas informações oriundas da programação do jogo, ou seja, por meio de sua própria disponibilidade racional e com os recursos que dispõe na situação específica;

Cenário: busca avaliar os aspectos visuais e auditivos imersos no processo de jogabilidade. Além disso, pode-se destacar atenção sobre a aproximação desses efeitos sensitivos com aspectos do mundo real, principalmente nos contextos de vivências;

Competências e habilidades: termos, conceitos e definições associados ao saber científico, visando um processo de aprendizagem. Nesta categoria, é avaliada a capacidade do jogador em pleno curso, de assimilar e compreender os conteúdos, explícitos ou implícitos, na plataforma digital.

Dentre as disciplinas trabalhadas na base curricular da Educação Básica, precisamente o Ensino Fundamental II, a Biologia vem se utilizando de forma crescente da disponibilidade desses recursos tecnológicos. A disciplina de Biologia necessita, de forma fundamental, ressaltar competências que sirvam como acessório ao educando no manejo de informações, de maneira que esse discente possa: 1. discernir sobre fatos e argumentos; 2. desenvolver e estimular um pensamento crítico; e, 3. compreender as dinâmicas do mundo e agir de forma consciente.

Dentre as didáticas e metodologias de ensino que podem ser utilizadas para essa finalidade encontram-se, segundo Cavalcanti e Filatro (2018), as metodologias ativas, as metodologias ágeis, as metodologias imersivas e as metodologias analíticas. Os jogos, segundo as autoras, classificam-se na perspectiva das metodologias imersivas.

3 | METODOLOGIA

A pesquisa de caráter qualitativo utiliza-se da metodologia descritiva. A escolha desse método ocorre por meio de inferências gerais baseadas nos levantamentos dos principais componentes dos jogos. O estudo utiliza-se de dados primários, coletados para o desdobramento do estudo, e, secundários, dados pré-existent de descrição utilizados por outros autores.

A unidade de análise é composta por dois (2) jogos digitais vinculados ao estudo de Zoologia. Estes podem ser utilizados dentro de uma perspectiva diferente de aprendizagem. São eles: *Spore* e *Virtual Age*. Cada game foi encontrado por meio de pesquisas em plataformas distintas.

- *Spore*: encontrado e baixado através da plataforma Steam (software de gestão de direitos digitais criado pela Valve Corporation ou Valve L.L.C) (www.store.steampowered.com);
- *Virtual Age*: encontrado e baixado na *Serious Games for Science* (www.usgs.gov); consiste em uma plataforma de compartilhamentos de acervos de jogos digitais sérios, visando processos de aprendizagem;

O desenvolvimento da pesquisa sucede-se a partir de três etapas: planejamento, coleta e análise de dados. Inicialmente, na fase de planejamento, são preparadas a base protocolar, a organização de estratégias, as ferramentas e os instrumentos a serem utilizados nas etapas subsequentes.

A segunda etapa, pautada na coleta de dados, é realizada em três fases: busca e seleção dos jogos; download e organização daqueles escolhidos; e, descrição preliminar.

A terceira etapa, pautada na análise de dados, é realizada a partir da utilização e descrição pormenorizada de cada jogo. Para isso, foram utilizadas duas categorias embasadas no referencial teórico pautado em Campos e Ramos (2019), Cavalcanti e Filatro (2018), em comparação com as características dos jogos selecionados: elementos técnicos do jogo digital e elementos didático-metodológicos do jogo digital.

A primeira categoria vincula-se a dois aspectos físicos que podem ser observados no processo de jogabilidade. A segunda categoria é compreendida como o conjunto de metodologias de ensino potenciais pautado na imersão. Dessa forma, são descritas as conjunturas de imersão vinculadas à subjetividade e ao protagonismo do estudante frente ao seu próprio processo de desenvolvimento na aprendizagem, que podem ser notados no ato de jogar.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se dois (2) jogos vinculados ao conteúdo de Zoologia. Cada um pode ser encontrado, via internet, em variados idiomas. Dos dois (2) jogos analisados em linguagem inglesa, apenas um deles dispõe de legenda no mesmo idioma. Quanto à plataforma de busca, foram utilizados, além dos *sites* responsáveis pelo *download* dos jogos, outras ferramentas como o Google Acadêmico e *Scielo*.

4.1 Jogo Spore

O jogo Spore ocorre em perspectiva de terceira pessoa. O jogador tem controle sobre a evolução de uma espécie biológica através de geração processual. Existem alguns estágios de desenvolvimento, iniciando-se como um ser unicelular em ambiente aquático e se desenvolvendo até o estágio máximo de civilização e exploração espacial. Os estágios intermediários são designados às perspectivas de cadeia alimentar, onde os seres são divididos mediante seus hábitos alimentares (carnívoros, herbívoros ou onívoros).

São destacados cinco (5) estágios, sendo eles: 1. Estágio Celular; 2. Estágio de Criatura; 3. Estágio Tribal; 4. Estágio de Civilização; 5. Estágio Espacial. Cada estágio apresenta especificidades, sempre incluindo temas como cadeia alimentar, distribuição de características em populações e conceitos básicos de evolução via transferência de genes e pressão evolutiva.

Inicialmente, o jogador se torna responsável pela criação de características físicas

e fisiológicas, a partir de modelos previstos no *game* ou modo de criação livre (Figura 1). Além disso, o nome da espécie pode ser criado por meio de um campo específico editável destinado a essa função.

O jogo se insere em um conceito de transferência de nutrientes para atender a um processo de cadeia alimentar, onde os seres vão se tornando desenvolvidos à medida que sua espécie tem acesso a uma maior variedade de aportes nutricionais. Células que apresentam hábitos alimentares de carnivoría acabam por ingerir outras células menores, enquanto os herbívoros obtêm energia a partir de grupamentos clorofilados.

Trata-se de um jogo com formato competitivo, onde um único *player* toma decisões de forma individual à medida que os novos desafios surgem em torno da trama. Essa subjetividade de decisões auxilia no processo de autonomia dentro do contexto do jogo, uma vez que o jogador é protagonista frente às diferentes situações, buscando o caminho que o convém no ato de jogar.



Figura 1 – Tela do processo de criação do ser unicelular no início do jogo Spore

Fonte: Jogo Spore (2020).

Quando se trata de construção conceitual dos jogadores, pode-se ressaltar os momentos de criação de sua própria espécie frente ao processo de desenvolvimento evolucionista. Além de ser capaz de atribuir nomes subjetivos a todas as estruturas novas presentes no seu corpo, o conceito original é colocado ao lado do conceito criado, ao ponto em que sempre haja uma comparação ao longo de todo o desenrolar da jogabilidade.

Para finalizar o jogo, fazem necessários requisitos de avanços na civilização criada a partir dos modelos desenvolvidos em todas as fases. Cada estágio apresenta seus próprios requisitos e, ao final, são levados em consideração todos eles, independentemente da fase. Ao final da exploração espacial, com a colonização de outro planeta frente ao desenvolvimento da tecnologia especializada da espécie criada pelo jogador, o jogo termina.

Frente à categoria 1, considera-se que o jogo digital apresenta aspectos visuais

semelhantes aos observados na estruturação corporal dos animais e seres vivos na natureza, de forma geral. Essa aproximação traz uma perspectiva de imersão relevante no processo de jogabilidade, uma vez que o jogador tem acesso a conceitos reais aplicados no Ensino de Zoologia. Assim, pode-se afirmar que a comunicação *game-player* é facilitada e fluida, tornando a experiência da jogabilidade acessível e instigante. Essa comunicação acontece tanto de forma verbal (conceitos em frases nos diálogos do game) quanto de forma não-verbal (imagens, cores, formas, entre outros). A comunicação entre a interface planejada, por meio de bases consolidadas de Biologia e Zoologia, permite que o processo de aprendizagem aconteça através da ludicidade. Isso incide através da interação imediata entre o jogador, buscando seus objetivos, e a dinâmica da interface da programação, exibindo desafios constantes e que buscam se assemelhar com o que é observado de forma natural (CAMPOS, 2018).

Na categoria 2, onde são considerados os elementos didático-metodológicos, percebe-se que na *gameplay* são apresentados eventos conceituais nas caixas de diálogos e nos aspectos audiovisuais. Esses conceitos estão vinculados tanto ao conteúdo de Evolução das espécies, como, principalmente, associado a aspectos de anatomia, morfologia e ecologia abordados na Zoologia Geral. Exemplificando, pode-se ressaltar termos, como “Homologia”, “Cadeia Alimentar”, “Transferência de Nutrientes e Características”, entre outros. Assim, observam-se elementos da subcategoria 1 (metodologia imersiva) que se conectam diretamente à configuração de “autonomia do saber”, onde o aluno, por meio da liberdade de escolhas presente na programação, torna-se capaz de direcionar-se ao ponto pelo qual o jogo se torna mais atrativo na perspectiva de subjetividade. Por meio do que foi apresentado na primeira subcategoria, nota-se um processo construtivista no próprio ato de imersão à *gameplay*, resgatando um processo de aprendizagem ativa (CAVALCANTI; FILATRO, 2018).

Dessa maneira, o jogo *Spore* apresenta elementos que vislumbram as duas formas de gamificação, dependendo principalmente do estágio a ser jogado. Em algumas situações, o jogador dispõe de uma flexibilidade de autoria frente ao desenvolvimento do jogo. Em outras, os conceitos científicos são abordados de forma abrangente, sem desviar o foco da ação imersiva inserida no ato de jogar. Assim, a gamificação é uma alternativa que contém tanto elementos do jogo (introdução, narrativa, competição e recompensa) quanto aspectos incorporados na ideia de *game thinking*, isto é, a observação de experiências, vivências e sensações que os jogos são capazes de proporcionar: feedback imediato, busca pelos objetivos e quebra de requisitos para atingir o estágio de finalização do game.

4.2 Jogo Virtual Age

Jogo criado e descrito por Cheng *et al.* (2015) com base na estrutura curricular de Ciências Biológicas de Taiwan. O game foi desenvolvido na tentativa de aproveitar a influência dos jogos visando um estímulo ao aumento da compreensão dos alunos sobre a

Evolução biológica e a Zoologia. Com base em seu design diferenciado e efeitos sonoros, Virtual Age torna-se uma ferramenta que pode auxiliar no estudo de elementos da Evolução biológica (CHENG *et al.*, 2015).



Figura 2 – Informações embutidas do Virtual Age sobre um personagem

Fonte: Jogo Virtual Age (2020).

Para testar a eficácia do projeto, estudantes ambientados com conceitos biológicos de vários segmentos, desde o Ensino Fundamental até o Ensino Superior, foram convidados para participar da aplicação do jogo. De acordo com Cheng *et al.* (2015), após sua aplicação, os estudantes foram capazes de: 1. compreender o nascimento do planeta Terra, além do surgimento e desenvolvimento das formas de vida; 2. perceber as distinções na paisagem de vários ambientes das Eras Mesozóica e Cenozóica; 3. entender as características morfológicas das criaturas representativas nos períodos geológicos; 4. visualizar os mecanismos de Evolução; 5. conhecer as relações entre as criaturas e o ambiente nas quais estão inseridas e participando de processos de adaptação; 6. vislumbrar o processo de cadeia alimentar entre os seres vivos existentes.

Nesse jogo em segunda pessoa, o estudante se torna um personagem ativo, explorando biomas e seres dos mais diversos virtualizados, presentes na literatura e descrição de fósseis conhecidos pela Ciência, incrementados em um tempo geológico referente ao que viveram de forma real em nosso planeta. Essa incrementação dos seres no processo de virtualização ocorre através de efeitos sonoros e visuais em formato tal e qual é possível observar naturalmente nos biomas e ecossistemas.

Quanto à jogabilidade, cada animal inserido apresenta atributos, que são: exigência de biomassa (*biomass requirement*), pontos de vida (*health points* ou HP), poder de ataque (*attack points* ou ATT), poder de defesa (*defense power* ou DEF), velocidade (*speed*), papel ou nicho ecológico (*ecological rule*) e ambiente de aclimação (*acclimatized environment*).

Quanto à exigência de massa, são os pontos necessários para se adquirir esse

animal e adicioná-lo à sua equipe, composta no total de 3 (três) animais. Animais carnívoros de maior porte, seres no topo de cadeias, e, teias alimentares são os que apresentam os maiores valores atribuídos neste quesito. Pontos de vida são valores atribuídos numericamente passíveis de serem esgotados mediante um processo de disputa em combate entre os seres.

Ao tocar em um animal selecionado, o jogador entra em contato com uma ficha completa desse ser vivo, mostrando seus valores de atributos, suas presas e possíveis predadores, além de especificidades que variam entre indivíduos de espécies diferentes. Além disso, relações ecológicas como simbiose, protocooperação, predação e decomposição são inseridas no game acompanhados de pontos de biomassa encontrados. Dessa forma, as ações de visualização de atributos, além do vislumbre de uma nuvem de conceitos importantes para a seleção desses animais para a equipe, aproximam o jogador de conteúdos presentes nas estruturas curriculares de Ensino de Ciências, principalmente no que tange às matrizes de Zoologia, Biogeografia, Ecologia e Evolução.

Para finalizar o jogo, é necessário que o jogador complete todas as teias alimentares presentes em todos os 6 (seis) ecossistemas virtualizados, sendo eles: ambientes desérticos, pantanosos, litorâneos, de florestas, aquáticos e montanhosos. Para isso, deve-se acumular pontos de biomassa e investi-los na demanda específica de seres vivos presentes em cada uma dessas áreas geográficas, dando base aos valores de balanceamento entre seres vivos ao ocupar nichos ecológicos e estabelecendo um equilíbrio nessa teia alimentar, tal e qual é observado em ambientes naturais nos ecossistemas terrestres.

Através da metodologia de caracterização de jogos proposta por Prensky (2012), pode-se afirmar que os objetivos inseridos neste jogo são bem definidos, tornando o jogo dinâmico e atrativo para os jogadores que gostam de se aventurar e explorar, não atentando somente ao que o jogo indica como cronologia de acontecimentos. Os feedbacks contextualizam o jogador para com os períodos geológicos, a dispersão e a fisiologia dos seres analisados.

O jogo busca, de forma geral, apresentar elementos figurativos através de aspectos visuais e conceituais presentes na sua interface, onde torna-se possível destacar sua relação direta com os fatores de natureza biológica ou abiótica, principalmente por estar conectado ao que é estudado nos anos finais do Ensino Fundamental. Essa aproximação virtualizada com os aspectos visuais naturais traz uma perspectiva imersiva, focando a figuração do jogador como protagonista de sua experiência frente ao ato de jogar que, por si só, trata-se de uma vivência lúdica. Por meio disso, conceitos, formas, sons e interações fazem com que esses elementos se tornem pertinentes mediante um processo de aprendizagem ativa, uma vez que esses conteúdos são vislumbrados na base curricular de Zoologia, sendo abordados de forma imersiva e interativa.

Pode-se observar ainda a implementação direta de conceitos biológicos, seja nas fichas de conceitos, seja nas fichas individuais de cada animal, uma vez que atributos como

biomassa, nicho ecológico, hábitos alimentares e *habitat* são elementos inseridos no ensino de Zoologia. Esses conceitos criam uma nuvem de conteúdos que se encontram disponíveis ao jogador, à medida que, dentro de sua subjetividade ou não, passa a vivenciar essa experiência no jogo. Dessa maneira, torna-se possível visualizar uma interseção com as metodologias imersivas, visto que os jogadores entram em contato de forma interativa com conteúdos científicos e somado a isso, tem-se vinculado um processo de entretenimento que abriga a atenção dos participantes por sua linguagem acessível e por apresentar aspectos visuais atrativos, corroborando Cavalcanti e Filatro (2018).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se que o objetivo da pesquisa foi descrever jogos digitais vinculados a conteúdos de Zoologia com propostas metodológicas voltadas para alunos do Ensino Fundamental II, as metodologias imersivas inseridas no contexto das TICs foram pensadas para o uso de jogos digitais na docência. A necessidade de desenvolvimento de novos vislumbres que podem ser aplicados no modelo atual torna-se relevante, uma vez que muitos profissionais de ensino apresentam pouca base curricular ou pouco conhecimento prévio abrangendo a utilização de tecnologias em módulos didáticos. As considerações realizadas mediante categorias presentes no texto (técnicas ou metodológicas) tornou possível observar que jogos digitais vinculados ao Ensino de Zoologia sejam utilizados como ferramentas alternativas de ensino, uma vez que os alunos podem entrar em contato direto com nuvens de conceitos imersos na jogabilidade, que, por si só, trata-se de uma atividade lúdica.

Através da análise, descrição, caracterização e reflexão frente aos jogos selecionados, considerou-se que o objetivo proposto foi alcançado, uma vez que mesmo com o número reduzido de jogos digitais encontrados e abordados, sua utilização pode influenciar no processo de ensino, servindo de alternativa imersiva para a assimilação conteudística presente nos anos finais do Ensino Fundamental.

Durante o processo, os elementos inseridos na interface nortearam a visualização de imagens de seres simulados e ambientes virtuais semelhantes aos ecossistemas encontrados no Planeta. Assim, de forma direta ou indireta, o jogador tem acesso à possibilidade de assimilação de formas, sons e aspectos vinculados ao Ensino de Biologia, ao mesmo passo do que é observado nas estruturas curriculares de Zoologia, mesmo esses não sendo seus objetivos principais ao iniciar sua experiência imersiva. A flutuação por elementos audiovisuais simulados trouxe à tona uma interseção entre um processo de entretenimento vinculado ao ato de jogar com a possibilidade de uma aprendizagem significativa, resgatando aspectos prévios da vivência de cada jogador.

Por se tratar de uma metodologia onde o jogador torna-se protagonista da sua interação com a ferramenta, as interfaces buscaram integrar diversos aspectos, sejam

eles direcionados aos elementos técnicos, bem como elementos vinculados às percepções subjetivas de cada indivíduo que podem ser visualizadas frente à experiência de jogo. Essa interação desencadeia um processo imersivo, seja ela o objetivo principal durante a vivência ou não. Os feedbacks imediatos, bem como os conflitos e desafios bem definidos, dão ao jogador um suporte para os objetivos a serem seguidos, organizando as ideias e evitando confusões frente ao processo interativo. Por contar com uma participação ativa do jogador frente ao processo de jogabilidade, os games analisados transitaram sobre uma linha tênue. De um lado, uma experiência interativa visando entretenimento; do outro, a agregação de conceitos e conteúdos vinculados ao Ensino de Zoologia.

No que tange às dificuldades no processo de desenvolvimento da pesquisa, tornou-se possível grifar aspectos que podem ser estabelecidos frente a um afastamento dos objetivos. O primeiro destes diz respeito à disponibilidade de jogos em plataformas gratuitas de acesso. Na perspectiva de jogos digitais, o público-alvo torna-se variado. A monetização gera um distanciamento de certos grupos, incapazes de investir capital para a compra do jogo, diminuindo sua acessibilidade na internet. Outra dificuldade observada se trata da indisponibilidade da maioria dos jogos encontrados em idiomas diferentes do inglês. Por apresentar pouca ou nenhuma gama alternativa de idiomas, jogadores nativos de locais onde não apresentam o inglês como língua oficial, ou não dispõem de conhecimento no idioma, acabam por se distanciar da trama principal do jogo, observando-se uma insuficiência na aproximação dos conceitos vinculados à Zoologia, fazendo com que os processos de aprendizagem passem a apresentar dificuldades.

Os resultados obtidos terão aplicações diretas nos anos finais do Ensino Fundamental, tanto em escolas públicas como particulares. Com as perspectivas recentes, a atribuição de jogos digitais através de aulas com formato remoto se torna facilitada, uma vez que cada aluno terá sua própria plataforma de acesso (*smartphones*, *notebooks*, computadores, entre outros), utilizada tanto para receber as orientações necessárias do professor, como também para o ato de imersão ao jogar.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, T. R.. **O uso de jogos digitais no ensino de ciências naturais e biologia: uma revisão sistemática.** 2018. 104 f. Ciências Biológicas - Licenciatura, Departamento de Ciências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187703>. Acesso em: 02 jan. 2021.

CAMPOS, T. R.; RAMOS, D. K.. Análise bibliométrica da literatura sobre o uso de jogos digitais no ensino de ciências naturais e biologia no ensino fundamental e médio. **Seminário Sjeec: Jogos eletrônicos, Educação e Comunicação**, Florianópolis, v. 8, n. 6, p. 255-265, mar. 2019.

CAVALCANTI, C. C.; FILATRO, A. **Metodologias inov-ativas: na educação presencial, a distância e corporativa.** São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

CAVICHIOILLI, F.; REIS, L. J. World of warcraft como prática de lazer: sociabilidade e conflito “em jogo” no ciberespaço. **Movimento**, Rio Grande do Sul, v. 20, n 3, 2014, pp. 1083-1109.

CHENG, M. T; LIN, Y. W; SHE, H. C. Learning through playing Virtual Age: Exploring the interactions among student concept learning, gaming performance, in-game behaviours and the use of in-game characters. **Computers & Education**, v. 86, p. 18-29, 2015.

DONOVAN, T.; GARRIOTT, R. **Replay: The History of Video Games**. Lewes: Yellow Ant. Kindle Edition, p. 160-168. 2010.

FARIAS, M. Z.. Os jogos e sua contribuição na aprendizagem da matemática. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 05, n. 3, p. 82-95, 2019.

GUERRA, C. J. O.; FRANCISCO, J. R. de S.; AMARAL, L. B. Metodologias ativas na formação contábil: uma análise sob a psicologia da educação a luz das teorias de piaget e vygotsky. In: CONGRESSO DE INOVAÇÃO E METODOLOGIAS NO ENSINO SUPERIOR, 4., 2019, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Cim, 2019, p. 2-3.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2016.

OLIVEIRA, D. de F.; MOREIRA, A. S.; SOARES, E. C.; RINALDI, C. Experimentação na concepção de professores mestrando em Ensino de Ciências Naturais. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, p. 10-28, 25 jan. 2020.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: SENAC São Paulo, 2012.

PRENSKY, M. “**Não me atrapalhe, mãe – Eu estou aprendendo!**”. Phorte, 3. ed. São Paulo. 2010.

SANTOS, A. J. M.; PAIXÃO, M. S., MARTINS, L. H. da S., GOMES, P. W. P., SOARES, I. dos S. Os desafios dos professores da educação básica no Ensino EaD durante a pandemia da CoVid-19. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v.1, n. 2, p. 65-79. 2020. Disponível em: <https://editoraimc.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/499>. Acesso em: 31 mar. 2021.

SERRANO-LAGUNA, Á.; MANERO, B.; FREIRE, M.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. A methodology for assessing the effectiveness of serious games and for inferring player learning outcomes. **Multimedia Tools And Applications**, [S.L.], v. 77, n. 2, p. 2849-2871, 2017.

STEGMAN, M. Attack players perform better on a test of cellular immunology and self-confidence than their classmates who played control video game. **Faraday Discuss**, v. 169, p. 403-423, 2014.

SILVA, M. A.; COSTA, A. B. **A Tríplice Fronteira e a aprendizagem do contrabando**: da “era dos comboios” à “era do crime organizado”. In: BARROS, L.; LUDWIG, F. (orgs.). (Re)Definições de fronteiras: velhos e novos paradigmas. Foz do Iguaçu: IDESF, 2018, p. 111-132.

PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DE PROJETO INTEGRADOR PARA ENGENHARIAS EAD DO MODELO HÍBRIDO

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 07/11/2021

Jean Marcelo Dias

Universidade da Região de Joinville-UNIVILLE
São Bento do Sul-SC
<http://lattes.cnpq.br/9629209126190387>
<https://orcid.org/0000-0001-9139-4006>

Ana Carolina Braga Kodum

Universidade da Região de Joinville-UNIVILLE
Joinville-SC
<http://lattes.cnpq.br/4399842974860766>

RESUMO: O artigo tem como objetivo propor um modelo conceitual de projeto integrador (PI) para engenharias EaD no modelo híbrido de uma IES de SC. Sua importância se faz em razão da aplicação da interdisciplinaridade entre as disciplinas da grade curricular. A forma de trabalhar a interdisciplinaridade esteve presente nas discussões dos docentes do ensino superior e, apesar de estar prevista no PPC (perfil profissiográfico dos cursos), a efetivação dela nem sempre é realizada de forma satisfatória, sendo vistas como cumprimento de obrigatoriedade, apenas. Já nas engenharias EaD do modelo híbrido, o PI é aplicado em cada ciclo de aprendizagem, correspondendo a um trimestre, a qual permite que o processo seja executado de forma natural pelo corpo docente e discente do curso. Percebe-se que, apesar da naturalidade, não há uma metodologia estruturada e documentada para sua aplicação.

Dessa maneira, o modelo proposto, permite efetuar uma análise na aplicação do PI nas engenharias do modelo híbrido a qual alinha-se com os objetivos e diretrizes do curso, além de, identificar e representar o funcionamento do processo. Para tanto, foram selecionados artigos de autores que corroboravam com o tema de forma a obter subsídios para analisar e descrever o fluxo do processo de aplicação. Após essa análise e baseado no conhecimento teórico prévio, sugeriu-se um modelo de metodologia que contribui como instrumento padrão de aplicação para promover a isonomia e clareza do processo para os envolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: EaD; híbrido; projeto; integrador; revisão; aplicação.

PROPOSAL OF A CONCEPTUAL MODEL OF INTEGRATIVE DESIGN FOR EAD ENGINEERING OF THE HYBRID MODEL

ABSTRACT: The article aims to propose a conceptual model of integrative design (PI) for distance learning engineering in the hybrid model of an IES in SC. Its importance is due to the application of interdisciplinarity between the disciplines of the curriculum. The way of working with interdisciplinarity was present in the discussions of higher education professors and, despite being provided for in the PPC (professional profile of the courses), its effectiveness is not always carried out satisfactorily, being seen as mandatory compliance, only. In the EaD engineering of the hybrid model, the PI is applied in each learning cycle, corresponding to a quarter, which allows the process to be executed naturally

by the faculty and students of the course. It is noticed that, despite the naturalness, there is no structured and documented methodology for its application. In this way, the proposed model allows an analysis of the application of PI in the engineering of the hybrid model, which is aligned with the objectives and guidelines of the course, in addition to identifying and representing the functioning of the process. For that, articles from authors who corroborated with the theme were selected in order to obtain subsidies to analyze and describe the flow of the application process. After this analysis and based on previous theoretical knowledge, a methodology model was suggested that contributes as a standard application tool to promote isonomy and clarity of the process for those involved.

KEYWORDS: EaD; hybrid; project; integrator; review; application.

1 | INTRODUÇÃO

A educação é um tema recorrente de discussão quando pensamos nos avanços tecnológicos e nas mudanças inevitáveis da vida contemporânea. À medida em que se fala em modernização, o cotidiano das pessoas é afetado direta ou indiretamente, seja por meio de uma recente invenção da tecnologia que será utilizada em diversos aparelhos eletrônicos ou por uma nova teoria de alguém que lança um novo olhar técnico ou conceitual sob a forma de conduzir processos.

Nesse sentido, a educação e, mais especificamente, os formatos de ensino também precisam evoluir para estimular novas perspectivas em docentes e estudantes diante das transformações no mundo. Mais do que nunca, o ensino deve ser encarado não só como conhecimento acadêmico, mas também como agente primordial na formação social do cidadão, a fim de construir uma sociedade mais crítica diante dos acontecimentos da vida.

Essa busca tem sido pauta da maioria dos coordenadores de curso, pois essas práticas muitas vezes são tratadas como formalidades e que a sua efetividade depende basicamente da inversão de valores do ensino tradicional, criando ruptura do modelo tradicional de ensino. Essa forma diferenciada é citada por BENDER (2015, p.5): “[...] a educação contemporânea deve pressupor que o estudante seja capaz de autogerenciar o seu processo de formação. A aprendizagem envolvendo a auto iniciativa privilegia as dimensões afetivas e intelectuais, tornando-se mais duradoura e sólida”.

A busca pela aplicação de um modelo que seja efetivo dentro desta proposta vem sendo frequente dentro das engenharias de educação a distância por meio da modalidade híbrida. A aplicação dessa modalidade permite que o processo aconteça de forma natural a cada ciclo de aprendizagem confrontando os conteúdos das unidades de aprendizagem utilizados em sala de aula com as práticas vivenciadas pelos estudantes.

Este modelo permite que o estudante busque entender a ementa proposta por meio de conteúdo digital disponibilizado previamente e, desta forma, o estudante pode se inteirar com antecedência dos conteúdos e atividades. Este processo de autonomia, de acordo com Sacristán (1998), permite que o acadêmico reconstrua seu modelo de aprendizagem com novas atitudes, necessidades de aprendizado, ritmo, autogestão de conteúdo, organização

e controle do tempo, bem como suas relações sociais na escola.

Para que isto se torne eficiente, tanto professores quanto alunos precisam dominar novas habilidades na hora de lecionar e na hora de estudar, pois, segundo Bender (2014), o domínio dessas habilidades é vital para o sucesso deste processo de ensino.

Desta forma, não basta exigir esta mudança comportamental somente por parte do estudante. Esta mudança precisa ser incorporada também pelos professores do curso. De nada adianta novas metodologias, novos instrumentos e novas tecnologias, se a forma de ensinar e avaliar continuarem arcaicas.

A partir dessa problemática, esse artigo tem como objetivo propor um modelo conceitual de Projeto Integrador (PI) para engenharias EaD no modelo híbrido, aplicado em uma Instituição de Ensino Superior de Santa Catarina.

2 | A RUPTURA DO MODELO TRADICIONAL DE ENSINO

Há muito tempo o conceito de globalização foi apresentado ao mundo como uma novidade que, para muitas áreas da sociedade, era quase que inimaginável. Um fenômeno capaz de aproximar e integrar entre si diferentes esferas sociais como economia, política e cultura dos mais diversos e distantes países. Hoje em dia, essa aproximação geopolítica em escala mundial é percebida em nosso dia a dia já de maneira muito natural. Quando uma banda sul-coreana, por exemplo, vira uma das principais referências musicais para adolescentes do mundo todo ou então quando uma comida típica de um determinado país aparece com frequência em praças de alimentação do resto do planeta. Ou ainda, para sermos mais pragmáticos, quando usamos tecnologias de última geração desenvolvidas em países orientais nos *smartphones* indispensáveis para quase todas nossas tarefas diárias.

No âmbito da educação, essas mudanças também são sentidas. O contexto escolar, já há algum tempo, vem sofrendo um processo de mudança e modernização, pois é preciso pensar o ensino de acordo com as ideias de um mundo mais tecnológico e conectado. Conforme Moura (*apud* SAMPAIO, 2006), há esta necessidade de mudança na forma de se pensar os modelos educacionais, pois, a utilização de projetos interdisciplinares estrutura estas rupturas provocando debates e proporcionando investigação e análises experienciais.

No entanto, esta abordagem não é algo novo a ser discutido. Historicamente este assunto sempre esteve em pauta na busca de se obter a resposta sobre qual é o melhor método de ensino/aprendizagem. Os primeiros filósofos da Grécia antiga, segundo Zabala (2002), já debatiam sobre a composição do currículo escolar, que ora baseado no saber científico e ora baseado no saber acadêmico, não mostrava uma diferenciação evidente em sua essência do ponto de vista da evolução do conhecimento.

Essa divisão curricular, trazida por sofistas gregos e posteriormente por helenistas, apresentou a divisão do ensino por conteúdo de diversas áreas como a maneira mais

tradicional de ensinar. Por muitos anos, ela não foi contestada, pois, de certa forma, oferecia uma segurança aos educadores que se tornavam especialistas e não precisavam então criar relações entre as áreas e podiam se dedicar apenas às especificidades de seu conteúdo.

Desta forma, esse caráter didático pautado na divisão de matérias pelo conteúdo culminou no isolamento de cada disciplina, como se uma fosse independente da outra e não tivesse qualquer relação. “O resultado desse processo é uma seleção, uma estruturação e organização dos conteúdos de aprendizagem a partir de critérios disciplinares” (ZABALA, 2002, p. 18). A ideia passada é a de que esta independência curricular é verdadeira e sem relação direta entre seus conteúdos quando na elaboração das matrizes curriculares se privilegia as disciplinas de cunho “formador” trazidas pela própria formação dos docentes especialistas participantes do modelo tradicional de ensino de cursos regulares, sejam eles de modalidades presenciais ou a distância.

Esta conjuntura, aliada principalmente a evolução e disseminação do uso das Novas tecnologias de Informação e Comunicação (TICS), deram espaço novos cenários e modalidades de ensino e exigiu que as instituições de ensino superior do país passassem por transformações ao longo dos tempos, tanto em termos de crescimento e expansão, quanto em sua reestruturação e diversificação da oferta de cursos e modelos de ensino.

3 | MODALIDADE DE ENSINO EAD

Há duas modalidades a se considerar na educação: a presencial e a distância. O modelo tradicional, chamado por Alves (2011) de ensino convencional, é considerado o mais comum e contempla a presença física dos atores do processo - professor e aluno - em um ambiente físico com dia e hora marcada e deve acontecer em um mesmo tempo. Outra, chamada de ensino a distância – EAD - é a que não exige a presença física destes atores no processo de aprendizado. Além disso, ela dispensa tempo e espaço comuns desde que haja um meio conhecido de todos para que a interação aconteça. Obviamente, não podemos ignorar que com a pandemia do vírus conhecido como COVID-19, iniciada em março de 2020 no Brasil, esta divisão mesclou-se e provavelmente uma será incorporada a outra ainda mais daqui para frente.

De acordo com Moran (2009 *apud* Alves, 2011), a EAD é efetivada através do intenso uso de tecnologias de informação e comunicação, podendo ou não apresentar momentos presenciais.

Esta segunda modalidade vem nos últimos anos ganhando um mercado cada vez maior de alunos, que veem vantagens no ensino a distância por razões geográficas, pela grande oferta de cursos, valores mais em conta e logística facilitada. Com o desenvolvimento cada vez mais rápido da tecnologia e da mudança na forma de se comunicar, além de exigências mais rígidas do mercado de trabalho e, claro, agora a pandemia, o EAD tornou-

se uma alternativa atrativa. Como comenta Garcia (2015), é possível olhar essa modalidade de ensino ainda sob uma ótica social, pois o EAD permite o acesso educacional em regiões mais distantes ou para pessoas com incompatibilidade dos horários tradicionais de aula. O público que não teve oportunidade de acessar um ensino de formação profissionalizante, graduação ou especialização presencial por não se enquadrar no regime regular, seja por falta de condições financeiras de tempo ou de logística, tem no EAD uma oportunidade de capacitação para entrar no mercado devido a flexibilização de horários e local. Além disso, em sua maioria, mantém-se o nível de exigência e qualidade oferecido nos cursos presenciais.

Assim, pode-se dizer que a modalidade é uma forma de transformação social, pois apresenta acesso facilitado à educação a muitas pessoas que não teriam outra forma de estudar. Para além das questões de espaço e tempo, o EAD pode romper com a exclusão da informação e possibilitar a educação permanente.

Segundo alguns historiadores, o EAD tem início com as epístolas de Paulo, que eram utilizadas como formas de ensinamento para as comunidades cristãs. Pode-se ainda ter como marco histórico a utilização do ensino da tipografia por correspondência no século XVII nos Estados Unidos, onde um professor, conhecido como Caleb Philipps, publicava anúncios em jornais oferecendo a possibilidade de se aprender tal escrita através de livros e textos despachados pelos correios. Anos mais tarde na Suécia aconteceu a primeira experiência com um contingente significativo de caráter educacional, onde cerca de 150 mil pessoas tiveram chance de participar de uma capacitação a distância. A prática se popularizou pela Europa até que em 1856, em Berlim, na Alemanha, acontece outro marco importante com o ensino de outro idioma, o francês, por correspondência. A partir do século XIX surgiram experiências de ensino a distância em vários países, como Reino Unido, França, Japão, Austrália e Argentina, se espalhando pelo resto do mundo até chegar ao Brasil.

No Brasil, a educação a distância é regulamentada pelo Decreto número 5622 de 19 de dezembro de 2005 (BRASIL, 2005), art. 80 da Lei no 9.394, de 20 de outubro de 1996 e estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB, em seu artigo 1º definiu a educação à distância como:

[...] é a modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos.

Os anos 2000 marcaram o EAD por uma série de investimentos por parte do governo federal e a criação de normas e regulamentação federal com a função de permitir, supervisionar e avaliar o funcionamento deste tipo de ensino em instituições de ensino superior e cursos superiores de graduação e sequenciais. Segundo Alves (2011), não há dúvidas que a participação da esfera federal foi de grande valia para o amadurecimento do

processo, pois servia como um agente de inovação tecnológica nos processos de ensino e aprendizagem

Desta forma, pode-se observar que, conforme as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) evoluíam, a educação a distância as utilizava como diferencial de inovação e disseminação de conteúdo, o que, ao longo dos anos, permitiu novos modelos de ensino EAD, citados por Vianney (2010 *apud* Silva *at all*, 2011), como a Tele-educação via satélite, Universidade Virtual, EaD off-line com suportes diversos e Polos de apoio – semipresencial ou híbrida.

4 | ENSINO À DISTÂNCIA HÍBRIDO

As políticas do governo federal no ensino a distância, além de necessárias como marcos regulatórios e de funcionamento, impulsionaram as IES a ingressar em novas metodologias EAD como a portaria do Ministério da Educação e Cultura - MEC Nº 1.428, de 28 de dezembro de 2018, que permitiu ampliar para até 40% a carga horária EAD nos cursos presenciais:

O MINISTRO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição, e considerando o disposto no art. 81 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, no Decreto no 9.057, de 25 de maio de 2017, e no Decreto no 9.235, de 15 de dezembro de 2017, resolve: Art. 10. Esta Portaria dispõe sobre a oferta de disciplinas com metodologia a distância em cursos de graduação presencial ofertados por Instituição de Educação Superior – IES credenciadas pelo Ministério da Educação.

[...] Art. 3o. O limite de 20% (vinte por cento) definido art. 2o poderá ser ampliado para até 40% (quarenta por cento) para cursos de graduação presencial. (BRASIL, 2018)

Este tipo de ensino tem um viés tecnológico, mas, apesar desse aparato, não é somente isto que o caracteriza. A própria portaria que permite o aumento da carga horária em um curso presencial apenas a regulamenta, no entanto não há outras normas que a normatizam. A própria definição do ensino híbrido tem várias versões de vários autores, mas, de maneira geral, entende-se por uma metodologia de ensino a distância que combina as vantagens do EAD, como a comodidade do tempo individual, ferramentas como grupos de discussão assíncronos e conteúdos digitais disponíveis o tempo todo aliadas às aulas presenciais regulares com a presença de professor em sala em dias e horários pré-definidos.

De acordo com Moran (2015), o ensino híbrido tem como características a flexibilidade e o dinamismo em aliar vários meios combinados com diferentes ferramentas e utilização de espaços e tempos físicos e digitais. Pois, segundo o autor a modalidade é mediada pela tecnologia de forma muito abrangente, como, por exemplo: físico-digital, móvel, ubíquo, realidade física e aumentada, que trazem inúmeras possibilidades de

combinações, arranjos, itinerários, atividades.

Bacich, Tanzi e Trevisan (2015), conceituam o ensino híbrido como uma complexidade que pode gerar diferentes formas de aprender. Os autores mencionam que a educação sempre foi híbrida, pois sempre combinou vários espaços, tempos, atividades, metodologias e públicos, mas agora com as inovações tecnológicas e um mundo sempre conectado este conceito fica ainda mais claro.

Importante ressaltar, mais uma vez, o papel social que a EAD tem demonstrado ao incluir uma parcela da população carente da educação regular. São pessoas que, por exemplo, trabalham em um determinado segmento ou empresa que não permite flexibilidade de horário ou que está em constantes viagens de negócios. No entanto, para que haja uma efetividade da proposta híbrida, é necessário trabalhar em conjunto com outras formas de ensino/aprendizagem e romper com os modelos tradicionais.

5 | INTERDISCIPLINARIDADE

A interdisciplinaridade sempre esteve presente nas discussões de implantação ou reestruturação de projetos políticos pedagógicos dos cursos. Sempre foi uma preocupação da maioria dos coordenadores e gestores educacionais que este projeto tenha como foco a integração dos saberes e seja executado de forma integrativa e eficiente, buscando canalizar de forma contínua as potencialidades e interligação dos conteúdos aos estudantes pelos professores, com auxílio de técnicas e ferramentas. Porém, o que se percebe é que muitas vezes a interdisciplinaridade é vista pelos docentes como uma mera formalidade de planejamento, uma vez que não é possível buscar implantar algo nesse sentido se mantivermos as formas tradicionais de ensino/aprendizagem dos cursos regulares presenciais.

Nesse sentido é preciso entender que não existe apenas uma forma de conceituar interdisciplinaridade. Vários conceitos podem ser utilizados até se chegar a um consenso quanto sua utilização e contextualização. Zabala (2012) mostra que existem vários conceitos que podem explicar as relações disciplinares, como multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade etc., que, embora não sejam próprios do ensino, podem ser utilizados quando exigem um grau de colaboração ou relação entre duas ou mais matérias docentes. “Seu uso no mundo escolar não determina em nenhum caso uma metodologia, mas somente descreve a maneira como as diferentes disciplinas intervêm ao organizar os conteúdos” (ZABALA, 2012, p.28).

Para Fortes (2009), os quatro pilares da educação contemporânea citados pela UNESCO são: 1) aprender a ser, 2) aprender a fazer, 3) aprender a viver juntos e 4) aprender a conhecer. Estes são os norteadores permanentes que visam a formação do aluno como pessoa e como cidadão, que aliam tanto a necessidade da produção de conteúdo quanto dos próprios estudantes de atualização constante para construir uma educação de

qualidade “... a interdisciplinaridade insere-se na ousadia de novas abordagens de ensino, na educação básica e especialmente nos cursos de formação de professores” (FORTES, 2009, p.2).

A forma como a interdisciplinaridade é tratada hoje, na maioria dos casos, nas IES e faculdades de graduação ainda não contempla o pensar interdisciplinar. Não estimula o estudante a fazer interconexões de conteúdo e a problematizar conteúdos e relacionar fatos e conceitos. A interdisciplinaridade é conceituada:

A interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático dos resultados (BRASIL, 1999, p.89).

Esta forma de pensar as relações entre as disciplinas tem que ser pensada pelos agentes do processo, segundo Fortes (2009), como uma forma de criar uma escola participativa e dinâmica. É preciso, de acordo com o autor, alinhar conceitos de formação do sujeito social e suas conexões, com objetivo de construir um caráter permanente que implica as múltiplas análises e percepções que acontecem nas esferas social, natural e cultural tendo que entender que suas relações são complexas e infinitas.

A partir disso, mostra-se necessário, que os docentes busquem constante atualização nos processos de ensino/aprendizagem por meio de metodologias ativas nas aulas presenciais, que permitam a cada estudante aprender de forma individual e em seu próprio ritmo. Sobre estas novas concepções, conforme FORTES (2009, p.15): “A combinação de aprendizagem por desafios, problemas reais, jogos, com a aula invertida é muito importante para que os alunos aprendam fazendo, aprendam juntos e aprendam, também, no seu próprio ritmo”. Dentre essas novas abordagens, além da gamificação, pode se utilizar outras como sala de aula invertida, fóruns e projeto integrador – PI.

6 | PROJETO INTEGRADOR

O Projeto Integrador (PI) é uma das formas de abordagem que pode ser utilizada como ferramenta didático-pedagógica nesse processo de inovação na educação. Ele propõe um caminho para que estudantes e docentes integrem de forma eficiente os conceitos acadêmicos das diversas disciplinas abordadas em um ciclo de aprendizagem uniforme, e consigam alinhar os conteúdos trabalhados em aula com assuntos do cotidiano social e/ou 1 corporativo. Se utilizado adequadamente, o Projeto Integrador é uma ferramenta poderosa para criar conexão de conteúdo e potencializar conhecimentos. Para Santos e Barra (2012), uma das perspectivas de utilização do PI é potencializar de maneira dinâmica as competências e habilidades profissionais dos graduandos.

Dentro da esfera pedagógica, segundo Zabala (2002), esse método permite ao aluno

um processo de aprendizado mais abrangente, já que parte de uma visão globalizada, em que os conteúdos apresentados vão além da grade formal da aula. Ao aluno é possível organizar os conteúdos da aprendizagem a partir de situações ou temas apresentados mesmo sem que o conhecimento lhe tenha sido apresentado formalmente na grade de ensino. Este enfoque globalizado faz com que o estudante não veja a grade curricular como único objeto de estudo, mas como uma ponte para a compreensão do conhecimento.

Os projetos interdisciplinares incorrem no direcionamento e cooperação de duas ou mais disciplinas, onde, cada uma carrega suas particularidades, problemática e meios de investigação. A característica relacional do Projeto Integrador é a interação, que, mencionado por Zabala (2002), pode ser visto como a interação de componentes curriculares caracterizados desde uma simples conversação entre elas até a integração mútua de conceitos, conhecimentos, metodologia e dados de pesquisa e ensino.

Essa interação faz com que as disciplinas da grade curricular se transformem em instrumentos dinâmicos para busca de conhecimento, pois, a partir dessa mescla, os participantes do PI passam a explorar as resoluções de problemas e conflitos para além dos conteúdos fragmentados do currículo e buscam respostas a perguntas complexas a partir de vivências e intervenções na sociedade, além da sala de aula.

7 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para analisar a efetividade do PI na prática, realizou-se uma pesquisa com abordagem qualitativa em um curso superior de engenharia híbrida utilizando o método em questão.

A pesquisa inicialmente foi do tipo bibliográfica, que teve como objetivo coletar dados e informações acerca do tema para criar condições de investigar e interpretar a aplicação do método posteriormente. As fontes consultadas foram publicações e artigos científicos sobre EAD e um projeto político pedagógico do curso em uma IES. Em seguida, o método utilizado foi o dedutivo na busca da formação e interpretação do conceito e da utilização do PI.

Este artigo é o resultado do trabalho da disciplina de metodologia da pesquisa realizada em 2020. Teve como ponto de partida a realização de uma pesquisa sobre a aplicação do projeto integrador nos cursos de EAD híbrido em uma IES. A pesquisa foi realizada através da biblioteca virtual do Grupo A e da plataforma de pesquisa *Google Scholar* através das palavras chaves EAD, projeto, integrador e multidisciplinar que resultaram na busca de artigos que propiciaram a pesquisa e construção do tema.

Após a busca das referências, foi realizada a leitura dos títulos, de modo que, as referências que mais se aproximaram das palavras chaves fossem selecionadas. Após esta etapa foi feita a leitura dos resumos para verificar se o material selecionado condizia com o conteúdo. Posteriormente, a leitura dos tópicos relacionados com o tema proposto para

fomentar subsídios que norteassem a referência do artigo.

Esta base foi utilizada na leitura dos artigos e textos que continham uma relação com o tema, de forma que, pudesse ser estabelecidas referências sobre o projeto integrador e a similaridade com a aplicação que vem ocorrendo nas engenharias híbridas, o que, permitiu elaborar um modelo didático pedagógico sobre a construção e aplicabilidade do PI como ferramenta.

8 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a realização da pesquisa e da análise dos artigos e autores selecionados, foi possível alcançar algumas conclusões com relação a aplicação do projeto integrador nas engenharias do modelo híbrido EAD. Com base nestes estudos, iniciou-se a observação do funcionamento e da abordagem que os docentes vêm desenvolvendo com os acadêmicos nos ciclos de estudo a partir do método PI. A compreensão dos docentes sobre o método resultou, além da abordagem compreendida nas leituras, da observação em atividade aplicada através do PI e da experiência vivenciada na aplicação.

A análise documental de conteúdos produzidos pelo curso e pelo corpo discente e docente participante do processo, como ementas das disciplinas, diários de classe, trabalhos entregues após conclusão de cada ciclo de aprendizagem e a conclusão da atividade de PI foram a base da pesquisa.

A turma da amostra observada contou com aproximadamente 30 alunos dos cursos de engenharias elétrica, produção, civil e química, estudando na mesma sala em curso EAD da modalidade híbrida. Os acadêmicos fazem parte de uma nova matriz proposta, que contempla estudantes de várias engenharias, na qual os primeiros dois anos têm o núcleo de estudos comum entre si. Desta forma, todos os acadêmicos desta modalidade devem percorrer estas disciplinas juntos e após o segundo ano de estudos passam a estudar disciplinas específicas. O projeto integrador foi aplicado quatro vezes durante um ano letivo desta modalidade. Este período é dividido em ciclos de aprendizagem correspondentes a dois meses e meio. Foram estudadas 12 disciplinas divididas em específicas da área, de cálculo e de conhecimentos gerais. Com base nesta informação, elaborou-se um modelo didático (fig. 2) para representar estas atividades.

Com base na aplicação do método na turma, pode-se observar que se estabelecem tarefas e deveres aos envolvidos, que podem ser divididas em dois grupos de trabalho: professores e acadêmicos, cada um com suas particularidades. A execução de cada atividade serve de eixo norteador para as demais e a execução ordenada e correta pode ser fator determinante no sucesso do Projeto Integrador, no entendimento da proposta, dos objetivos e da execução do mesmo pelos alunos.

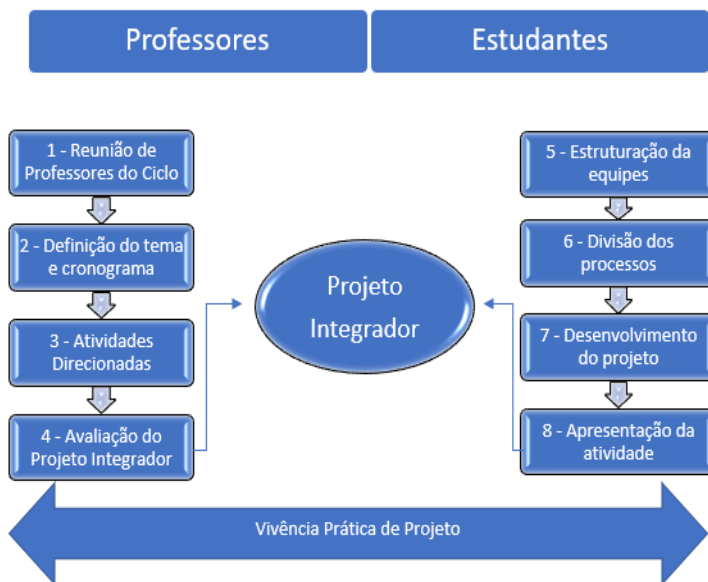


Figura 1 - representação da aplicação do projeto integrador tradicional

Fonte: primária (2020)

Com base na aplicação do método na turma, pode-se observar que se estabelecem tarefas e deveres aos envolvidos, que podem ser divididas em dois grupos de trabalho: professores e acadêmicos, cada um com suas particularidades. A execução de cada atividade serve de eixo norteador para as demais e a execução ordenada e correta pode ser fator determinante no sucesso do Projeto Integrador, no entendimento da proposta, dos objetivos e da execução do mesmo pelos alunos.

Este esquema representa, de forma visual, o fluxo normal de atividade da aplicação do PI. O diagrama mostra um direcionamento contínuo das atividades. O eixo da esquerda representa as etapas que o corpo docente deve percorrer para a implantação do PI. Já o fluxo da direita representa as atividades dos discentes do projeto. Ao longo do processo, representado pela barra horizontal, tanto professores como os estudantes, têm um ganho vivencial com a prática integradora. Na sequência o detalhamento de cada etapa será apresentado.

8.1 Detalhamento das etapas

Reunião dos professores do ciclo – encontro promovido pela coordenação do curso com os professores que irão ministrar aulas no ciclo corrente de aprendizagem com objetivo de contextualizar e apresentar o PI.

Definição do tema e cronograma – contempla a delimitação, apresentação e definição do tema. Em conjunto, os professores escolhem e definem o tema, os objetivos,

as etapas e o cronograma. Deverá ser escolhido um professor responsável.

Atividades direcionadas – como o projeto integrador não é trabalhada como uma disciplina independente ela não tem uma carga horária específica para ser trabalhada. Dessa forma, os professores utilizam parte de suas aulas para trabalhar o PI.

Avaliação do projeto integrador – após a conclusão da etapa de desenvolvimento o projeto integrador é apresentado aos professores que compõe uma banca para avaliação da atividade entregue pelas equipes.

Estruturação das equipes – nessa etapa as definições, objetivos e metodologias do tema do projeto proposto são apresentadas aos estudantes, que compõe as equipes de acordo com premissas da atividade.

Divisão dos processos – etapa que contempla a elaboração do pré-projeto de pesquisa que deve conter as responsabilidades de cada componente, etapas e métodos de investigação. Deve ser validado pelo professor responsável do Projeto Integrador.

Desenvolvimento do projeto – os estudantes dão início ao desenvolvimento prático da atividade que contempla pesquisa bibliográfica e o desenvolvimento de um produto ou protótipo. As etapas devem ser registradas em foto e vídeo.

Apresentação da atividade – fase de apresentação do Projeto Integrador. Os estudantes apresentam para a banca de professores do ciclo as atividades que foram registradas em foto ou vídeo do produto ou protótipo e um relatório de atividades.

Depois da observação da aplicação, pode-se concluir que o objetivo geral do PI vem sendo alcançado quando colocado em prática, pois obedece em sua essência as normativas estabelecidas pela Diretivas Curriculares Nacionais (DNC) dos cursos de engenharia e as políticas dos projetos pedagógicos dos cursos que tem como consequência a integração de disciplinas de várias áreas de conhecimento e o desenvolvimento do senso crítico-investigativo dos estudantes.

Porém, de acordo com o material documental avaliado e relatos de estudantes, há alguns pontos que podem ser trabalhados para aperfeiçoar o processo. Os pontos de atenção estão na isonomia do processo e na falta de padronização da documentação gerada pelos docentes e estudantes do PI. Se melhorados tais pontos e aplicados em sequência, é muito provável que o PI tenha melhor aproveitamento e consequentemente seja mais eficaz no processo de aprendizagem do aluno.

A partir das anotações nos diários de classe, observou-se que, dependendo do desempenho acadêmico do estudante durante o andamento das demais disciplinas, o aluno não desenvolve seu potencial integralmente nas atividades do projeto integrador, já que o percentual de nota atribuído corresponde a 10% de cada disciplina. Assim, é recomendado que este percentual seja discutido e a forma de avaliação seja modificada em reunião do colegiado dos cursos de engenharia para motivar e melhorar o desempenho dos alunos no projeto. Dessa forma, sugere-se que um novo fluxo de trabalho seja adotado, representado na figura 2.

Este novo modelo, além de permitir a avaliação constante, poderá gerar uma metodologia padrão de aplicação da atividade do PI e, dessa forma, garantir a isonomia na aplicação em todos os ciclos. Além disso, a constância de revisão das atividades poderá gerar documentação mais eficaz. Por exemplo, pode ser criado um manual de aplicação que servirá como instrumento de disseminação e apoio não só para os participantes, mas, também para os professores iniciantes no projeto, o que vai contribuir para a manutenção desse método integrador

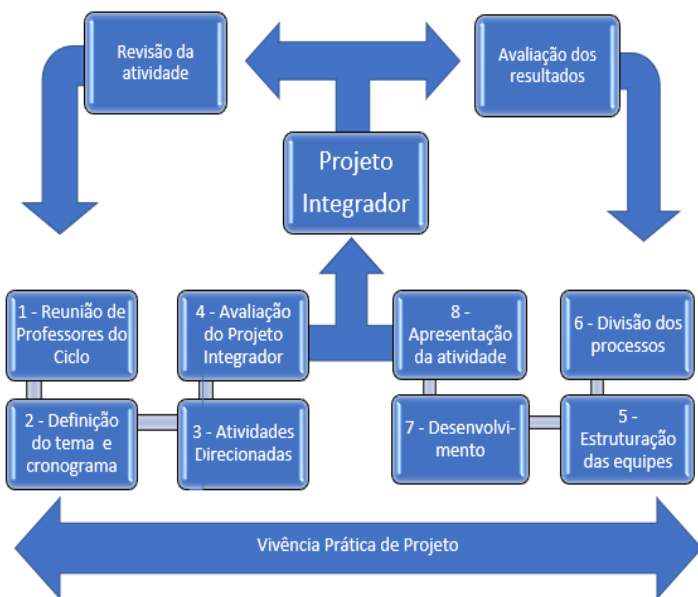


Figura 2 - modelo de projeto integrador proposto

Fonte: primária (2020)

9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo tratou da ruptura do modelo tradicional de ensino ao propor um novo modelo conceitual do Projeto Integrador nas engenharias EaD do modelo híbrido. Esse tem sido o grande desafio da escola moderna. Desafiar os participantes a buscar novas formas para quebrar estes paradigmas é, segundo Sacristán (1998), essencial para a reconstrução de ideias e formas de pesquisa e deve ser a chave do processo pois, não devem ter função informativa, mas, sim de modernizar a função educativa tirando-a da inércia.

A partir da busca de artigos e autores com publicações sobre Projeto Integrador, selecionou-se os temas que pudessem contribuir para análise e construção do fluxo de aplicação do PI. Dessa forma, criou-se condições para propor uma nova metodologia para aplicação do projeto. Acredita-se que a sua utilização pode proporcionar uma nova

perspectiva e, assim incluir momentos de reflexão acerca dos resultados alcançados tornando-as estruturadas e permitindo que o projeto se torne cíclico.

Como forma de continuar os estudos sobre o tema, a sugestão é que, em projeto futuro, seja realizada uma pesquisa formal através da aplicação de questionários dirigidos ou a criação de grupo focal a fim de conhecer de maneira formal a opinião de docentes e discentes sobre o tema. Neste trabalho, não foi possível a realização de tais atividades devido à falta de tempo hábil para a coleta de resultados e por ser a primeira turma híbrida que tem como característica a entrada de alunos novos em cada ciclo e, acredita-se que os novos alunos não teriam a mesma percepção dos veteranos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Lucineia. **Educação A Distância: conceitos e história no Brasil e no mundo.** Disponível em: <http://www.abed.org.br/revistacientifica/Revista_PDF_Doc/2011/Artigo_07.pdf>. Acessado em: 15 de nov. de 2019.

BACICH, Lilian; TANZI, Adolfo; TREVISANI, Fernando de. **Ensino híbrido: Personalização E Tecnologia Na Educação.** Disponível em: <<http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema>>. Acessado em: 10 de nov. 2019

BENDER, Willian N. **Aprendizagem Baseada Em Projetos - Educação Diferenciada - Para o Século XXI.** Editora Penso, Porto Alegre: 2014.

_____. **APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: A Educação Diferenciada para o Século XXI.** Disponível em: <<https://raep.emnuvens.com.br/raep/article/view/440/pdf>>. Acessado em: 03 de nov. de 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **DECRETO LEI Nº 5622 de 19 de dezembro de 2005**, que regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394, de 20/10/1996 que estabelece as **Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20042006/2005/Decreto/D5622.htm> [Acesso em 20/05/2014]. Acessado em: 17 de nov. de 2019.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio.** Brasília: Ministério da Educação, 1999.

_____. Ministério da Educação. **DECRETO LEI Nº 1.428 de 28 de dezembro de 2018.** Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=108231-portaria-1428&category_slug=fevereiro-2019-pdf&Itemid=30192>. Acessado em: 17 de nov. de 2019.

DIANA, Juliana. **Pesquisa Qualitativa E Pesquisa Quantitativa.** Disponível em: <<https://www.diferenca.com/pesquisa-quantitativa-e-pesquisa-qualitativa>>. Acessado em: 17 de nov. de 2019.

_____. **Pesquisa Descritiva, Exploratória E Explicativa.** Disponível em: <<https://www.diferenca.com/pesquisa-descritiva-exploratoria-e-explicativa/>>. Acesso em: 17 de nov. de 2019.

FORTES, Clarissa Côrrea, Lucineia. **Interdisciplinaridade: Origem, Conceito e Valor.** Disponível em: <<https://docplayer.com.br/8468062-Interdisciplinaridade-origem-conceito-e-valor.html>>. Acessado em: 15 de nov. de 2019.

GARCIA, Clarissa Côrrea, JUNIOR, Paulo Marcondes Carvalho. **Educação À Distância (Ead), Conceitos E Reflexões.** Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/104295>>. Acessado em: 15 de nov. de 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

MEDEIROS, Caroline de. JÚNIOR, Maurício Gariba. **Projeto Integrador: Uma Alternativa para o Processo de Avaliação Discente dos Cursos Superiores de Tecnologia.** Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/22e/art11_22e.pdf>. Acessado em: 16 de nov. de 2019.

MORAN, José. **Metodologias Ativas E Modelos Híbridos Na Educação.** Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2018/03/Metodologias_Ativas.pdf>. Acessado em: 17 de nov. de 2019.

SACRISTÁN, J. Gimeno; GÓMEZ, A. I. Pérez. **Compreender e Transformar o Ensino.** 4.ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SAMPAIO, Clauton Fonseca. **Projetos Interdisciplinares: Concepções e Práticas de Docentes Do Ensino Médio.** Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1055/1/2015ClautonFonsecaSampaio.pdf>>. Acesso em: 15 de nov. de 2019.

SANTOS, Maria Célia Calmon; BARRA, Sérgio Rodrigues. **O Projeto Integrador como Ferramenta de Construção de Habilidades e Competências no Ensino de Engenharia e Tecnologia.** Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1055/1/2015ClautonFonsecaSampaio.pdf>>. Acessado em: 12 de nov. de 2019.

SILVA, Lilian. **Um pouco do histórico da Educação à Distância.** Disponível em: <<http://www.educacao-a-distancia.com/historico-da-educacao-a-distancia-2/>>. Acessado em: 16 de nov. de 2019.

ZABALA, Antoni. **Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar.** Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ENJAMBRE DE DRONES

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 19/10/2021

Carlos Alberto Guizar Gómez

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Morelia. Departamento de Metal-Mecánica
Morelia, Michoacán, México
<http://lattes.cnpq.br/2367890762043218>

José Luis Guevara Gómez

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Morelia
Morelia, Michoacán, México
<http://lattes.cnpq.br/4123249371401421>

RESUMEN: Un enjambre de drones, es un grupo de vehículos aéreos no tripulados impulsados por inteligencia artificial y controlados desde un mando único. Sus principales características son su robustez, flexibilidad y escalabilidad durante el vuelo, lo que hace que esta modalidad sea bastante versátil en tareas que ya realiza un solo dron. En esta investigación se proponen una serie de pasos para facilitar la creación y vuelo de un enjambre de drones, proporcionando así una guía para el desarrollo de diferentes tipos de enjambres. Estos pasos van desde seleccionar los elementos que lo compondrán hasta volarlo.

PALABRAS CLAVE: Dron, enjambre, UAV, GCS, semiautónomo.

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A PREPARAÇÃO DE ENXAME DE DRONE

RESUMO: Um enxame de drones, é um grupo de veículos aéreos não tripulados movidos por inteligência artificial e controlados por um único comando. Suas principais características são a robustez, flexibilidade e escalabilidade durante o voo, o que torna esta modalidade bastante versátil em tarefas já realizadas por um único drone. Nesta pesquisa, uma série de etapas são 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. Essas etapas vão desde selecionar os elementos que irão compô-lo até voá-lo.

PALAVRAS-CHAVE: Drone, enxame, UAV, GCS, semi-autônomo.

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE ELABORATION OF DRONE SWARM

ABSTRACT: A swarm of drones, it is a group of unmanned aerial vehicles powered by artificial intelligence and managed from a single control. Its main characteristics are its robustness, flexibility and scalability during flight, making this modality quite versatile in tasks that a single drone already performs. In this research, a series of steps are proposed to facilitate the creation and flight of a drone swarm, thus providing a guide for the development of different types of swarms. These steps range from selecting the elements that will make it up, to flying it.

KEYWORDS: Drone, swarm, GCS, semi-autonomous.

1 | INTRODUCCIÓN

En la naturaleza, los etólogos denominan el enjambre como un comportamiento de trabajo colectivo que se aplica a insectos. Este término ha sido de gran interés para diferentes áreas de estudio como la informática, psicología, robótica, entre otras, ya que ha ayudado a definir aspectos referentes al comportamiento de trabajo colectivo, ya sea por el desplazamiento en conjunto o las entidades que trabajan de manera conjunta.

El término robot celular fue dado por Toshio Fukuda en Japón en los años 80 para referirse a grupos de robots que se asemejaban a las células y que juntos, creaban partes más complejas; sin embargo, el término enjambre no fue usado hasta 1989 durante una de las conferencias de la II Ciocco conferences donde Jing Wang y su equipo expusieron un breve artículo sobre robots celulares; quienes buscaban un nombre mucho más sencillo y optaron por usar el término de enjambre (Camacho, 2018). Y fue Gerardo Beni quien definió el término enjambre que se usa actualmente para definir a estos robots (Beni, 2005).

Los enjambres de drones o UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) han demostrado ser una tecnología de trabajo colectivo bastante eficiente; con esta modalidad de vuelo es posible crear espectáculos de luces, transportar cargas, transferir información entre otros (Luisa & Tortosa, 2013). El comportamiento colectivo que se espera en un enjambre, es la interacción entre los robots y la interacción de los robots con el medio ambiente; sin embargo, aún no es posible llegar a ese grado de autonomía; esto quiere decir, un grado de autonomía casi total.

En la actualidad los enjambres de drones son un tema de interés debido al creciente éxito de estos de manera individual; sin embargo, aún siguen siendo un tema en desarrollo y con poca presencia en aplicaciones civiles.

Esta investigación tiene por objeto proponer una metodología sobre la elaboración de enjambres de drones y mostrar el desarrollo y puesta en vuelo de un enjambre sencillo. La investigación abarca las características de los enjambres, su clasificación, diferentes aplicaciones, los pasos de la metodología propuesta, el diseño del enjambre desarrollado, los diferentes vuelos realizados y el proceso para enlazar y volar al enjambre.

2 | ENJAMBRES

Un sistema de vehículos aéreos no tripulados, también llamado UAS (Unmanned Aerial Systems), puede ser definido como el conjunto de elementos y subsistemas que hacen posible llevar a cabo operaciones aerotransportadas sin la utilización de un piloto a bordo de la aeronave (Santana, 2017). Cuando el sistema consta de varios de estos vehículos sin tripulante, este es comúnmente llamado sistema multi-UAV o enjambre de drones. Estos sistemas, se componen de: drones y una estación de control en tierra o GCS (Ground Control Station).

2.1 Características

Un enjambre se caracteriza por ser un sistema controlado y monitoreados desde un mando único (GCS) así como por su robustez, flexibilidad y escalabilidad durante el vuelo las cuales se explican en la tabla 1.

| | |
|-----------------------|--|
| Son robustos | <ul style="list-style-type: none">• Esto debido a que al estar formado por varias unidades, la tarea que realizaba un dron que deja de funcionar, puede ser cubierta por otro. |
| Son flexibles | <ul style="list-style-type: none">• Es decir, que son capaces de realizar un gran número de tareas y se adaptan mediante estrategias coordinadas a cambios inesperados. |
| Son escalables | <ul style="list-style-type: none">• La funcionalidad en grupo no se verá alterada por un cambio en la cantidad de individuos que lo forman. |

Tabla 1. Características de los enjambres de drones (Camacho, 2018)

2.2 Clasificación

Debido a los diversos tipos de enjambres que hay, no existe una clasificación única; por ello muchos autores proponen diversos elementos para su clasificación tales como: inspiración biológica, formación de vuelo, tipo de comunicación como se muestra en la figura 1 (Cartagena, 2019), por su actividad, con base en los drones (homogéneos, heterogéneos), como menciona Cartagena (2019) por su modelos de gestión y control, entre otros.

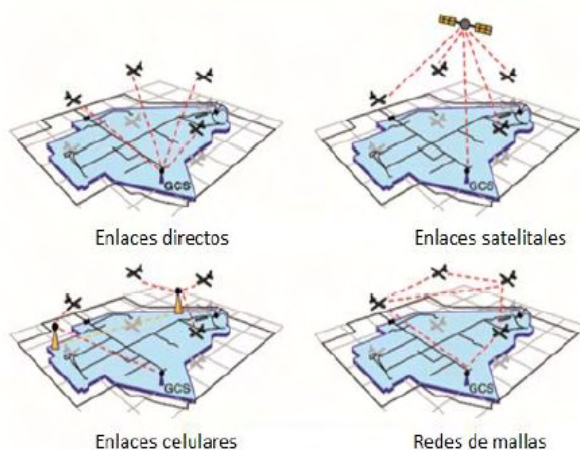


Figura 1. Comunicación de enjambres

2.3 Aplicaciones

La robótica de enjambre cuenta con una gran variedad de aplicaciones enfocadas a diferentes campos como el industrial, militar, medico, entre otros (Luisa & Tortosa, 2013). Algunos ejemplos de sus aplicaciones son: seguridad, inspección, monitoreo y vigilancia., actividades recreativas y espectáculos de luces, apoyo, búsqueda y rescate, mapeo ambiental, agricultura de precisión, entre otras.

En general estos sistemas son apropiados para utilizarse en tareas como las mostradas en la tabla 2.

Tareas donde se debe cubrir una región. Son sistemas apropiados para tareas donde se debe comprobar o realizar un seguimiento del estado del entorno.

Tareas centradas en alguna entidad del entorno. Son sistemas adecuados para tareas donde se debe buscar una fuente de recursos o recuperación de objetos.

Tareas demasiado peligrosas. Son sistemas robustos y tolerantes a fallos donde el fallo o la pérdida de algunos agentes no supondría el fallo de todo el sistema.

Tareas que requieren redundancia. La redundancia es una característica implícita en estos sistemas formados por un elevado número de robots homogéneos.

Tabla 2. Tareas para enjambres de drones

3 | METODOLOGÍA

La siguiente es una propuesta metodológica creada durante el proceso de elaboración de un enjambre de drones sencillo. Dicha metodología se divide en cuatro pasos que se muestran en la tabla 3.



Tabla 3. Pasos de la metodología propuesta

3.1 Actividad

La creación de un enjambre no puede surgir sin motivación o razón; por ello, al momento de llevar a cabo un enjambre hay que tener presente la actividad, ya que de ella se parte para la creación del enjambre. Dicha actividad puede pertenecer a un ámbito: militar (defensa y seguridad nacional), civil o científico (obtención de conocimiento).

3.2 Selección de los drones

Los aspectos que se deben considerar al momento de seleccionar los drones para el enjambre son los mostrados en la tabla 4.



Tabla 4. Aspectos para la selección de los drones del enjambre

a) Método de sustentación: Comúnmente, los drones pueden ser de dos tipos; aerodinámicos o aerostatos como se muestran en la tabla 5 (Santana, 2017). Dependiendo de la actividad del enjambre, se optará por qué clase de dron y qué características (tamaño, material, entre otros) son más convenientes.

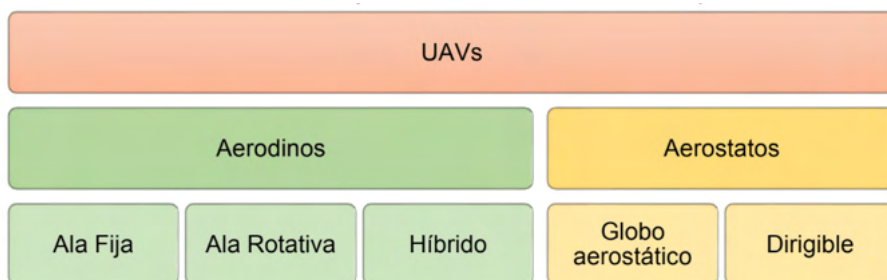


Tabla 5. Clasificación de drones por método de sustentación (Santana, 2017, p.9)

b) Tipo de dron: En el mercado, se manejan dos tipos de drones: armables y drones

armados o RTF (ready to fly); ambos se distinguen por la rapidez de los RTF con que se pueden poner en vuelo y la escalabilidad con que se puede dotar a un dron armable.

c) Firmware, Aplicaciones de vuelo y SDK (software development kit): Una vez se tengan propuestas de drones para el enjambre, es importante considerar estos tres aspectos ya que de ellos puede resultar más fácil su puesta en vuelo, su configuración y cantidad de trayectorias que se puedan realizar, así como el recibir buen soporte técnico de ser necesario.

d) Drones homogéneos u heterogéneos: En un enjambre heterogéneo, se tendrán drones diferentes, ya sea por el método de sustentación o modelo, mientras que el homogéneo constará de un tipo y modelo único de dron.

e) Número de drones: El número de drones está en función de la actividad a realizar y del presupuesto que se tenga considerado; esto debido a que el excederse en número de drones, puede generar un costo innecesario o en caso contrario, se reduce la calidad de la actividad propuesta.

3.3 Estación de control en tierra

Para controlar y monitorear drones desde cualquier lugar remoto es necesario el uso de hardware y software que permitan crear una red para establecer la comunicación simultánea con estos; siendo el hardware la interfaz hombre-máquina para la comunicación y control, como también el encargado de enlazarse con el enjambre. Por otra parte, el software es el encargado del control de la misión del enjambre y es considerado el corazón de la GCS.

3.4 Vuelo

En este paso, se lleva a cabo el diseño de las trayectorias que seguirá el enjambre y su posterior ejecución en vuelo. Para ello se toma en cuenta lo siguiente.

a) Trayectoria de vuelo: Los drones pueden realizar sus trayectorias de vuelo con base a dos funciones: a través de waypoints o por reconocimiento; esto tratándose de vuelos autónomos y semiautónomos. Sin embargo, existe también la posibilidad de controlarlos de forma manual, siendo el operador quien proporcione la trayectoria de vuelo.

b) Configuración: La configuración es crear y ordenar la serie de acciones que van a realizar los drones. Esta puede realizarse por dos opciones, mediante el sdk del fabricante o a través de comandos de vuelo propios.

4 | RESULTADOS

Este apartado presenta los resultados del enjambre que se desarrolló con base en los 5 pasos de la metodología.

Para esta investigación se requirió de un prototipo sencillo que permitiera analizar

las características generales de un enjambre, se determinó que su actividad sería realizar vuelos con trayectorias cortas, ya que esta es la acción fundamental que cualquier enjambre debe poder realizar.

Los drones seleccionados para el enjambre fueron los Tello EDU de DJI los cuales se muestra en la figura 2, debido a su bajo costo, y principalmente por su SDK el cual cuenta con la función para vuelos en enjambre, permitiendo establecer una comunicación con un punto de acceso para redes inalámbricas.



Figura 2. DJI Tello EDU (Ryzerobotics, 2017)

El enjambre está compuesto únicamente por dos drones Tello EDU; siendo así, un enjambre homogéneo.

La estación de control en tierra consta de dos elementos que son una computadora portátil y un punto de acceso, como se muestra en la figura 3. Para la parte del software, se utilizó únicamente el editor de código Visual Studio Code para diseñar la comunicación y las trayectorias de vuelo del enjambre.

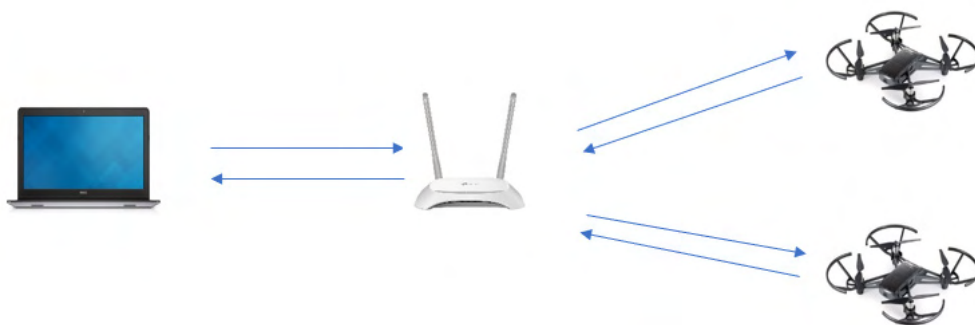


Figura 3. Comunicación entre GCS y el enjambre.

Durante las pruebas realizadas para comprobar la comunicación entre la estación de control y el enjambre, se obtuvo un rango máximo de señal en vista directa de hasta 500 m como se observa en la figura 4.



Figura 4. Rango máximo de señal (r, radio)

Finalmente se obtuvo que este enjambre es capaz de realizar dos diferentes tipos de vuelo los cuales son: Vuelo en Unidad y Vuelos Individuales, ambos de manera semiautónoma por waypoints. Las trayectorias de vuelo del enjambre, fueron programadas en lenguaje Python y simuladas en el programa Unity para obtener imágenes previas al vuelo real.

El vuelo en unidad consiste en una configuración en la cual los comandos se ejecutan de forma simultánea para ambos drones, por lo que se moverán de la misma manera y al mismo tiempo. Para sus vuelos son, colocados uno frente a otro en su punto de despegue, logran así un vuelo en direcciones opuestas entre ambos. La simulación en Unity de la Fig. 5, muestra los waypoints que siguen los drones en esta trayectoria.

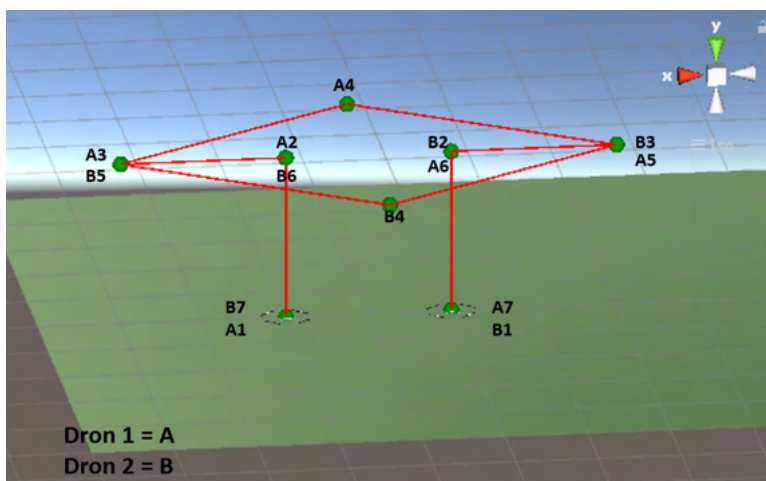


Figura 5. Trayectoria de vuelo en unidad.

Los vuelos individuales, tienen la diferencia de que se puede enviar dos diferentes tipos de mensajes para ordenar comandos diferentes a cada dron a diferencia del vuelo en unidad. Sin embargo, cada dron debe esperar el tiempo que demore el otro en terminar su acción el siguiente dron pueda recibir y ejecutar su acción. La simulación de esta trayectoria de vuelo se muestra en la Fig. 6.

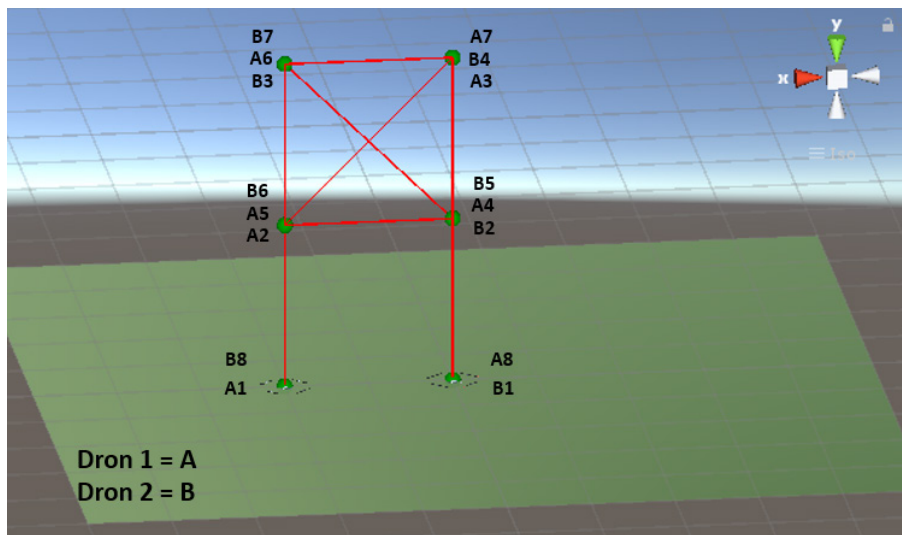


Figura 6. Trayectoria de vuelos individuales

El procedimiento que se siguió para enlazar los drones con la estación de control y volar el enjambre, es el siguiente.

1. Descargar el programa Tello3.py que se muestra en la figura 7, del enlace web mostrado en el manual del Tello EDU, esto para facilitar el enlace del dron con la computadora; de otro modo, a través de un editor se puede diseñar el código para comunicarse.

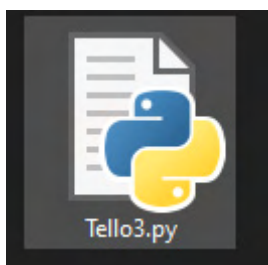


Figura 7. Programa Tello3.py para ejecución de comandos básicos en drones Tello y Tello EDU

2. Encender el dron y enlazarlo a su señal de red a través de la computadora para configurarlo en modo estación al punto de acceso correspondiente, utilizando su nombre y

contraseña de red como se muestra en la figura 8 (realizar esto para todos los drones del enjambre).

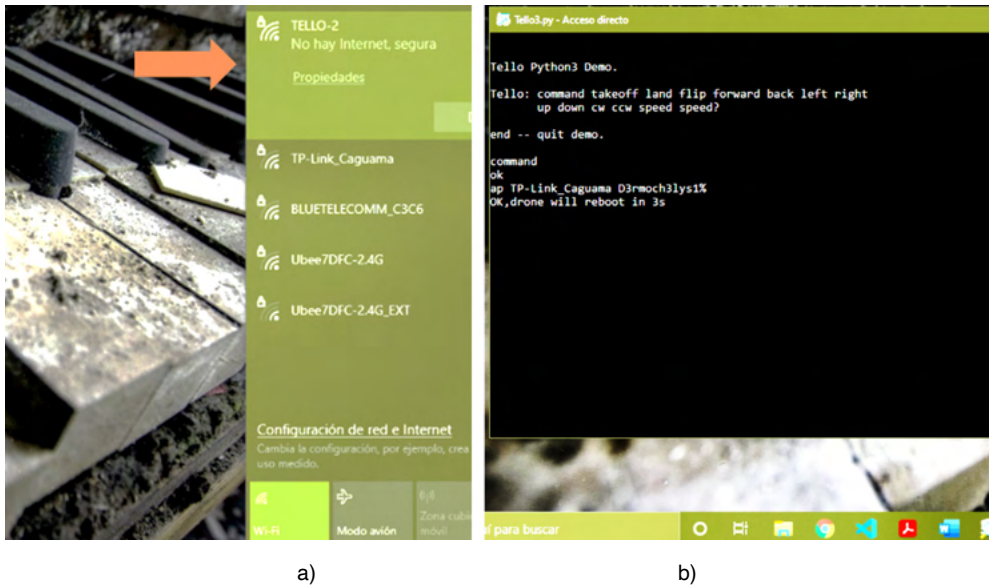


Figura 8. a) Señal de red del dron b) Configuración a modo estación con Tello3.py.

3. Se envía un comando al IP (Internet Protocol) de cada dron como se muestra en la figura 9, para comprobar que la comunicación con ellos es correcta.

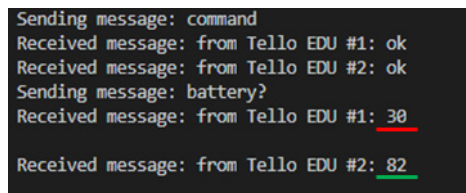


Figura 9. Verificación de comunicación y carga de la batería de los drones (batería baja del dron #1)

4. Se configuran las trayectorias de vuelo que realizará el enjambre, en el lenguaje y programa seleccionado (Python, Visual Studio Code) y se ejecuta la trayectoria deseada para probar si se diseñó de manera satisfactoria o si es necesario editarla nuevamente como se muestra en la figura 10.

```
Sending message: command
Sending message: takeoff
Sending message: back 30
Received message: from Tello EDU #1: ok
Received message: from Tello EDU #2: ok
Received message: from Tello EDU #1: ok
Received message: from Tello EDU #2: ok
Sending message: ccw 90
Received message: from Tello EDU #1: ok
Received message: from Tello EDU #2: ok
Sending message: go -100 -100 0 50
Sending message: go 100 -100 0 50
Received message: from Tello EDU #1: ok
Received message: from Tello EDU #2: ok
Sending message: go 100 100 0 50
Received message: from Tello EDU #1: error No valid imu
Received message: from Tello EDU #2: ok
Sending message: go -100 100 0 50
Sending message: land
Received message: from Tello EDU #1: error No valid imu
Received message: from Tello EDU #2: ok
Received message: from Tello EDU #1: error Motor stop
Received message: from Tello EDU #2: ok
```

Figura 10. Monitorio de ejecución de los comandos de vuelo del Dron #1 y#2 (error de funcionamiento en dron #1).

5 I CONCLUSIONES

El enjambre se realizó con la finalidad de conocer los aspectos básicos que involucra esta modalidad de vuelo, así como: los elementos mínimos indispensables para volar más de un dron de manera simultánea como se observa en la figura 11, las diferentes configuraciones de vuelo que el enjambre puede realizar, su desempeño durante el vuelo y analizar su posible escalabilidad para trabajar diferentes modelos de comportamiento de enjambre. A pesar de ser un enjambre sencillo, es una opción económica para realizar espectáculos aéreos y con fines didácticos.



Figura 11. Pruebas de vuelo en enjambre

Si bien los mini drones Tello EDU no están hechos para tareas de carga, son capaces de levantar una carga máxima de hasta 20 g sin perder estabilidad de vuelo, como se muestra en la figura 12.



Figura 12. Vuelos de enjambre con carga extra

Esta investigación pretende contribuir a ampliar la información sobre la elaboración y vuelo de enjambres de drones, para contrastarlo con otros métodos y analizar las variantes según el propósito del enjambre. Pretende ser preámbulo en el desarrollo de enjambres de drones, mostrando un panorama básico con los conceptos y elementos indispensables en la elaboración de estos.

REFERENCIAS

Beni, G. (2005). From swarm intelligence to swarm robotics. *Lecture Notes in Computer Science*, 3342(July 2004), 1–9. https://doi.org/10.1007/978-3-540-30552-1_1

Camacho, J. (2018). *ESTRATEGIAS DE ATAQUE Y DEFENSA DE ENJAMBRES DE*. 45. http://oa.upm.es/52761/1/TFG_JAVIER_DIAZ_CAMACHO.pdf

Cartagena, U. P. de. (2019). *APLICACIÓN DE ALGORITMOS EPSO Y SVM A LA INTELIGENCIA DE ENJAMBRES DE RPAS EN MISIONES DE SATURACIÓN DE DEFENSAS E ISR*.

Luisa, M., & Tortosa, S. (2013). *Agentes y enjambres artificiales : modelado y comportamientos para sistemas de enjambre robóticos*. *Agentes y enjambres artificiales : modelado y comportamientos para sistemas de enjambre rob .* 251.

Ryzerobotics. (2017). *Tello*. <https://www.ryzerobotics.com/es/tello-edu>

Santana, E. (2017). *Propuesta de sistema multi-UAV para aplicaciones de cobertura de área*. 154. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/456309/eesc1de1.pdf?sequence=1>

QUALIDADE DE VIDA DE CRIANÇAS USUÁRIAS DE IMPLANTE COCLEAR

Data de aceite: 01/12/2021

Patricia Haas

<http://lattes.cnpq.br/7971813348487147>
<https://orcid.org/0000-0001-9797-7755>

Fernanda Soares Aurélio Patatt

<http://lattes.cnpq.br/4408654763551215>

Laura Faustino Gonçalves

<http://lattes.cnpq.br/2324105620184220>
<https://orcid.org/0000-0002-0043-4349>

Karina Mary de Paiva

<http://lattes.cnpq.br/7147417955510635>
<https://orcid.org/0000-0001-7086-534X>

Beatriz Vitorio Ymai Rosendo

<http://lattes.cnpq.br/5484655223570545>
<https://orcid.org/0000-0002-7485-2797>

RESUMO: Introdução: O uso do Implante Coclear (IC) proporciona o desenvolvimento da audição e da linguagem, favorecendo a melhora na qualidade de vida (QV) de crianças com deficiência auditiva. **Objetivo:** Apresentar evidências científicas com base em revisão sistemática da literatura (PRISMA) sobre a qualidade de vida de crianças usuárias de IC. **Métodos:** A busca de artigos foi realizada nas bases de dados Scielo, Lilacs, Pubmed, Scopus, Bireme e Web Of Science, não houve restrição de localização, período e idioma. Além disso, foi realizada uma busca cinza nas referências dos artigos incluídos na pesquisa e busca por literatura cinza no Google Scholar. Para a seleção

dos estudos foi utilizada a combinação baseada no Medical Subject Heading Terms (MeSH). Foram incluídos no trabalho estudos com qualidade que obteve pontuação \geq a 6 pontos segundo o protocolo para pontuação qualitativa proposto por Pithon et al. (2015). **Resultados:** Foram identificados 129 artigos com potencial para inclusão, sendo 17 correspondentes aos critérios de inclusão e à pergunta norteadora que constituiu em avaliar a Qualidade de Vida de crianças que realizaram Implante Coclear. **Conclusão:** Embora a avaliação da QV de crianças usuárias de IC englobe diversas variáveis, desde fatores influenciadores até diferentes formas de avaliação, pode-se afirmar que tal intervenção é eficiente e proporciona benefícios que favorecem o desenvolvimento das crianças, influenciando positivamente a QV dessas, bem como de seus familiares.

PALAVRAS-CHAVE: Implante Coclear; Qualidade de vida; Crianças; Audição.

QUALITY OF LIFE OF CHILDREN WHO UNDERWENT COCHLEAR IMPLANTATION

ABSTRACT: Introduction: The Cochlear Implant (CI) provides the development of hearing and language, favoring the improvement in the quality of life (QOL) of children with hearing impairment. **Objective:** Present scientific evidence based on a systematic literature review (PRISMA) on the quality of life of children using CI. **Methods:** The search for articles was carried out in the SciELO, Lilacs, Pubmed, Scopus, Bireme and Web Of Science databases, with no restrictions on location, period and language. For the selection

of studies, the combination based on the Medical Subject Heading Terms (MeSH) was used. Studies with quality that scored ≥ 6 points according to the qualitative score protocol proposed by Pithon et al. (2015). **Results:** 129 articles with potential for inclusion were identified, 17 of which corresponded to inclusion criteria and to the guiding question that constituted in assessing the Quality of Life of children who underwent Cochlear Implantation. **Conclusion:** Although the assessment of QoL of children with CI includes several variables, from influencing factors to different forms of assessment, it can be said that such intervention is efficient and provides benefits that favor the development of children, positively influencing their QoL, as well as family members.

KEYWORDS: Cochlear implant; Quality of life; Children; Hearing.

INTRODUÇÃO

O Implante Coclear (IC) é considerado o recurso tecnológico mais eficaz no tratamento da deficiência auditiva pré-lingual sensorioneural de grau severo e profundo, cujo objetivo principal é fornecer audição suficiente para viabilizar o desenvolvimento da linguagem oral⁽¹⁾. Em conjunto com uma reabilitação auditiva adequada, este dispositivo fornece um benefício considerável às referidas crianças⁽²⁾.

O IC influencia não apenas a comunicação, mas também os resultados psicossociais em crianças com perda auditiva severa e profunda⁽³⁾. Por meio do IC, a primeira geração de crianças implantadas atingiu níveis de competência linguística e acadêmica similares aos indivíduos sem alteração auditiva, da mesma idade⁽⁴⁾. Contudo, a eficácia global do implante deve ser avaliada considerando não somente testes estruturados de avaliação, mas também utilizando instrumentos que analisem a facilidade de comunicação cotidiana, as relações sociais, o bem-estar e outros constituintes da qualidade de vida, pois as habilidades comunicativas e a vida social frequentemente sofrem mudanças após o IC^(5,6).

A Organização Mundial da Saúde (OMS)⁽⁷⁾ define a qualidade de vida (QV) como a percepção do indivíduo em relação à sua posição na vida, contexto cultural, padrões e preocupações envolvendo o seu bem-estar. Para as crianças, a QV tem sido definida como um conceito subjetivo e multidimensional, que inclui a capacidade funcional e a interação psicossocial da criança e de sua família⁽⁸⁾. Enquanto, a qualidade de vida relacionada à saúde (QVRS), é o termo referente ao impacto de uma enfermidade ou agravo na qualidade de vida dessa população pediátrica⁽⁹⁾. Nesse sentido, o aspecto social é um dos fatores mais relevantes do desenvolvimento de uma criança e integra o significado de qualidade de vida, assim como outros componentes relacionados à funcionalidade, bem-estar físico e mental⁽¹⁰⁾.

A partir do exposto, a presente pesquisa apresenta como objetivo principal e norteador apresentar evidências científicas com base em revisão sistemática da literatura (PRISMA) sobre a qualidade de vida de crianças usuárias de IC, visando responder a seguinte pergunta: Como é a qualidade de vida de crianças submetidas à cirurgia de IC?

MÉTODOS

Estratégia de pesquisa: A presente revisão sistemática foi conduzida conforme as recomendações PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews*)⁽¹¹⁾. As buscas por artigos científicos foram administradas por dois pesquisadores independentes nas bases de dados eletrônicas MEDLINE (Pubmed), LILACS, SciELO, SCOPUS, WEB OF SCIENCE e BIREME, sem restrição de idioma, período e localização. Para complementar, foi realizada uma busca cinza nas referências dos artigos incluídos na pesquisa e busca por literatura cinza no Google Scholar. A pesquisa foi estruturada e organizada na forma PICOS, que representa um acrônimo para **P**opulação alvo, **I**ntervenção, **C**omparação, **“Outcomes”** (desfechos) e **“Study type”** (tipo de estudo). População de interesse ou problema de saúde (P) corresponde a crianças; intervenção (I) diz respeito à intervenção; comparação (C) corresponde à qualidade de vida; *outcome* (O) refere-se ao implante coclear; e os tipos de estudos admitidos (S) foram: estudo descritivo, estudo transversal, estudo observacional, relatos de caso, estudos de caso-controle, ensaios clínicos controlados e estudos de coorte.

| Acrônimo | Definição |
|----------|--|
| P | Crianças |
| I | Intervenção |
| C | Qualidade de Vida |
| O | Implante Coclear |
| S | Estudo transversal Estudos de coorte Estudos de caso-controle Relatos de caso Ensaios clínicos controlados |

TABELA 1. Descrição dos componentes do PICOS

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Os descritores foram selecionados a partir do dicionário Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e *Medical Subject Heading Terms* (MeSH), considerando a grande utilização destes pela comunidade científica para a indexação de artigos na base de dados PubMed. Diante da busca dos descritores, foi realizada a adequação para as outras bases utilizadas. A combinação de descritores utilizada nas buscas foi: (cochlear implant) and (quality of life) and (children). A busca ocorreu de forma concentrada em julho de 2020. A Tabela 2 representa os critérios de inclusão e exclusão desenvolvidos nesta pesquisa. Para serem admitidos no presente estudo, as publicações ainda deveriam obter pontuação maior que 6 no protocolo modificado de Pithon⁽¹²⁾, utilizado para avaliar a qualidade dos estudos.

Crterios de Elegibilidade: Foram inclusos estudos sem restrição de idioma, período

e localização. A Tabela 2 representa os critérios de inclusão e exclusão desenvolvidos nesta pesquisa. Ainda, para serem admitidas, as publicações deveriam obter pontuação maior que 6 no protocolo modificado de Pithon et al. (2015)⁽¹²⁾, utilizado para avaliar a qualidade dos estudos.

| Critérios de Inclusão | |
|----------------------------|---|
| Delineamento | Estudo transversal Estudos de coorte Estudos de caso-controle Relatos de caso Ensaio clínico controlado |
| Localização | Sem Restrição |
| Idioma | Sem restrição |
| Critérios de Exclusão | |
| Delineamento | Cartas ao editor Diretrizes Revisões de literatura Revisões sistemáticas Revisão Narrativa Meta-análises |
| Estudos | Estudos pouco claros Mal descritos ou inadequados |
| Forma de publicação | Apenas resumo |

TABELA 2. Síntese dos critérios de inclusão/exclusão

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Risco de viés: A qualidade dos métodos utilizados no estudo incluído foi avaliada pelo revisor de forma independente, de acordo com a recomendação PRISMA⁽¹¹⁾. A avaliação priorizou a descrição clara das informações. Neste ponto, a revisão foi realizada às cegas, mascarando os nomes dos autores e revistas, evitando qualquer viés potencial e conflito de interesses.

Critérios de Exclusão: Foram excluídos estudos publicados nos formatos de Cartas ao editor, diretrizes, revisões de literatura, revisões narrativas, revisões sistemáticas, metanálises e resumos. Estudos indisponíveis na íntegra, também foram excluídos (Tabela 2).

Análise dos dados: A extração dos dados para o processo de elegibilidade dos estudos foi realizada utilizando-se uma ficha própria para revisão sistemática elaborada por dois pesquisadores em Programa Excel®, na qual os dados extraídos foram adicionados por um dos pesquisadores e, então, conferidos por outro pesquisador. Inicialmente foram

selecionados de acordo com o título; em seguida, os resumos foram analisados e apenas os que fossem potencialmente elegíveis foram selecionados. Com base nos resumos, artigos foram selecionados para leitura integral, foram admitidos os que atendiam a todos os critérios pré-determinados.

Forma de seleção dos estudos: Inicialmente o revisor de elegibilidade foi calibrado para a realização da revisão sistemática. Após a calibração e esclarecimentos de dúvidas, os títulos e resumos foram examinados pelo revisor de elegibilidade, de forma independente, os quais não estavam cegos para o nome dos autores e das revistas. Aqueles que apresentaram um título dentro do âmbito, mas os resumos não estavam disponíveis, também foram obtidos e analisados na íntegra. Foram excluídos estudos fora do âmbito proposto, relatos de caso, cartas ao editor e/ou editorial, revisões de literatura, índices, resumos e revisão sistemática, metanálise. Posteriormente, os estudos elegíveis preliminarmente tiveram o texto completo obtido e avaliado.

Dados Coletados: Após a triagem, o texto do artigo selecionado foi revisado e extraído de forma padronizada por um dos autores sob a supervisão, identificando-se ano de publicação, local da pesquisa, idioma de publicação, tipo de estudo, amostra, método, resultado e conclusão do estudo.

Resultado clínico: O resultado clínico de interesse consistiu em verificar a qualidade de vida de crianças usuárias de IC. Aqueles que não utilizaram a abordagem definida não fizeram parte da amostra da revisão sistemática e metanálise.

RESULTADOS

Mediante a estratégia de busca foram selecionados, no total, 129 artigos, sendo 38 excluídos por duplicação. Em seguida os títulos e resumos foram analisados, e 74 excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão e não responderem a pergunta norteadora proposta pelos pesquisadores deste estudo, restando 17 estudos^(3,13-28), os quais foram analisados na íntegra. A partir da leitura destes artigos, todos responderam aos critérios de inclusão e à pergunta norteadora, sendo então incluídos na presente revisão de literatura (Figura 1).

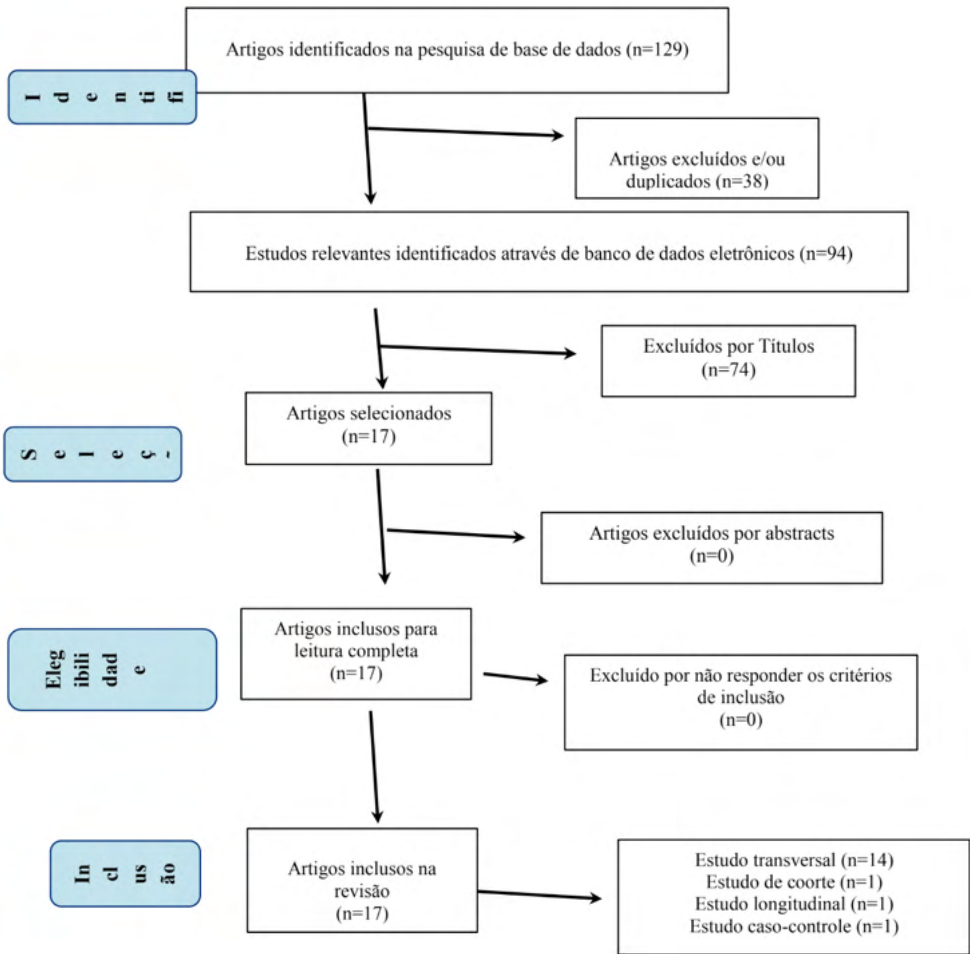


Figura 1. Fluxograma do processo de busca e análise dos artigos

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

A partir dos descritores eleitos, os bancos de dados foram consultados e foram obtidos os resultados disponibilizados na Tabela 3.

| Descritores | Nº | Referências excluídas | Motivo | Selecionado | Banco de dados |
|---|----|-----------------------|---|-------------|----------------|
| (cochlear implant) and (quality of life) and (children) | 81 | 73 | Excluídos por título (39); duplicados (32); excluídos por abstract (2); | 8 | Pubmed |
| (cochlear implant) and (quality of life) and (children) | 8 | 6 | Excluídos por título(4); excluídos por abstract (2); | 4 | Lilacs |

| | | | | | |
|---|-----|-----|---|----|----------------|
| (cochlear implant) and (quality of life) and (children) | 4 | 4 | Duplicação (2); excluídos por título (2); | 0 | SciELO |
| (cochlear implant) and (quality of life) and (children) | - | - | - | 0 | WEB OF SCIENCE |
| (cochlear implant) and (quality of life) and (children) | 36 | 29 | Excluídos por títulos (22); excluídos por abstract (3); duplicados (4); | 9 | Bireme |
| (cochlear implant) and (quality of life) and (children) | - | - | - | 0 | SCOPUS |
| Total | 129 | 112 | | 17 | |

Tabela 3. Classificação das referências obtidas nas bases de dados Pubmed, SciELO, Lilacs, Web Of Science e Scopus.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Os estudos incluídos nesta revisão foram dos tipos transversal^(13-17,19-21,23-28), longitudinal⁽³⁾, caso-controle⁽²²⁾ e estudo de coorte retrospectivo⁽¹⁸⁾, sendo a descrição dos mesmos, exposta na Tabela 4.

| Autor/ Ano/ Local de publicação | Objetivo | Tipo de estudo | Questionário | Participantes | Resultados | Conclusão |
|---------------------------------|--|----------------|---|--|---|--|
| Almeida et al. 2015 Brasil | Avaliar a qualidade de vida de crianças com IC sob a perspectiva dos pais. | transversal | Children with cochlear Implants: Parental Perspective (CCIPP) | 15 pais de crianças usuárias de IC com idades entre 2 e 12 anos. | O IC produziu efeito positivo na QV das 15 crianças e de suas famílias. Domínios do questionário de QV com maior média: autoconfiança (58,9%) e relações sociais (56,7%). Domínios com menor média: suporte à criança (-10,0%) e efeitos do implante (8,0%) A menor QV da família está associada a maior evolução da habilidade auditiva da criança, pois os pais apontam que os efeitos após o IC estavam abaixo das expectativas iniciais. | Na perspectiva dos pais o uso do IC melhora a QV de seus filhos. Com menor tempo de uso do IC, maior porcentagem de QV da criança. Quanto mais desenvolvida a habilidade auditiva, menor o percentual de melhora da QV. |

| | | | | | | |
|--|---|-------------|--|---|---|--|
| Razafimahefa-Raoelina et al., 2015 França | Avaliar a qualidade de vida de crianças com implante coclear, utilizando avaliação dos pais combinada com a autoavaliação das crianças. | Transversal | KIDSCREEN-27 | 32 crianças com idade entre 6 e 17 anos e suas famílias | autoavaliação infantil / avaliação dos pais: bem estar físico (72,81 / 62,66); bem estar psicológico (78,13 / 74,89); autonomia e pais (63,84 / 57,37); apoio social (61,72 / 51,56); ambiente escolar (73,83 / 68,95). | O IC precoce em crianças com perda auditiva pré-lingual proporciona qualidade de vida comparável à da população em geral. Os pais avaliados subestimaram a QV de seus filhos. |
| Yorgun et al., 2015 Turquia | Avaliar a satisfação das crianças com IC mediante questionários de perspectiva dos pais e analisar parâmetros. | Transversal | Parents' Perspective Questionnaire | Pais de 161 crianças usuárias de IC com idades entre 2 e 18 anos. | Pacientes que frequentaram a escola apresentaram mais autoconfiança, e usuários de IC com idade superior a 18 meses apresentaram melhores relações sociais e autoconfiança. Os pais relataram que após a implantação os filhos mostraram-se mais autoconfiantes (85,8%), independentes (84,5%), calmos (83,9%) e sociáveis (85,7%). | O efeito positivo dos implantes cocleares sobre a QV é um fato, mas os pais têm preocupações no pré e pós-operatório. Além disso, a satisfação dos pacientes está correlacionada com o aumento da duração do implante e da idade. |
| Anmyr et al., 2015 Suécia | Explorar recursos pessoais e sociais de crianças com IC sob a perspectiva da criança | Transversal | Children's sense of coherence (CSOC) scale. Strengths and difficulties questionnaire (SDQ) | 19 crianças usuárias de IC, com idades entre 9 e 12 anos | Crianças com IC em idade escolar tiveram forte senso de coerência, boa saúde mental, e relações próximas. Ainda assim, algumas das crianças com IC tinham baixo senso de coerência e problemas de saúde mental. Senso de coerência elevado e proximidade da rede social, principalmente na escola, estiveram associados a uma boa saúde mental. | Crianças com IC que apresentam alto senso de coerência e relacionamentos próximos também apresentam boa saúde mental. Os resultados sugerem que crianças suecas em idade escolar com IC não têm mais dificuldades ou problemas de saúde mental do que crianças com AN. Ainda assim, existem crianças com problemas psicossociais que precisam de apoio e tratamento. |
| Liu et al., (2016) China | Investigar a contribuição do IC para melhorias QVRS em crianças chinesas surdas pré-linguais | Transversal | The Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire (NCIQ) The Health Utility Index Mark III (HUI3) - aplicados pré implantação e um ano após realização do IC. | 213 crianças com idades entre 4 e 11 anos de idade. | A QV das crianças melhorou após a cirurgia. O HUI3 mostrou um aumento significativo nos subdomínios audição, fala e emoção para QV. Subdomínios com maior progresso na QV: percepção sonora e limitação de atividade. | A QVRS em crianças surdas pré-linguais melhorou significativamente no pós-operatório. |

| | | | | | | |
|--|---|-----------------------------|---|---|---|---|
| <p>Looi et al., 2016</p> <p>Cingapura</p> | <p>Avaliar os resultados de crianças com DA em Cingapura utilizando o Questionário de Qualidade de Vida em Crianças que Usam Aparelhos Auditivos (CuHDQOL), bem como examinar sua aplicabilidade para uso em um ambiente clínico.</p> | <p>Transversal</p> | <p>Children Using Hearing Devices Quality of Life Questionnaire (CuHDQOL)</p> | <p>Pais de 36 crianças (22 usuárias de AASI, 14 com IC)</p> | <p>Pontuação de 62/100 para crianças com aparelhos auditivos e 53/100 para crianças com IC</p> <p>Crianças usuárias de AASI tinham melhores limiares auditivos do que os usuários CI.</p> | <p>As pontuações para as crianças AASI foram mais altas do que para as crianças CI em de todas as subescalas. O CuHDQOL foi considerado um questionário simples .</p> |
| <p>Ribas et al., 2017</p> <p>Brasil</p> | <p>Comparar a qualidade de vida de um grupo de pais e familiares que possuem filhos usuáries de IC, antes e depois da implantação.</p> | <p>Transversal</p> | <p>WHOQOL-BREF</p> | <p>30 familiares de crianças usuáries de IC há mais de 12 meses e em processo de reabilitação auditiva.</p> | <p>90% dos responsáveis eram mulheres. 84% tinham no mínimo ensino médio. Houve diferença significativa para os domínios meio ambiente e relações sociais.</p> | <p>A implantação gerou melhora significativa nos domínios: meio ambiente e relações sociais, evidenciando que houve melhora da QV dos pais entrevistados. Não foi registrada melhora significativa nos domínios físico e psicológico.</p> |
| <p>Zaidman-Zait et al., 2017</p> <p>EUA / Canadá</p> | <p>Analisar as diferenças na QVRS entre crianças surdas implantadas com e sem deficiências no desenvolvimento (DD) e as diferenças entre os domínios da QVRS em ambos os grupos.</p> | <p>Transversal</p> | <p>KINDL</p> | <p>93 pais de crianças usuáries de IC com idades entre 3 a 7 anos: 43 pais de crianças com DD e 49 pais de crianças sem DD.</p> | <p>Menor QVRS para crianças com DD. Maior diferença nas subescalas: autoestima, escola, família. Sem diferenças significativas nas subescalas: bem-estar físico e emocional.</p> | <p>Crianças com IC e DD apresentam QVRS mais baixa em relação à crianças com IC e desenvolvimento típico, porém os pais dos dois grupos afirmam melhora na QV dos filhos após o IC.</p> |
| <p>Speaker et al. 2018</p> <p>Irlanda</p> | <p>Investigar o efeito do IC na QV de crianças com dificuldade de aprendizagem profunda e múltipla (DAPM).</p> | <p>Coorte retrospectivo</p> | <p>Glasgow Children's Benefit Inventory (GCBI)</p> | <p>Pais de 16 crianças com DAPM</p> | <p>84,6% dos pais das crianças relataram que o IC tem uma influência positiva em sua QV. 68,75% (11 de 16) deles relataram uma melhoria na QV de seus filhos após o IC. Não houve relato de influência negativa do IC na QV das crianças. Subcategorias do GCBI com maior pontuação: aprendizagem e vitalidade. Subcategoria com menor pontuação média: Saúde física.</p> | <p>O IC tem potencial para melhorar a QV de crianças com DAPM, ainda que estas apresentem lento progresso no desempenho auditivo e na inteligibilidade de fala. Outros estudos são necessários para caracterizar o impacto do IC nestas crianças.</p> |

| | | | | | | |
|--|---|---------------------|--|--|--|--|
| <p>Byčkova, et al., 2018</p> <p>Lituânia</p> | <p>Traduzir para o lituano e adaptar o CCIPP, avaliar as perspectivas dos pais em relação ao IC e o progresso da criança após, no mínimo, dois anos após a cirurgia, comparando os dados com outros países.</p> | <p>Longitudinal</p> | <p>Children with cochlear Implants: Parental Perspective (CCIPP)</p> | <p>Famílias de 28 crianças usuárias de IC por, no mínimo, dois anos.</p> | <p>75% dos pais perceberam maior confiança e mais da metade percebeu uma melhora no comportamento e na argumentação da criança desde a obtenção do IC (respectivamente 64,3% e 67,8%). As correlações mais significativas foram encontradas entre comunicação, autoconfiança e relações sociais. Todos os oito subdomínios no campo dos resultados do IC foram classificados com ≥ 3 pontos, portanto, os pais viram a QV de seus filhos como média ou melhor após o IC.</p> | <p>O IC tem influência positiva na QV das crianças e de suas famílias na Lituânia. Segundo os pais, surgiram mudanças positivas na comunicação, funcionamento geral, autoconfiança e relações sociais da criança.</p> |
| <p>Haukedal et al., 2018</p> <p>Noruega</p> | <p>Comparar como pais de crianças com IC e pais de crianças com audição normal percebem a QVRS de seus filhos</p> | <p>Transversal</p> | <p>Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL)</p> | <p>186 crianças. 106 com IC e 80 crianças com AN.</p> | <p>Para as crianças com IC, melhor percepção de fala em situações do cotidiano foi associada a maiores classificações da QVRS. Melhores habilidades linguísticas foram fracamente a moderadamente associadas com maior QVRS. Pais de crianças com IC avaliaram QVRS, em geral, menor em seus filhos e também nos subdomínios: funcionamento social e escolar.</p> | <p>A situação social e escolar ainda não está resolvida de forma satisfatória para as crianças com IC. A habilitação focada nas habilidades da linguagem falada e no melhor ambiente sonoro podem melhorar as interações sociais com os colegas e o funcionamento geral da escola.</p> |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|--|---|--|---|
| <p>Haukedal et al., 2019</p> <p>Noruega</p> | <p>Avaliar a QVRS autorreferida em um grupo de crianças com IC e comparar seus escores com controles pareados por idade e gênero.</p> <p>Avaliar a concordância entre a QVRS autorreferida e autorrelatada no grupo de IC e examinar as variáveis individuais e ambientais associadas a uma QVRS autorreferida maior ou menor no grupo de IC. Investigar os diferentes fatores individuais e ambientais que afetam a QVRS de grupo de crianças com CI e comparar com crianças de audição normal.</p> | <p>Transversal</p> | <p>Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL)</p> | <p>168 crianças; 84 usuárias de IC e 84 com audição normal (AN), pareados por idade e sexo.</p> | <p>Crianças com IC relataram menor QVRS do que o grupo com AN. Houve diferença significativa na autoavaliação de QVRS entre o grupo IC e AN no funcionamento escolar, social e geral.</p> <p>As diferenças entre os grupos eram pequenas e menos crianças do que pais relataram QVRS baixa.</p> <p>Melhores habilidades de linguagem falada e maior idade no momento do teste foram associadas a melhor QVRS.</p> <p>Nível educacional materno sem relação com a QVRS.</p> | <p>A maioria das crianças com IC relatou QVRS próxima à de seus pares normo-ouvintes. Menos crianças usuárias de IC em comparação com seus pais relataram QVRS preocupantemente baixa.</p> <p>O funcionamento social e escolar foram relatados como áreas de preocupação para as crianças com IC.</p> <p>Estruturar a linguagem falada em crianças com IC antes de integrá-las em escolas regulares pode aumentar a QVRS.</p> |
| <p>Zhao et al., 2019</p> <p>China</p> | <p>Avaliar a QVRS de crianças com IC a partir da perspectiva dos pais e explorar as possíveis correlações entre variáveis demográficas e a QVRS.</p> | <p>Transversal</p> | <p>Mandarin Children with Cochlear Implants: Parental Perspectives</p> | <p>123 crianças com IC com média de 3,3 anos de idade</p> | <p>A pontuação média dos domínios variou de 3,38 a 3,72, indicando que os pais consideraram a QVRS de seus filhos como média ou positiva.</p> <p>Pontuação de acordo com o domínio: relações sociais (média=3,72); Bem estar (média=3,70); Comunicação (=3,45); Funcionamento geral (=3,62); autoconfiança (média = 3,55); efeitos da implantação (média = 3,67); apoio à criança (média = 3,66). A educação recebeu a avaliação menos positiva (média=3,38)</p> <p>Crianças que utilizam IC por mais tempo apresentam maior QVRS.</p> | <p>Os pais ficaram satisfeitos com todos os domínios da QVRS, apontando melhorias mais significativas na QV no domínio das relações sociais. A QVRS aumentou com o uso do IC. A correlação é significativa entre a duração da reabilitação de linguagem e a QVRS.</p> |

| | | | | | | |
|---|---|----------------------|---|---|---|--|
| <p>Umat et al. 2019 Malásia</p> | <p>Analisar a QV dos pais e irmãos de crianças com IC e com DA</p> | <p>Transversal</p> | <p>Adaptação dos questionários: The Beach Centre Family Quality of Life Questionnaire e The Parent Questionnaire, Children with Cochlear Implants: Parental Perspectives.</p> | <p>79 pais e 23 irmãos de 44 famílias</p> | <p>Houve correlações significativas entre o escore geral de QV e cada um dos domínios de teste para o grupo de pais ($p < 0,01$). Para o grupo de irmãos, apenas os domínios de interação e suporte foram significativos. A interação foi o principal subdomínio que afetou a QV dos pais. 60% dos comentários foram classificados como "preocupações". 38,7% indicou necessidade de maior apoio.</p> | <p>Famílias com crianças usuárias de IC apresentam inúmeras preocupações que precisam ser abordadas, embora, em média, estejam satisfeitas com sua QV geral.</p> |
| <p>Hendriksma et al. 2020 Holanda</p> | <p>Avaliar a concordância de QV entre crianças e seus pais após o IC e determinar os fatores para uma maior concordância</p> | <p>transversal</p> | <p>Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL)</p> | <p>35 crianças com idades entre 8 e 12 anos usuárias de IC e seus pais</p> | <p>Maior concordância encontrada entre pais e filhos quando as crianças tinham entre 8 e 12 anos na avaliação de QV e na avaliação da QV de saúde física.</p> | <p>O estudo apresentou alta concordância ($ICC > 0,8$) entre o relato de QV pediátrica e parental em crianças com idades entre 8 e 12 anos. Há maior concordância entre aspectos físicos da QV. Crianças em uso do IC conseguem relatar fidedignamente a QV entre 8 e 12 anos de idade.</p> |
| <p>Peker et al., 2020 Turquia</p> | <p>Comparar a QV de crianças usuárias de IC com a QV de crianças com audição normal e de seus pais, bem como comparar a carga de cuidado dos pais das crianças dos dois grupos (IC e AN).</p> | <p>Caso-controle</p> | <p>KINDL for 4-7 Year-old Children-Family Form World Health Organisation Quality of life Questionnaire Short Form (WHOQOL-BREF)</p> | <p>34 crianças com idade entre 3-7 anos usuárias de IC e seus pais; 68 crianças com AN e seus pais.</p> | <p>Dentre as crianças com IC observou-se maior pontuação nos domínios: geral, suporte, relações sociais e suporte clínico. Ao comparar estas crianças com seus pares com AN, constatou-se que os domínios "geral, autoestima, escola / jardim de infância, relações sociais, bem-estar emocional, bem-estar físico, família e avaliação dos pais" da QV geral foram mais baixos nas crianças usuárias de IC em comparação com crianças saudáveis ($p < 0,005$). Pais do grupo caso tiveram menor pontuação nos domínios: físicos, mental, social. Pais do grupo controle apresentaram maior Carga de cuidado.</p> | <p>A QV das crianças usuárias de IC foi menor que a QV das crianças do Grupo Controle, enquanto que a carga de cuidado dos pais das crianças implantadas foi maior que a carga de cuidado dos pais do Grupo Controle. A carga de cuidado dos pais de crianças com e sem IC implica na QV deles. Após a implantação coclear, podem haver problemas psicossociais nas famílias</p> |

| | | | | | | |
|------------------------------|---|-------------|---|---|---|--|
| Silva et al., 2020 Brasil | Avaliar fatores influenciadores na QV da criança com IC | Transversal | Children with Cochlear Implants: Parent's Perspectives (CCIPP) Escala de Envolvimento Familiar | 30 crianças com idade entre 6 a 12 anos e seus pais | O IC impactou a QV das crianças, com resultados mais significativos sobre o aumento do domínio relações sociais e a diminuição do domínio suporte da família. De modo geral, as maiores idades na avaliação, as melhores habilidades auditivas e de linguagem, a escolaridade da mãe e a permeabilidade da família se correlacionaram com a qualidade de vida de crianças usuárias de IC. | Os fatores influenciadores da QV das crianças usuárias de IC são: maior idade na avaliação, as melhores habilidades auditivas e de linguagem, a escolaridade da mãe e a permeabilidade da família. |
|------------------------------|---|-------------|---|---|---|--|

Legenda: QV= Qualidade de vida; QVRS= Qualidade de vida relacionada à saúde; IC= Implante coclear; AASI = Aparelho de Amplificação Sonora Individual; DA = Deficiência auditiva; AN = Audição normal; CCIPP = The Children with cochlear Implants: Parental Perspective; PedsQL = Pediatric Quality of Life Inventory; GCBI = Glasgow Children's Benefit Inventory; DAPM = dificuldade de aprendizagem profunda e múltipla; WHOQOL-BREF = World Health Organisation Quality of life Questionnaire Short Form.

TABELA 4. Descrição dos estudos incluídos na revisão sistemática da literatura

Fonte: Almeida et al., 2015; Razafimahefa-Raoelina et al., 2015; Yorgun et al., 2015; Anmyr et al., 2015; Liu et al., 2016; Looi et al., 2016; Ribas et al., 2017; Zaidman-Zait et al., 2017; Speaker et al., 2018; Byčková et al., 2018; Haukedal et al., 2018; Haukedal et al., 2019; Zhao et al., 2019; Umat et al., 2019; Hendriksma et al., 2020; Silva et al., 2020; Peker et al., 2020.

Os achados sobre o impacto da cirurgia do IC na qualidade de vida (QV) aconteceram a partir de avaliações por meio de questionários sobre diferentes pontos de vista: a perspectiva dos pais/família em relação à QV de seus filhos com IC^(3,13-22), a perspectiva da própria criança⁽²³⁾, e a combinação entre as duas perspectivas⁽²⁴⁻²⁶⁾, além da análise da QV da família^(27,28).

Para tais investigações utilizam-se diferentes instrumentos, desde genéricos aos mais específicos conforme o objetivo do estudo. Nos estudos incluídos nesta revisão sistemática foram utilizados questionários como o *Children with cochlear Implants: Parental Perspective* (CCIPP)^(3,13,21), *Mandarin Children with Cochlear Implants: Parental Perspectives questionnaire (M-CCIPP)*⁽¹⁹⁾, *Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire (NCIQ)*⁽¹⁵⁾, *KINDL for 4-7 Year-old Children-Family Form*^(17,22), *Parents' Perspective Questionnaire*⁽¹⁴⁾, *Glasgow Children's Benefit Inventory* (GCBI)⁽¹⁸⁾, *The Health Utility Index Mark III (HUI3)*⁽¹⁵⁾, *Children Using Hearing Devices Quality of Life Questionnaire (CuHDQOL)*⁽¹⁶⁾, *Pediatric Quality of Life Inventory* (PedsQL)^(20,25,26), *KIDSCREEN-27*⁽²⁴⁾, *World Health Organisation Quality of life Questionnaire Short Form (WHOQOL-BREF)*^(22,27), *Children's sense of coherence scale* (CSOC)⁽²³⁾ e um questionário adaptado do *The Beach Centre Family Quality of Life Questionnaire* e do *The Parent Questionnaire, Children with Cochlear Implants: Parental Perspectives*⁽²⁸⁾.

As autoavaliações da QV dos implantados é realizada com fidedignidade por

crianças entre 8 e 12 anos de idade, havendo concordância entre as perspectivas das crianças e de seus pais⁽²⁶⁾. Crianças com IC apresentam melhora significativa na QVRS após o implante, principalmente, no domínio da autoconfiança, relações sociais, bem-estar e comunicação^(3,13,14,19,21,27). Os efeitos positivos do IC referentes à autoconfiança, relações sociais e comunicação estão relacionados à melhora das habilidades lexicais, melhor linguagem oral^(15,20,21,25), além da melhora das habilidades auditivas^(21,25) e percepção sonora⁽¹⁵⁾. Foi constatada ainda, associação entre a melhor percepção de fala em situações do cotidiano e maiores classificações da QVRS⁽²⁰⁾. Assim, o desenvolvimento lexical e a percepção sonora proporcionam melhor QVRS dessas crianças.

Ademais, há outros fatores que influenciam na melhora da QV das crianças usuárias de IC, como a escolaridade materna, o ambiente social inserido⁽²¹⁾, a maior idade no período das avaliações^(21,25), o tempo de uso de IC e a duração da reabilitação de linguagem⁽¹⁹⁾. O maior tempo de uso de IC associa-se positivamente aos domínios de autoconfiança, comunicação e bem-estar das crianças, assim como a reabilitação linguística está relacionada ao domínio das relações sociais⁽¹⁹⁾. Segundo Anmyr et al.⁽²³⁾, crianças usuárias de IC que apresentam alto senso de coerência e relacionamentos sociais, também apresentam boa saúde mental.

Zaidman-Zait et al.⁽¹⁷⁾ compararam a QVRS entre crianças usuárias de IC com e sem deficiência de desenvolvimento (DD) e destacaram que embora o grupo com DD apresenta menor pontuação para QVRS, principalmente no domínio da autoestima, escola e família, os pais em geral reconhecem significativos benefícios do IC para estas crianças. Além disso, nos dois grupos foi relatada melhora na linguagem, na comunicação e na interação das crianças incluídas no ambiente social. Em um estudo com crianças usuárias de IC com dificuldade de aprendizagem profunda e múltipla, o desenvolvimento auditivo e de fala após implantação, ainda que em processos lentos, melhoraram a QV destas crianças⁽¹⁸⁾.

Quando comparada a QVRS de crianças usuárias de IC com a de crianças usuárias de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI)⁽¹⁶⁾ ou com audição normal (AN)^(20,22,25) os estudos indicaram melhor QVRS geral das crianças usuárias de AASI⁽¹⁶⁾, bem como das crianças normo-ouvintes^(20,22,25). Crianças com IC apresentaram piores avaliações nos domínios escolar e social^(20,22,25), bem como nos domínios autoestima, bem-estar emocional, bem-estar físico, família e avaliação dos pais quando comparadas às crianças com AN⁽²²⁾. Um dos estudos evidenciou que as diferenças entre as crianças usuárias de IC e as normo-ouvintes foram pequenas e a QVRS baixa foi mais relatada pelos pais em relação às crianças⁽²⁵⁾. O papel da língua de sinais foi verificado em crianças com IC, como auxílio na comunicação⁽¹⁴⁾. É possível verificar na Tabela 4 a descrição dos estudos selecionados para a presente revisão sistemática.

DISCUSSÃO

A partir da análise dos estudos compilados, pode-se constatar que a QV das crianças deficientes auditivas melhorou/aumentou após a implantação, ou seja, o IC demonstrou ter influência positiva na QV dessas crianças^(3,14,15,19,24), corroborando o averiguado em estudos anteriores⁽²⁹⁻³¹⁾, sendo que a educação recebeu a avaliação menos positiva⁽¹⁹⁾, bem como evidenciado por outros pesquisadores⁽³¹⁾. Ademais, o IC tem potencial para melhorar também a QV de crianças com dificuldade de aprendizagem profunda e múltipla⁽¹⁸⁾ e de crianças com DD⁽¹⁷⁾.

A avaliação sob a perspectiva das próprias crianças, pesquisada em alguns estudos contidos nesta revisão sistemática⁽²³⁻²⁶⁾, é considerado o método mais representativo para avaliar a QV da população pediátrica^(32,33). Entretanto, em virtude da imaturidade linguística e cognitiva de crianças com idade inferior a oito anos, a maioria das avaliações de QV é desenvolvida para crianças com idade superior, combinada a avaliação sob a perspectiva dos pais, sendo que a concordância entre a percepção da QV pelos pais e pelas crianças pode ser baixa⁽³²⁾. Segundo Warner-Czyz⁽³⁴⁾, crianças pré-escolares que usam IC podem avaliar adequadamente sua própria QV, mas os pais oferecem uma perspectiva complementar valiosa, principalmente, sobre o bem-estar físico e sócio emocional da criança. A aplicação de questionários aos pais permite avaliar as características de QV da criança, além de estimar a QV dos próprios pais, dos familiares ou da interação entre todos eles⁽³⁵⁾. Em estudo anterior a maior confiança e a melhora nas relações sociais representam o impacto positivo do IC na vida dos usuários⁽²⁹⁾, correspondendo aos resultados de pesquisas analisadas^(3,13,14,19,21). Tais domínios (confiança e relações sociais) são os primeiros benefícios a serem relatados após o IC^(36,37).

O IC gerou melhora significativa no domínio “relações sociais” também em um grupo de 30 familiares de crianças usuárias de IC, evidenciando que houve melhora da QV dos entrevistados⁽²⁷⁾. Porém, embora estejam satisfeitas com sua QV geral, as famílias de crianças usuárias de IC apresentam inúmeras preocupações e referem a necessidade de maior apoio dos fonoaudiólogos e audiologistas, além de sugerir a necessidade de maior orientação sobre o IC e mais conhecimento por parte dos professores sobre perda auditiva e IC, dentre outros aspectos⁽²⁸⁾. A influência da idade na autoavaliação da QV relatada em algumas pesquisas^(21,25,26) corrobora com publicação anterior que considerou crianças a partir de 4 anos de idade capazes de relatar de forma confiável aspectos concretos da QVRS, enquanto que a partir de aproximadamente 8 anos de idade, as crianças podem relatar de forma segura temas mais abstratos⁽³⁸⁾.

Não foi observada relação estatisticamente significativa entre a idade de implantação e a QVRS⁽¹⁹⁾, concordando resultados de estudos anteriores⁽³⁹⁻⁴²⁾, e assim, sugerindo o benefício do IC nas QV das crianças independente da idade na implantação do IC. Além disso, outros fatores influenciadores da QV das crianças usuárias de IC foram a escolaridade

materna, o ambiente social inserido⁽²¹⁾, a maior idade no período das avaliações^(21,25), o tempo de uso de IC e a duração da reabilitação de linguagem⁽¹⁹⁾, fatores apontados também como de influência na QV, em estudos anteriores^(41,43-45). As crianças com déficits no desenvolvimento e usuárias de IC apresentam diferenças significativas de QV quando comparadas a seus pares com desenvolvimento típico⁽¹⁷⁾, isto pode ser justificado pelo fato da QV estar relacionada a melhores habilidades de linguagem^(20,21,25), as quais podem estar defasadas nestas crianças, devido aos déficits no desenvolvimento prejudicando, conseqüentemente, a QV.

A comparação entre a QV de crianças usuárias de IC e com AN, relatada em alguns estudos da presente revisão sistemática, apontou menor QV no grupo com IC^(20,22,25), corroborando o constatado por outros pesquisadores⁽⁴⁶⁾. Em contrapartida, outros estudos^(33,34) não constataram diferenças significativas na QV de crianças usuárias de IC e seus pares normo-ouvintes. Um dos estudos desta pesquisa⁽²⁵⁾ evidenciou que os pais referem QVRS preocupantemente mais baixa do que o relatado pelas próprias crianças, o que pode ser em decorrência da elevada expectativa destes, quanto aos efeitos do IC, fato evidenciado também em outro estudo⁽¹³⁾, no qual os pais apontam que os efeitos após o IC estavam abaixo das expectativas iniciais. Em consonância e justificando a percepção dos pais, Lovett et al.⁽⁴⁷⁾ evidenciaram que as crianças implantadas apresentam desempenho pior do que crianças com AN e idade auditiva média semelhante, mostrando que a implantação bilateral não restaurou as habilidades auditivas normais.

A melhora das habilidades auditivas e de linguagem foi associada em diversos estudos à melhora da comunicação, relações sociais, autoconfiança, e conseqüente QVRS^(16,,20-22,25). Tal relação direta acontece, pois o desenvolvimento lexical proporciona à criança oportunidade para melhorar sua comunicação com familiares, professores, colegas⁽²⁾. Além disso, o desenvolvimento da percepção sonora permite à criança com IC perceber ruídos e sons de fala, sem ter fadiga ou estresse⁽⁴⁸⁾, melhorando suas interações, uma vez que muitas interações sociais acontecem em condições adversas de escuta.

CONCLUSÃO

Embora a avaliação da QV de crianças usuárias de IC englobe diversas variáveis, desde fatores influenciadores até diferentes formas de avaliação, pode-se afirmar que, em geral, tal intervenção é eficiente e proporciona benefícios que favorecem o desenvolvimento global das crianças, influenciando positivamente a QVRS dessas, bem como de seus familiares.

REFERÊNCIAS

1. Archbold S, O'Donoghue GM. Ensuring the long-term use of cochlear implants in children: the importance of engaging local resources and expertise. *Ear Hear.* 2007; 28:3S-6S.

2. Morettin M, Santos MJ, Stefanini MR, Antonio F de L, Bevilacqua MC, Cardoso MR. Measures of quality of life in children with cochlear implant: systematic review. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013;79:375-381.
3. Byčkova J, Simonavičienė J, Mickevičienė V, Lesinskas E. Evaluation of quality of life after paediatric cochlear implantation. *Acta Med Litu*. 2018; 25:173-184.
4. Tanamati LF, Costa OA, Bevilacqua MC. Long-term results by using cochlear implants on children: systematic review. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2011;15:365-75.
5. Nikolopoulos H, Lloyd SM, Archbold GM, O'Donoghue. Pediatric cochlear implantation: the parent's perspective. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2001;127:363-7.
6. Huttunen K, Sorri M, Välimaa T. Parents' views of their children's habilitation after cochlear implantation. In: *Measuring the Immeasurable? Proceedings of a Conference on Quality of Life in Deaf Children*, Nottingham. Oxford: Hughes Associates; 2003.
7. Organização Mundial de Saúde [página da internet]. Qualidade de vida: OMS, 2002 [acesso em 29 de julho de 2020]. Disponível em: <https://www.who.int>.
8. Strand CV, Russell AS. WHO/ILAR Taskforce on quality of life. *J Rheumatol*. 1997; 24: 1630-3.
9. Seidl EMF, Zannon CMLC. Qualidade de vida e saúde: aspectos conceituais e metodológicos. *Cad Saúde Pública*. 2004; 20:580-8.
10. Davis E, Waters E, Mackinnon A, Reddihough D, Graham HK, Mehmet-Radji O, et al. Paediatric quality of life instruments: a review of the impact of the conceptual framework on outcomes. *Dev Med Child Neurol*. 2006;43:311-8.
11. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A (deceased), Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev*. 2015;4:1.
12. Pithon MM, Sant'Anna LIDA, Baião FCS, Santos RL, Coqueiro RS, Maia LC. Assessment of the effectiveness of mouthwashes in reducing cariogenic biofilm in orthodontic patients: a systematic review. *J Dent*. 2015; 43:297-308.
13. Almeida RP, Matas CG, Couto MIV, Carvalho ACM. Avaliação da qualidade de vida em crianças usuárias de implante coclear. *CoDAS*. 2015; 27:29-36.
14. Yorgun M, Sürmelioğlu O, Tuncer U, Tarkan O, Özdemir S, Çekiç E, et al. Quality of life in pediatric cochlear implantations. *J Int Adv Otol*. 2015; 11:218-21.
15. Liu H, Liu HX, Kang HY, Gu Z, Hong SL. Evaluation on health-related quality of life in deaf children with cochlear implant in China. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2016; 88:136-41.
16. Looi V, Lee ZZ, Loo JHY. Hearing-related quality of life outcomes for Singaporean children using hearing aids or cochlear implants. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2016; 133 Suppl 1:S25-S30.

17. Zaidman-Zait A, Curle D, Jamieson JR, Chia R, Kozak FK. Health-related quality of life among young children with cochlear implants and developmental disabilities. *Ear Hear.* 2017; 38: 399-408.
18. Speaker RB, Roberston J, Simoes-Franklin C, Glynn F, Walshe P, Viani L. Quality of life outcomes in cochlear implantation of children with profound and multiple learning disabilities. *Cochlear Implants Int.* 2018;19:162-6.
19. Zhao Y, Li Y, Zheng Z, Li J, Nie X, Jin X, et al. Health-related quality of life in Mandarin-speaking children with cochlear implants. *Ear Hear.* 2019; 40: 605-14.
20. Haukedal CL, von Koss Torkildsen J, Lyxell B, Wie OB. Parents' perception of health-related quality of life in children with cochlear implants: the impact of language skills and hearing. *J Speech Lang Hear Res.* 2018; 61:2084-2098.
21. Silva JM, Yamada MO, Guedes EG, Moret AL. Factors influencing the quality of life of children with cochlear implants. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2020;86:411-8.
22. Peker SV, Korkamz FD, Çukurova I. Quality of life and parental care burden in cochlear implanted children: A case-control study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2020; 136:110164.
23. Anmyr L, Olsson M, Freijd A, Larsson K. Sense of coherence, social networks, and mental health among children with a cochlear implant. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2015; 79:610-5.
24. Razafimahefa-Raoelina T, Farinetti A, Nicollas R, Triglia JM, Roman S, Anderson L. Self-and parental assessment of quality of life in child cochlear implant bearers. *Eur Ann Otorhinolaryngol. Head Neck Dis.* 2016; 133:31-35.
25. Haukedal CL, Lyxell B, Wie OB. Health-Related Quality of Life With Cochlear Implants: The Children's Perspective. *Ear Hear.* 2019; 41:330-43.
26. Hendriksma M, Buijnzeel H, Bezdjian A, Kay-Rivest E, Daniel SJ, Topsakal V. Quality of life (QoL) evaluation of children using cochlear implants: agreement between pediatric and parent proxy-QoL reports [published online ahead of print, 2020 Jul 9]. *Cochlear Implants Int.* 2020;1-6.
27. Ribas A, Moretti CM, Cardoso S, Almeida G, Riesemberg R, Ataide A, et al. Implante coclear e qualidade de vida: estudo com pais e familiares de crianças surdas. *Distúrb Comun.* 2017; 29: 588-95.
28. Umat C, Wahat NHA, Ross SC, Goh BV. Quality of life of parents and siblings of children with cochlear implants. *J Otol.* 2019; 14: 17-21.
29. Huttunen K, Rimmanen S, Vikman S, Virokannas N, Sorri M, Archbold S, et al. Parents' views on the quality of life of their children 2-3 years after cochlear implantation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2009;73:1786-94.
30. Fortunato-Tavares T, Befi-Lopes D, Bento RF, Andrade CR. Children with cochlear implants: communication skills and quality of life. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78:15-25.
31. Kumar R, Warner-Czyz A, Silver CH, Loy B, Tobey E. American parent perspectives on quality of life in pediatric cochlear implant recipients. *Ear Hear.* 2015;36:269-78.

32. Cremeens J, Eiser C, Blades M. Factors influencing agreement between child self-report and parent proxy-reports on the Pediatric Quality of Life Inventory 4.0 (PedsQL) generic core scales. *Health Qual Life Outcomes*. 2006;4:58.
33. Meserole RL, Carson CM, Riley AW, Wang NY, Quittner AL, Eisenberg LS, et al. Assessment of health-related quality of life 6 years after childhood cochlear implantation. *Qual Life Res*. 2014;23:719-31.
34. Warner-Czyz AD, Loy B, Roland PS, Tong L, Tobey EA. Parent versus child assessment of quality of life in children using cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2009;73:1423-29.
35. O'Neill C, Lutman ME, Archbold SM, Gregory S, Nikolopoulos TP. Parents and their cochlear implanted child: questionnaire development to assess parental views and experiences. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2004;68:149-60.
36. Kelsay DMR, Tyler RS. Advantages and disadvantages expected and realized by pediatric cochlear implant recipients as reported by parents. *Am J Otol*. 1996;17:866-73.
37. Kluwin TN, Stewart DA. Cochlear implants for younger children: a preliminary description of the parental decision process and outcomes. *Am Ann Deaf*. 2000;145:26-32.
38. Matza LS, Swensen AR, Flood EM, Secnik K, Leidy NK. Assessment of health-related quality of life in children: a review of conceptual, methodological, and regulatory issues. *Value Health*. 2004;7(1):79-92.
39. Kumar R, Warner-Czyz A, Silver CH, Loy B, Tobey E. American parent perspectives on quality of life in pediatric cochlear implant recipients. *Ear Hear*. 2015;36:269-78.
40. Schorr EA, Roth FP, Fox NA. Quality of life for children with cochlear implants: Perceived benefits and problems and the perception of single words and emotional sounds. *J Speech Lang Hear Res*. 2009; 52:141-52.
41. Wong CL, Ching TYC, Cupples L, Button L, Leigh G, Marnane V, et al. Psychosocial development in 5-year-old children with hearing loss using hearing aids or cochlear implants. *Trends Hear*. 2017; 21:2331216517710373.
42. Peixoto MC, Spratley J, Oliveira G, Martins J, Bastos J, Ribeiro C. Effectiveness of cochlear implants in children: Long term results. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77:462-68.
43. Sach TH, Barton GR. Interpreting parental proxy reports of (health-related) quality of life for children with unilateral cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007; 71:435-45.
44. Spencer LJ, Tomblin JB, Gantz BJ. Growing up with a cochlear implant: Education, vocation, and affiliation. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2012; 17:483-98.
45. Ching TY, Dillon H, Marnane V, Hou S, Day J, Seeto M, et al. Outcomes of early- and late-identified children at 3 years of age: Findings from a prospective population-based study. *Ear Hear*. 2013; 34:535-52.
46. Duarte I, Santos CC, Rego G, Nunes R. Health-related quality of life in children and adolescents with cochlear implants: Self and proxy reports. *Acta Otolaryngol*. 2014;134:881-889.

47. Lovett RES, Kitterick PT, Hewitt CE, Summerfield AQ. Bilateral or unilateral cochlear implantation for deaf children: an observational study. *Arch Dis Child*. 2010; 95:107-112.
48. Hornsby BWY, Gustafson SJ, Lancaster H, Cho SJ, Camarata S, Bess FH. Subjective fatigue in children with hearing loss assessed using self-and parent-proxy report. *Am J Audiol*. 2017; 26:393-407.

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

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 18/10/2021

Ademir Antonio Fraga Ribeiro

Centro Universitário Estadual da Zona Oeste –
UEZO

Rio de Janeiro - RJ

<http://lattes.cnpq.br/0906889769897817>

RESUMO: O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento, o grau de exigência e os requisitos necessários para alcançar a qualificação de um procedimento que autorize a soldagem de um Aço Inoxidável Austenítico *ASTM A240 TP316 L*, com a utilização de eletrodo revestido, *SMAW*, com vareta de solda, *GTAW*, na construção dos **Internos de Reatores Nucleares** para usinas nucleoeletricas, tais como suportes, guias e acessórios do Núcleo do Reator. A pesquisa divide-se em duas etapas: a de preparação da documentação técnica e a do desenvolvimento dos métodos e processos fabris utilizados na qualificação. Este trabalho delinea uma sequência com base em situações reais utilizadas por empresas de fabricação de componentes nucleares, atendendo as propriedades físicas e mecânicas exigidas nas normas classificadoras nucleares no *Código ASME III* e nos regulamentos da *Seção IX do Código ASME [3]*, concluindo-se que a premissa Segurança do Projeto, condição fundamental para a operação de uma Central Nuclear, foi atendida nesse estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Solda de aços austeníticos; Internos de Reatores Nucleares.

QUALIFICATION AND DEVELOPMENT OF THE AUSTENITICS STEEL WELDING FOR THE INTERNALS OF NUCLEAR REACTORS

ABSTRACT: The objective of this work is to present the development, the level of demand and the necessary requirements to achieve the qualification of a procedure that authorizes the welding of an Austenitic Stainless Steel *ASTM A240 TP316 L*, using a coated electrode, *SMAW*, with a welding rod, *GTAW*, to the construction of **Internals of Nuclear Reactors** in nuclear power plants, such as supports, guides and accessories of the Reactor Core. The research is divided into two stages: the preparation of technical documentation and the development of manufacturing methods and processes used in the qualification. This work outlines a sequence based on actual situations used by nuclear component manufacturing companies, meeting the physical and mechanical properties required by the nuclear classification standards in *Code ASME III* and regulations of *Section IX of the ASME Code [3]*, concluding that the Project Safety premise, a fundamental condition for the operation of a nuclear power plant, was met in this study.

KEYWORDS: Austenitic Steel Welding; Internals of Nuclear Reactor.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre os principais componentes

nucleares que compõe uma Usina Nuclear, salientam-se os pertencentes ao Circuito Primário, onde circula o líquido radioativo a uma temperatura de 280° C. Esse calor é gerado pelo fenômeno da Fissão Nuclear ocorrida no núcleo do Reator. Esse líquido se transforma em vapor superaquecido utilizado nas palhetas da turbina para provocar o movimento circular uniforme no eixo do gerador elétrico. Entre os componentes nucleares incluem-se o Reator Nuclear e seus Internos (suportes e guias dos elementos combustíveis, pastilhas de urânio, entre outros); os Geradores de Vapor; Pressurizador e a Piscina com Água Borada, onde são armazenados suportes dos elementos combustíveis (*RACKS*) com alta capacidade de neutralização da radioatividade, devido a absorção de nêutrons contida no Boro [5], conforme mostrado na Figura 1.

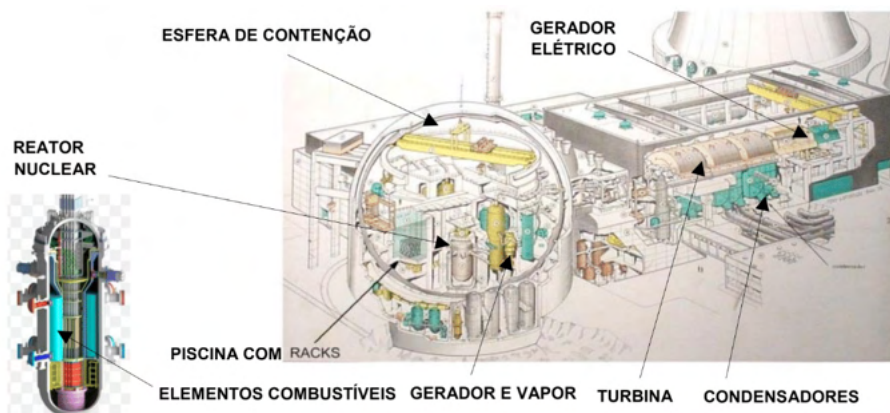


Figura 1. Vista geral de uma usina nuclear similar a Angra 2 - RJ

A finalidade deste trabalho é o desenvolvimento da qualificação da soldagem do Aço Inoxidável Austenítico, classe *ASTM A240 TP316L* verificando a influência dos processos de soldagem com eletrodo revestido, *SMAW – “Shielded Metal Arc Welding”* e com vareta de solda, *GTAW - Gas Tungsten Arc Welding*, nas propriedades micro estruturais do material, através de testes e Ensaio Destrutivos e Não Destrutivos na estrutura metalográfica do material de base dos *Internos do Núcleo do Reator*, apresentando um conteúdo prático de como os procedimentos e as seqüências de produção são executadas dentro de um “*Chão de Fabrica*” com uma tecnologia de ponta.



Figura 2. Piscina com Água Borada



Figura 3. Reator Nuclear com os Internos

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

A qualificação da soldagem do Aço Inoxidável Austenítico para componentes nucleares envolve a produção de um Corpo de Prova, “*QPS*” – *Qualificação do Procedimento de Soldagem*, simulando a união soldada, o qual deve ser realizado com as mesmas características da união entre as peças que serão soldadas no componente nuclear.

Metal de base

Para a realização do QPS foram utilizadas 03 (três) amostras com o metal de base *Aço Inoxidável Austenítico ASTM A240 TP316L*, tendo as suas características técnicas sido aferidas, mediante uma Inspeção de Recebimento da matéria prima, com o controle do recebimento registrado em Relatório de Inspeção de Recebimento e os resultados apresentado nas Tabelas 1 a 4:

| Classe | C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni | Mo | Al | Cu | PPM |
|------------|-------|------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-----------|-------|------|-----|
| AISI 316 L | 0,030 | 2,00 | ≤0,75 | 0,045 | 0,030 | 16,0 à 18,0 | 10,0 à 14,0 | 2,0 à 3,0 | 0,015 | 0,15 | 260 |

Tabela 1. Composição Química máxima do Metal de Base – fonte ASTM

| Classe | C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni | Mo | Al | Cu | PPM |
|------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-----|
| AISI 316 L | 0,024 | 1,37 | 0,45 | 0,040 | 0,005 | 17,08 | 11,09 | 2,01 | 0,015 | 0,14 | 257 |

Tabela 2. Composição Química máxima do Metal de Base – Certificado ACESITA

| Resis à Tração | Força Rendim | Anlongamento | Dureza Max | Dobram Frio |
|----------------|--------------|----------------|------------|-------------|
| 485 MPa | 170 MPa | 40 % (Sç 50mm) | 95 RB | Não Necess |

Tabela 3. Requisitos de Resistência Mecânica do Metal de Base conforme ASTM

| Resis à Tração | Limite Escoam | Elongamento | Dureza Max | Dobram Frio |
|----------------|---------------|----------------|------------|-------------|
| 604 MPa | 301 MPa | 60 % (Sç 50mm) | 68 RB | Não Necess |

Tabela 4. Resistência Mecânica do Metal de Base – Certificado ACESITA

Cada uma das amostras se divide em duas metades com as dimensões de 200 mm x 455 mm, espessura de 12,5 mm, conforme a Figura 4, em função da quantidade de corpos de prova a serem realizados, em cada amostra.

Metal de adição

O metal de adição utilizado para a soldagem das uniões entre os materiais de base foi a vareta de solda Böhler EAS 2-IG / ER 308L, classificação E308L-17, na soldagem da raiz SD1, Figura 5, selecionada conforme parâmetros descritos no Plano de Solda - PS, Tabela 9 e as recomendações da AWS A5.9 [4]. Essa vareta apresenta uma boa resistência à corrosão, com um baixo teor de carbono, o que torna esta liga recomendada contra o risco de Corrosão Inter-granular, como nos casos de trabalho a altas temperaturas, não superior a 350 ° C. Essa liga é amplamente utilizada em indústrias químicas, nucleares, alimentos, tubulações para caldeiras e em uniões de aços inoxidáveis com Cr de no máximo de 18% e Ni maior de 8% e baixo teor de carbono. Veja as composições químicas e resistências descritas nas Tabelas 5 e 6:

| CLASSE | C | Mn | Si | Ni | Cr | Mo | Cu | N | Ferrita |
|--------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|---------|
| ER308L | 0,08 | 7,0 | 0,90 | 8,10 | 18,7 | 0,2 | 0,15 | 0,05 | 9 |

Tabela 5. – Composição química da vareta Böhler EAS 2-IG / E308L

| CLASSE | Limite Resist | Limite Escoamto | Alongamento |
|--------|---------------|-----------------|-------------|
| ER308L | 480 MPa | 610 Mpa | 36% |

Tabela 6. – Resistência Mecânica da vareta Böhler EAS 2-A / ER308L

Na execução da soldagem de enchimento do chanfro SD2, Figura 5, o material de adição estabelecido pela norma AWS A5.4 e nas exigências do Plano de Solda da Tabela 9 foi o *eletrodo revestido* Böhler FOX EAS 2-A / 308L-17. Esse eletrodo é composto de arame cromo-níquel com uma boa resistência à corrosão. Sua liga tem um baixo teor de carbono, que o torna particularmente recomendado quando houver risco de Corrosão Inter-granular. Possui revestimento otimizado para soldagem nas posições verticais ascendentes, 3g,

plana, 2g e sobre cabeça, 4g, em aços inoxidáveis austeníticos. Esta liga do material de adição é, igualmente, muito utilizada nas indústrias químicas, nucleares e de processamento de alimentos, bem como em tubulações, tubos e caldeiras, com temperaturas de trabalho não superiores a 350 ° C e, ainda, para união de aços inoxidáveis com Cr de no máximo 18% e Ni maior de 8%, conforme as composições químicas e resistências mecânicas abaixo descritas:

| CLASSE | C | Si | Mn | Cr | Mo | Ni |
|--------|------|------|------|-------|----|------|
| ER308L | 0,03 | 0,90 | 0,80 | 19,30 | - | 10,0 |

Tabela 7. Composição química eletrodo revestido FOX EAS 2-A / E308L-17

| CLASSE | Limite Resist | Limite Escoamto | Alongamento |
|----------------------|---------------|-----------------|-------------|
| Rutílico E308L-17 | 580 MPa | 430 Mpa | 45% |

Tabela 8. Resistência Mecânica do eletrodo BÖHLER EAS 2-IA / E308L

2.2 Montagem das amostras

As Amostras e os testes para a qualificação do QPS devem ser fabricados conforme os requisitos estabelecidos nos planos de construção nuclear, e normas de fabricação e qualificação de procedimentos de soldagem nos processos *GTAW / SMAW*, grupo P8G1, conforme as normas e regulamentos abaixo relacionados:

- 1) Regras da Seção IX do Código ASME VIII [1];
- 2) Boiler and Pressure Vessel Code, Edição 2010;
- 3) Seção II, Parte A, especificação AS-240 e Seção II, Parte C;
- 4) especificações SFA-5.9;
- 5) ASTM (Sociedade Americana de Testes e Materiais), A 262; A370;
- 6) KTA Standards (KernTechnische Ausschuss) 11408 (2015 edition);
- 7) AWS (Sociedade Americana de Soldagem), A4.2;
- 8) Regulamentos e normalização *do Código ASME III*;
- 9) Instruções Técnicas de Requisitos de Soldagem; Recebimento de materiais; Recebimento de Consumíveis; Ensaio Radiográficos, Procedimentos para Ensaio Visuais; Ensaio de Líquido Penetrante; Marcação e Preparação de Corpos de Prova, todas elaboradas pelo próprio fabricante, com base nas especificações técnicas do Código ASME III e nas de operação do Cliente, aprovadas pela Agência Inspectora Independente.

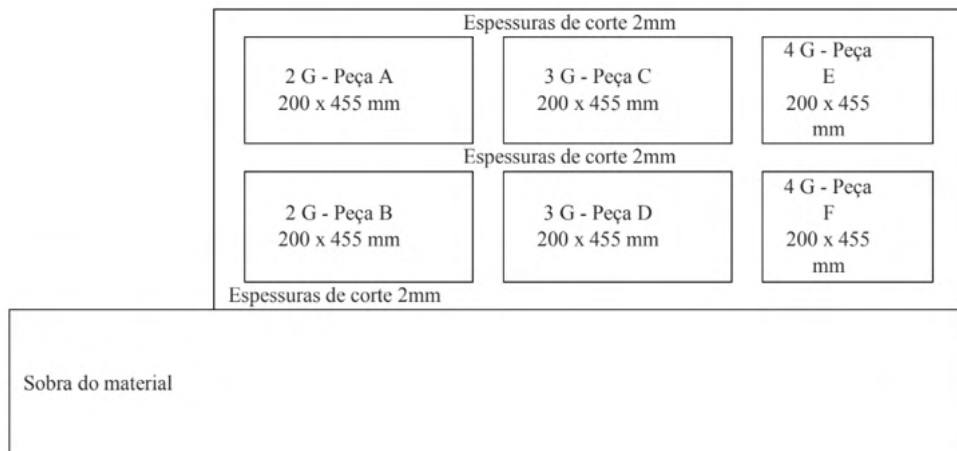


Figura 4. Plano de Corte - PC, das amostras para a qualificação do procedimento.

A Figura 4 apresenta o Plano de Corte dos seis pedaços que compõe as três amostras, em *Aço Inoxidável Austenítico ASTM A240 TP316L*, com 12mm ($\frac{1}{2}$ " de espessura e dimensões de 200 mm de largura, por 455 mm de comprimento, obtidas pelo processo de corte à Plasma, com a geometria do bisel de solda sendo usinada conforme a Figura 5:

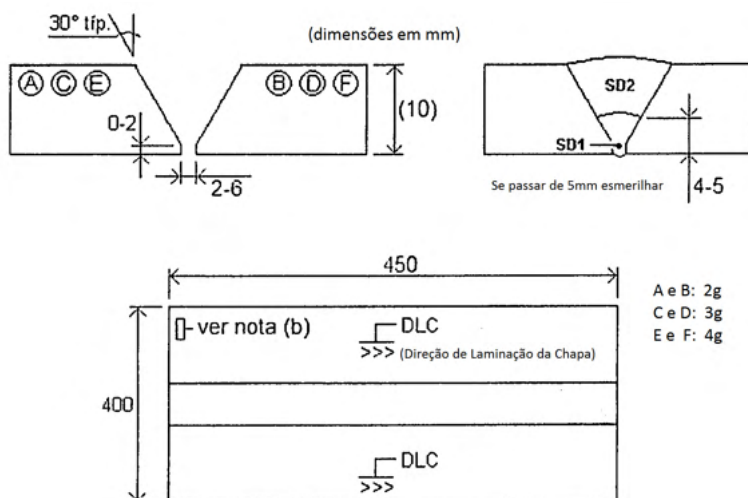


Figura 5. Corpo para Testes do QPS – Raiz SD1 e enchimento SD2

2.3 Soldagem das amostras

A montagem das juntas a serem soldadas foi realizada segundo as orientações

contidas no Plano de Soldagem da Tabela 9, abaixo descrita e das normas e códigos pertinentes:

| PLANO DE SOLDAGEM | | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| PARÂMETROS | GTAW | SMAW |
| Sequência de deposição (Figura 3) | SD1 | SD2 |
| METAL DE ADIÇÃO: | | |
| Fabricante | EAS 2-IG / ER 308L | FOX EAS 2-A / 308L-17 |
| Nome Comercial | Bhöler | Bhöler |
| F-N° e A-N°. | 6 e 8 | 5 e 8 |
| Diâmetro | 1,6 – 2,4 | 2,5 – 3,2 – 4,0 (°) |
| Especificação | SFA-5.9 | SFA-5.4 |
| Classificação AWS | ER308L | E308L-17 |
| Tipo de produto | Arame sólido | Eletrodo revestido |
| Espessura do metal depositado | 4 - 5 | 7 - 8 |
| Posições de Solda | ver Figura 3 | ver Figura 3 |
| Progressão | Ascendente | Ascendente |
| Preaquecimento mínimo (°C) | 20° | 20° |
| Entre passe máximo (°C) | 150° | 150° |
| Tratamento Térmico | Não necessário | Não necessário |
| Gás de proteção | Ar ≥ 99,997 / 10-16 | - |
| Gás de purga | Ar ≥99,997 / 7-20 * | - |
| Calor aportado (kJ/cm) | ≤ 15 (²) | ≤ 15 (²) |
| Corrente e polaridade | CC - | CC + |
| Amperagem | (³) | (³) |
| Voltagem | 10-16 (³) | 20 - 30 |
| Velocidade de soldagem | (³) | (³) |
| Eletrodo de tungstênio (SFA-5-12) | EWTh-2 | - |
| Diam do eletrodo de tungsto - mm | 2,4, ou 3,2 | - |
| TÉCNICA: | - | - |
| Cordão tipo | Reto, ou trançado | Reto, ou trançado |
| Diam Interno do bocal de gás - mm | 8 à 12 | |
| Método de limpeza | Escovam, esmerilh (⁴) | Escovam, esmerilh (⁴) |
| Método de escavação | Usinagem | Usinagem |
| Oscilação | Não | |
| Passes múltiplos, simples por lado | Múltiplos | Múltiplos |

| | | |
|-------------------------------------|---------|---------|
| Eletrodo simples, ou múltiplo | Simples | Simples |
| Manual, mecaniz, semiautom, automat | Manual | Manual |
| Martelamento | Não | Não |
| Uso de Processos Térmicos | Não | Não |

(*) Manter a purga até a completa deposição da primeira camada de SD2 (SMAW)
 (²) Variável não essencial, apenas como referência
 (³) Valores da A e V para escolha pela velocidade de soldagem, em função do aporte
 (⁴) Escova somente de aço inoxidável austenítico e esmeril de óxido de alumínio, livre de ferro

Tabela 9. Plano de Solda – PS, com todos os Parâmetros exigidos pelas normas

| SMAW | | | | | | GTAW | |
|----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| Ø 2,5 mm | | Ø 3,2 mm | | Ø 4,0 mm | | A | Vel mín. (cm/min) |
| A | Vel mín. (cm/min) | A | Vel mín. (cm/min) | A | Vel mín. (cm/min) | | |
| 60-70 | 8,4 | 80 - 90 | 10,8 | 110 - 120 | 14,4 | 60-90 | 5,8 |
| 70-80 | 9,6 | 90 - 100 | 12,0 | 120 - 130 | 15,6 | 90 - 110 | 7,0 |
| 80-90 | 10,8 | 100 - 110 | 13,2 | 130 - 140 | 16,8 | 110 - 130 | 8,5 |
| 90-100 | 12,0 | 110 - 120 | 14,4 | 140 - 150 | 18,0 | 130 - 150 | 9,5 |
| | | | | | | 150 - 180 | 11,5 |
| | | | | | | 180-210 | 13,4 |

Tabela 10. Amperagem em função das velocidades de soldagem e do aporte de calor



Figura 6. Corte das Chapas das amostras e preparação para a soldagem dos QPS's



Figura 7. Máquinas TIG com fonte inversora pulsada DC e Máquina arco elétrico SMAW.

A qualidade dos equipamentos de soldagem, a preparação da montagem e a usinagem da geometria dos biséis [5], é mostrada nas Figuras 6, 7, e 8:



Figura 8. Soldagem das amostras utilizadas para a retirada dos corpos de prova do QPS

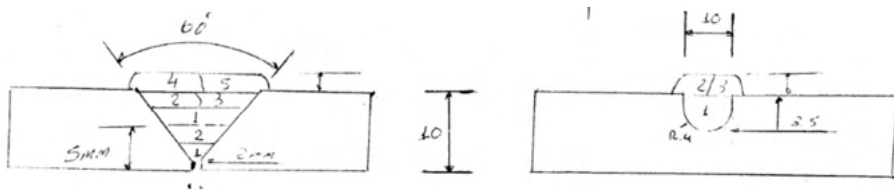


Figura 9. Sequência de soldagem dos cordões pertencentes ao SD1 E SD2

A sequência de deposição dos cordões, Figura 9, foi definida visando o aproveitamento da temperatura do cordão depositado de forma sobreposta e imediatamente ao cordão anterior, aplicando um revenimento no material de adição com o objetivo de corrigir a tenacidade e a dureza excessiva, conseguindo-se, com isso, um aumento na tenacidade da união soldada [3].

2.4 Ensaios

ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS:

- a. aV (Verification) transferência da marcação de origem das chapas;
- b. VT (Visual Test) extremidades dos chanfros, montagem e soldagem;
- c. DT (Dimensional t) extremidades das chapas, montagem e soldagem;
- d. PT (Penetrant Test) líquido penetrante dos chanfros e das soldas;
- e. S (Supervision Test) durante a execução da soldagem;
- f. RT Radiography Test - Raio X em 100% da junta soldada.

ENSAIOS DESTRUTIVOS :

- g. V da transferência da marcação de origem para corte dos CP's;
- h. VT / DT / PT antes e após o corte dos corpos de prova;

- i. Metalografia, Macrografia e Micrografia no volume de solda;
- j. Ferrita Delta no volume de solda;
- k. Tração Transversal dos 03 corpos de prova das juntas soldadas;
- l. Dobramento dos 03 corpos de prova das juntas soldadas;
- m. Corrosão Intergranular.

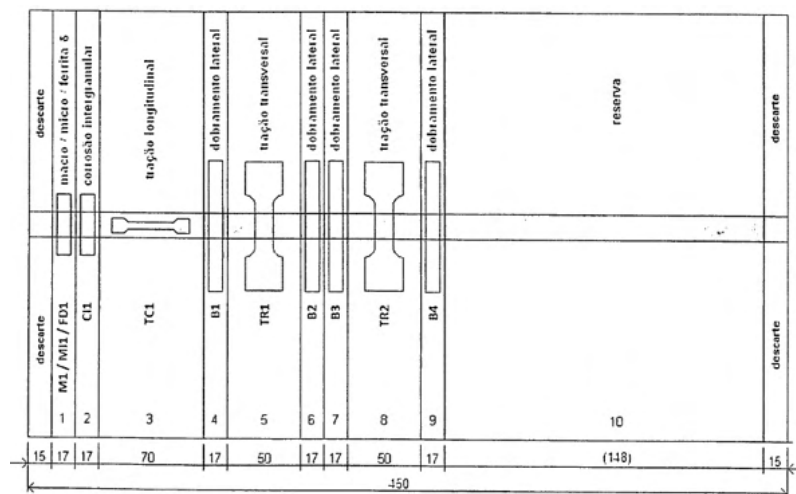


Figura 10. Layout da retirada dos Corpos de Prova (CP's) das amostra (unidades em mm)

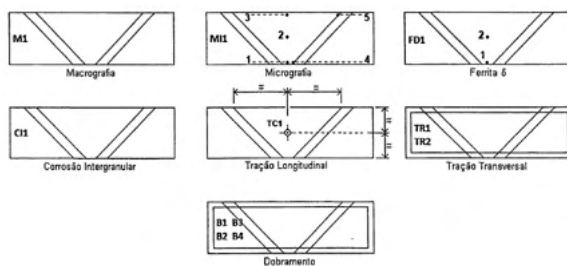


Figura 11. Localização dos CP's destinados a Ensaios Metalográficos



Figura 12. Usinagem e Preparação dos CP's



Figura 13. CP's de Trações, Dobramentos

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização dos testes exigidos, tais como Líquido Penetrante (LP), Visual (VT); Tração Transversal; Dobramento; Macrografia e Micrografia; Corrosão Intermetálica; Ferrita Delta e, em especial, o de Raio X (RT) detalhado na Figura 14, todas as amostras tiveram os seus resultados aprovados conforme os critérios previstos pela norma CNEN 1.16 e Seção 10 do Código ASME IX:

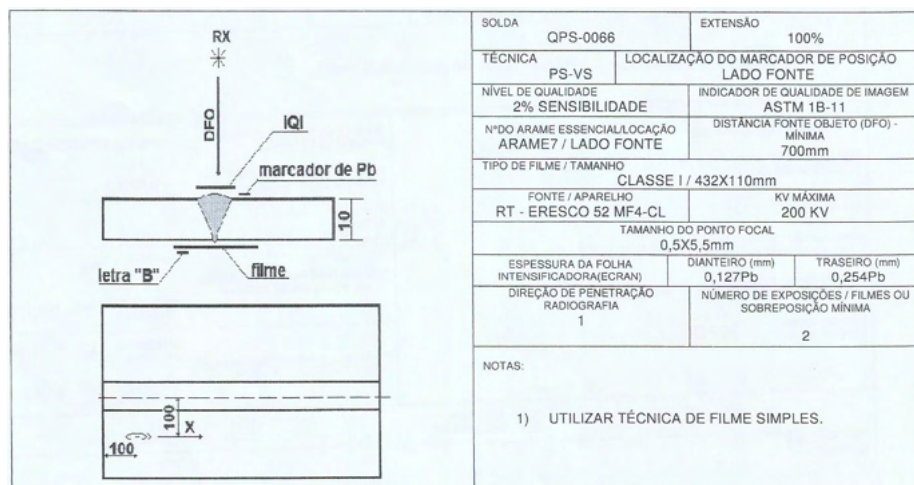


Figura 14. Teste de RT (Raio X). As três juntas soldadas consideradas "Aprovadas".

Os ensaios Metalográficos foram compostos com macrografias, micrografias, ferrita delta e ensaio de corrosão intermetálica, com aumentos de 200x, sem descontinuidades superficiais e penetração adequada (Figuras 15 a 17):

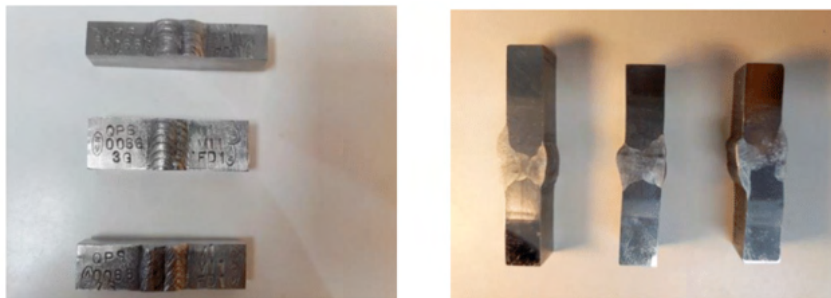


Figura 15. Macrografia das amostra A-B C-D e E-F, respectivamente

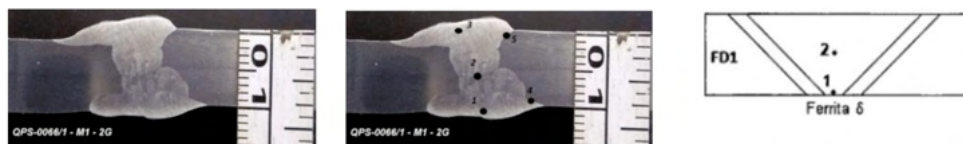


Figura 16. Amostra MI1-2g - Ensaio Metalográfico, Seção transv com as localizações das micrografias e Ferrita Delta. Valor AWS A4.: FN \geq 5. Aprov.com Ponto 1: 5,6FN; Ponto 2: 5,5FN.

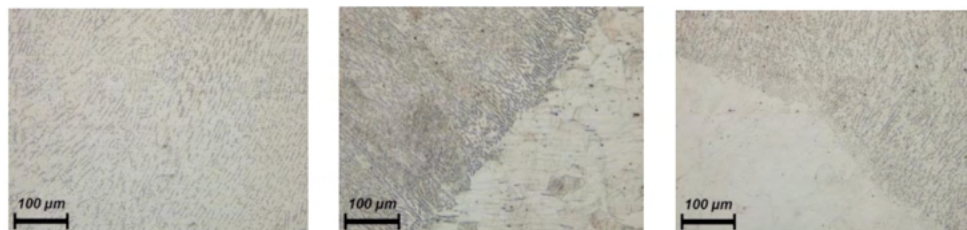


Figura 17. Ferrita Delta em matriz austenítica, Instrum MO1 - Transição do metal de base/adição. Aumento 200x. Instrum. FERRITOSCÓPIO FISHER FMP30C Padrões N1-1024

4 | CONCLUSÃO

Ao final do desenvolvimento deste procedimento de soldagem, conclui-se que todas as amostras apresentaram resultados satisfatórios nos ensaios destrutivos e não destrutivos sem descontinuidades superficiais, ou defeitos no volume de solda, demonstrando que os critérios estabelecidos na escolha dos parâmetros de soldagem, máquinas e equipamentos, processos operacionais adotados e na preparação dos ensaios contribuíram para a **aprovação do emprego do Aço Inoxidável Austenítico ASTM A240 TP316L e seus consumíveis, para aplicação na soldagem de componentes nucleares pertencentes aos Internos do Reator Nuclear do Circuito Primário de Usinas Nucleares.**

Os valores dos ensaios de Tração Transversal (segundo ASTM A370), obtidos com 35% acima do Limite de Resistência, bem como os de Dobramento e mecanográficos sem nenhuma descontinuidade em todos os Corpos de Prova (CP's), demonstram o pleno atendimento dos requisitos mínimos estabelecidos pelas normas e especificações técnicas dos construtores de instalações núcleo geradoras.

REFERÊNCIAS

- 1 AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS - ASME, BPVC - Boiler and Pressure Vessel Committee, **Specification for P-Numbers Groups for Stainless Steel QW/QB-422 – Ferrrous/Nonferrous Base metal qualification** (SA-210). In: Section IX and III, 2010. AWS 5.5, **Specification for Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding**, 2014.
- 2 AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS, “**Austenitic Chromium-Nickel Stainless Steel**”. In: **Metals and their Weldability**, 6 ed., v. 4, chapter 65, *Welding Handbook*, Len Griffing, Miami, Florida, USA, 1972.
- 3 CASTNER, H. R. “**What You Should Know About Austenitic Stainless Steel**”, *Welding Journal* vol. 72, n. 4, pp. 53-59, Apr. 2002.
- 4 CASTRO, R. e CADENET, J. J., “**Welding Metallurgy of Stainless and Heat-Resisting Steels**”. 1 ed. Cambridge, England, Cambridge University, 1975
- 5 CODERRE J. **Derivation of the radiation produced during boron neutron capture irradiation**, Intl J Radiat Biol Phys, 1993; 27: 1121-1129.

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

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 07/10/2021

Wendy Daniel Martínez

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, Coordinación de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Animación y Efectos Visuales
Pachuca - Hidalgo
<https://orcid.org/0000-0002-4455-940X>

Luis Alejandro Santana Valadez

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, Coordinación de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Animación y Efectos Visuales
Pachuca - Hidalgo
<https://orcid.org/0000-0003-1561-020X>

RESUMEN: Diariamente en el mundo se genera un gran volumen de datos en todos los ámbitos: educativo, ciencia e investigación, industria, comercio, entre otros. El reto actual en TI es crear metodologías y técnicas de análisis para extraer información de enormes bases de datos; esto ha propiciado que Big Data y la Minería de Datos se hayan convertido en una tendencia a nivel mundial. En este artículo se explora el concepto de Big Data y cómo se generan los zettabytes de datos todos los días en la sociedad. Asimismo, se analiza el trabajo conjunto de Big Data con el proceso de minería de datos para obtener información valiosa en la toma de futuras decisiones. También se revisa el impacto

social generado por estas disciplinas junto con la cuarta revolución industrial, pero por otro lado, se analiza la regulación legal actual que asegura la información propiedad de los individuos u organizaciones.

PALABRAS CLAVE: Big data, minería de datos, análisis de datos, Apache Hadoop.

ABSTRACT: Every day in the world a large volume of data is generated in all areas: education, science and research, industry, commerce, among others. The current challenge in IT is to create methodologies and analysis techniques to extract information from huge databases; this has led Big Data and Data Mining to become a worldwide trend. This article explores the concept of Big Data and how zettabytes of data are generated every day in society. It also analyzes the joint work of Big Data with the data mining process to obtain valuable information for future decision making. It also reviews the social impact generated by these disciplines along with the fourth industrial revolution, but on the other hand, it analyzes the current legal regulation that ensures the information owned by individuals or organizations.

KEYWORDS: Big data, data mining, data analysis, Apache Hadoop.

1 | INTRODUCCIÓN

La revolución digital del Big Data está marcando el inicio de una era de información en donde la manipulación de volúmenes enormes de datos implica conocer también nuevas

plataformas tecnológicas y metodologías para recopilar, analizar y generar datos valiosos para áreas de aplicación con un alto impacto. La minería de datos para el Big Data es una de las técnicas de análisis que ha tenido una evolución muy interesante, la cual se integra en este artículo para su descripción. Finalmente, no podemos dejar a un lado las regulaciones respecto al uso y privacidad de los datos de las personas, que deberán crearse y evolucionar como el Big Data para ser efectivas al interior de los países y de las empresas.

2 | LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Hablar de revolución industrial, implica un cambio globalizado en muchos sentidos, impactando en la visión de la sociedad sobre los sistemas tecnológicos, económicos y sociales en la industria en base a los hechos más trascendentes que sucedan en esa época. Desde la incipiente ingeniería y tratamiento del metal en la 1era. Revolución, pasando por la ingeniería de combustión, electricidad y líneas de producción de la 2da. Revolución, llegamos a la nanotecnología, biotecnología, nuevos materiales y reciclaje de la 3era. Revolución. El inicio de la 4ta. Revolución lo ha marcado la aplicación del internet de las cosas, sistemas cyber físicos y las redes de integración total de procesos de producción, productos y servicios; ya estamos inmersos en ésta. En la figura 1 se muestra la cronología de las cuatro revoluciones en base a las tecnologías que las representa claramente.

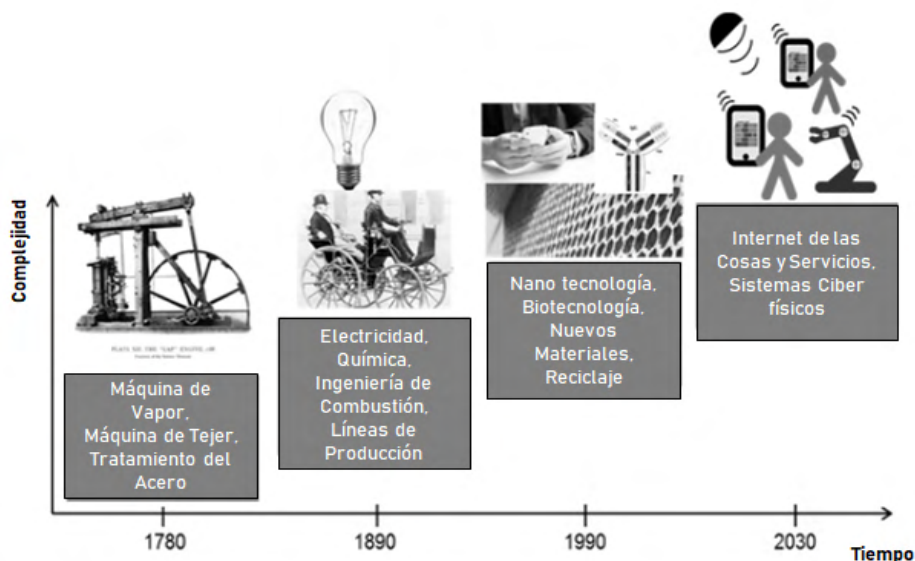


Figura 1. Cronología sobre tecnologías clave en las revoluciones industriales

Como lo comenta Dombrowski (2014), la Revolución actual se caracteriza por un alto nivel de complejidad donde ahora los sistemas registran y producen información para transmitirla a velocidades cada vez mayores; con la integración de redes de tecnologías de información y sistemas cyber físicos, el objetivo principal descentralizar los procesos de decisión y auto-control de sistemas técnicos para cumplir con la definición de ‘fábricas inteligentes’, en donde numerosos sensores pueden detectar fallas o validar tiempos de producción, para actuar de forma autónoma. Este ejemplo descubre la realidad que tenemos y tendremos que resolver a corto plazo: la generación de volúmenes enormes de información, variada en su origen y que ahora forma parte de un ciclo sin fin de auto generación inteligente.

El Big Data

En base al planteamiento de De Mauro (2016), sugiere que la definición de Big Data debe referirse a la naturaleza de la “información activa” que no depende de un campo de aplicación específico y que además, necesitamos de tecnología y métodos que nos permitan explotar la variedad de un alto volumen de datos a una gran velocidad, para traducir la información en valor que sea útil para las personas y la industria globalizada.

Se genera la siguiente definición de Big Data basada esencialmente en el análisis de las funciones descritas: “Big Data es un conjunto de técnicas y tecnologías que requieren nuevas formas de integración para descubrir grandes valores ocultos de grandes conjuntos de datos que son diversos, complejos y que se miden con una escala de tamaño masivo”. Russom (2011) propone describir el Big Data con las 3v’s: volumen, variedad y velocidad. Targio (2015) propone sus4v’s: volumen, variedad, velocidad y valor. Finalmente Fan (2012) contempla las 5v’s: volumen, variedad, velocidad, valor y variabilidad para describir el Big Data. En la figura 2 se muestra la integración de las 5v’s que actualmente se aplican conforme a su definición base:

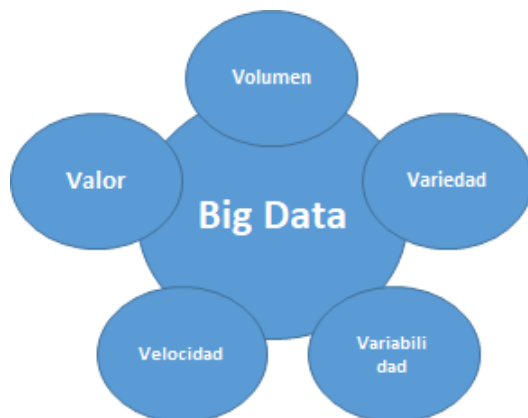


Figura 2. Las 5v’s de Big Data

Integrando los conceptos clave de las 4v's, se pueden definir cada una de ellas como sigue: Volumen, se refiere a todos los tipos de datos generados de diferentes fuentes y que continúa expandiéndose. Variedad son los diferentes tipos de datos recolectados vía smartphones, sensores o redes sociales, por ejemplo imágenes, video, texto, audio, bitácoras de datos, ya sea en formatos estructurados o no estructurados. Velocidad, es la magnitud de transferencia de datos, derivado de que los datos constantemente cambian por la absorción de colecciones complementarias en tiempo real y de diferentes fuentes. Variabilidad, se refiere a las reglas que rigen los cambios y la evolución de los datos, las cuales dependen de la tecnología para recopilarlos, almacenarlos y distribuirlos. Valor, es el aspecto más importante, ya que se refiere a los procesos utilizados para descubrir valores ocultos muy valiosos de grandes volúmenes de datos generados rápidamente.

Comprendiendo la definición y componentes clave del Big Data, se debe entender ahora la magnitud real que tienen los datos que se recopilan y los métodos analíticos que se aplican, abriendo un mundo de posibilidades, tan complejas como la necesidad de generar valor de grandes volúmenes de información. A continuación se mencionan las problemáticas más importantes y herramientas actuales para generar y mantener el Big Data.

Generar y mantener el Big Data

No es ningún secreto que en la investigación y aplicaciones del Big Data en el mundo, la industria está por delante de la academia en base a los argumentos de Jin (2015). Se citará el ejemplo de la empresa de comercio globalizado alibaba.com, reveló en marzo de 2014 que su centro de datos ha almacenado más de 100 petabytes de datos procesados, equivalente a 100 millones de películas de alta resolución. En China, durante el pasado 11 de noviembre con el festejo del “día de los solteros”, alibaba.com obtuvo 9.3 mil millones en ventas, que corresponde a alrededor de 278 millones de pedidos. Solo para este evento anual de compras, alibaba.com desarrolló una plataforma en tiempo real para el procesamiento de datos llamada Galaxy, con la capacidad de manejar 5 millones de transacciones por segundo, generando un promedio de procesamiento diario de aproximadamente 2 petabytes. Los casos de la industria al día de hoy son cientos, es por eso que tienen más éxito con las diferentes estrategias para generar el Big Data porque tienen dos fuerzas impulsoras esenciales en común: realmente necesitan poseer grandes datos en tiempo real y también tienen los requerimientos bien claros para hacer un uso óptimo de los datos recopilados del orden de petabytes o exabytes.

Problemas del Big Data

Otras aplicaciones del Big Data se encuentran en disciplinas científicas como la astronomía, la ciencia atmosférica, la medicina, la genómica, biología, biogeoquímica y otras investigaciones complejas e interdisciplinarias. También tiene un alto impacto al aplicarse la web Big Data en la informática social (que incluye el análisis de redes sociales,

comunidades en línea, sistemas de recomendaciones, sistemas de reputación y mercados de predicción, así como el análisis de textos, imágenes y documentos de Internet; además de la indexación de búsquedas en Internet). Debemos contemplar también la generación de datos masivos con los innumerables sensores a nuestro alrededor, que generan en tiempo real un volumen impresionante de datos. Por ejemplo, los sistemas de transporte inteligente que se basan en el análisis de grandes volúmenes de datos complejos de sensores. El comercio electrónico a gran escala requiere una gran cantidad de datos, clientes y transacciones. Los ejemplos mencionados sobre la aplicación del Big Data son solo algunos entre los principales, plantean los dos problemas siguientes: 1) ¿El mundo está preparado para almacenar datos del orden de exabytes o zettabytes para uso diario?, y 2) ¿Tenemos la capacidad de procesamiento de transacciones que requieren el volumen de datos mencionado? En la figura 3, Chen (2014) hace una comparativa sobre las magnitudes de almacenamiento y procesamiento que se tenían en el 2007 lo cual deja entrever la necesidad de tener plataformas de arquitectura distribuida, que puedan dar solución a las problemáticas mencionadas y que además, evolucionen con el Big Data.

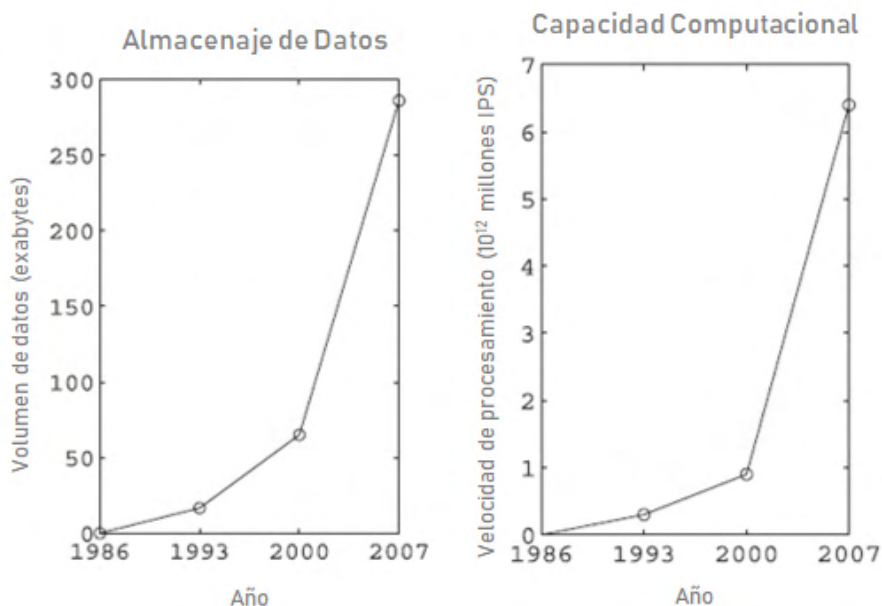


Figura 3. El incremento del tamaño de datos ha sobrepasado la capacidad computacional

Herramientas de Big Data: técnicas para análisis de datos

Hasta ahora, los científicos y la industria de Tecnologías de la Información han desarrollado una amplia variedad de técnicas y tecnologías para capturar, seleccionar, analizar y visualizar Big Data; las cuales entrelazan una serie de disciplinas que incluyen:

informática, economía, matemática, estadística y otras especialidades. No hay mejor opción: se necesitan métodos multidisciplinares para el descubrimiento, generación y manipulación del Big Data.

Las herramientas y plataformas actuales para manejar el Big Data se concentran en tres clases: a) procesamiento por lotes, b) procesamiento de flujo de datos y c) análisis interactivo. La mayoría de las herramientas de procesamiento por lotes y procesamiento de flujo de datos se basan en la infraestructura Apache Hadoop, como Mahout y Dryad, aplicándose también para el análisis en tiempo real de los flujos de datos. Storm y S4 son buenos ejemplos para plataformas analíticas de transmisión de datos a gran escala. Los procesos de análisis interactivo permiten a los usuarios realizar su propio análisis de información, ya que directamente se puede conectar a la computadora y puede interactuar con ella en tiempo real. Los datos se pueden revisar, comparar y analizar en formato tabular o gráfico o ambos al mismo tiempo. Dremel y Apache Drill de Google son algunas plataformas de Big Data basadas en análisis interactivos. En la figura 4 se muestra el resumen de las herramientas y técnicas de Big Data; de las cuales profundizaremos la técnica de Minería de Datos, para el análisis de patrones de información.

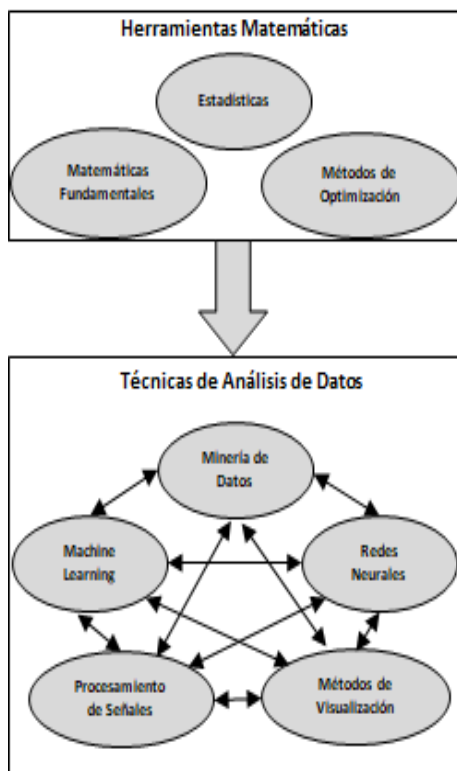


Figura 4. Herramientas y Técnicas de Big Data

3 I BIG DATA Y MINERÍA DE DATOS PARA ANÁLISIS DE PATRONES DE INFORMACIÓN

Vamos a partir del siguiente hecho real: debido al gran tamaño y complejidad del Big Data, actualmente ya no podemos gestionar con nuestras metodologías y herramientas de minería de datos la información que cumple las 5v's. La minería de Big Data (Big Data Mining) es la capacidad de extraer información útil de estos grandes conjuntos o secuencias de datos, que debido a su volumen, variabilidad y velocidad, antes no era posible hacerlo. El desafío del Big Data está convirtiendo en una de las oportunidades más emocionantes para los próximos años.

Revisemos los siguientes números sorprendentes sobre los datos generados por el uso de Internet y las plataformas de redes sociales: cada día Google tiene más de mil millones de consultas por día, Twitter tiene más de 250 millones tweets por día, Facebook tiene más de 800 millones de actualizaciones por día y YouTube tiene más de 4 mil millones de visitas por día. Los datos producidos hoy en día se estiman en el orden de zettabytes y está creciendo alrededor del 40% cada año. Debemos agregar la realidad de que se generará una nueva gran fuente de datos desde dispositivos móviles, por lo que empresas como Google, Apple, Facebook, Yahoo y Twitter están comenzando a mirar cuidadosamente estos datos para encontrar patrones útiles sobre la mejora de la experiencia del usuario, es decir, lo valioso será saber qué hacen los usuarios, y no lo que dicen que hacen. Se necesitarán nuevos algoritmos y nuevas herramientas para encontrar estos patrones.

Herramientas para el Big Data Mining

El fenómeno Big Data está intrínsecamente relacionado con la Revolución de software de código abierto. Grandes empresas como Facebook, Yahoo!, Twitter, LinkedIn se han beneficiado y también han contribuido en proyectos de código abierto. Uno de los más importantes es el desarrollo de la infraestructura del Big Data con Hadoop llamada Apache Hadoop, es un software para distribución intensiva de datos basada en la programación del modelo MapReduce y el sistema de archivos distribuido llamado Sistema de Archivos distribuidos de Hadoop (HDFS). Hadoop permite escribir aplicaciones que procesan rápidamente grandes cantidades de datos en paralelo para grandes grupos de cómputo. MapReduce divide el conjunto de datos de entrada en subconjuntos independientes que son procesados y mapeados por tareas en paralelo. Este mapeo finalmente es tratado por un proceso de reducción de tareas para la salida de datos.

En la Minería de Big Data hay muchas iniciativas de código abierto. Las más populares son las siguientes: Apache Mahout, que es una plataforma de aprendizaje automático escalable con software de código fuente abierto para minería de datos basado en Hadoop. Tiene implementados algoritmos de aprendizaje y minería de datos distribuida: clustering, clasificación, filtrado colaborativo y frecuencia de patrones. MOA y Vowpal Wabbit son otros ejemplos de aprendizaje lineal, vía aprendizaje en paralelo que utiliza esta plataforma. Los

datos siempre evolucionan con el tiempo, por eso es importante que las técnicas de Minería de Big Data deben poder adaptarse y en algunos casos, evolucionar antes que los datos.

4 | ÁREAS DE APLICACIÓN DE BIG DATA CON ALTO IMPACTO

Cuidado de la Salud

El Big Data desde su concepción y aplicación hace más de una década, ha tenido un impacto cada vez mayor en los sectores más importantes de las sociedades actualmente: Económico, Político, Industrial, Ecología, Ciencia Geoespacial entre muchas otras. El campo médico no es una excepción aun cuando ha tenido un retraso inusual: la naturaleza de la información en múltiples formatos no estructurados y basados en texto variable.

En base a la afirmación de Murdoch (2013) sin embargo, la atención médica se ha retrasado en la adopción de nuevas técnicas para aprovechar la valiosa información contenida en los Registros de Salud Electrónicos (EHR – electronic health records). Pero en donde ya se han generado técnicas efectivas en el tema de prestación de servicios médicos es en el procesamiento del lenguaje natural estampado en documentos de texto, para lograr diseminar el conocimiento. Existen varias barreras importantes para la difusión y adopción del Big Data en el cuidado de la salud y la atención de pacientes. Pareciera que no hay fuertes incentivos para su uso dentro de los centros de investigación clínicos u hospitales. Lo mismo podría decirse del servicio médico de los pacientes hace 10 años, Big data tiene el potencial de transformarla práctica del servicio médico mediante el uso de información generada todos los días para mejorarla calidad y eficiencia de la atención de los pacientes.

Análisis Geoespacial

De acuerdo con Lee (2015), los datos geoespaciales siempre han sido enormes. En estos días, el análisis de Big Data para este campo está recibiendo una gran atención para permitir a los usuarios analizar grandes cantidades de datos, ya que típicamente, los datos espaciales exceden la capacidad de los sistemas informáticos actuales. El Instituto Global McKinsey afirma que el volumen de datos sobre la ubicación personal estaba en el nivel de 1 petabyte en 2009 y está creciendo a una tasa del 20% por año. Esta estimación no incluía los datos de los sensores RFID y los almacenamientos de datos privados. Según la estimación realizada por la Iniciativa de las Naciones Unidas sobre la Gestión Global de la Información Geoespacial (UN-GGIM), se generan 2.5 quintillones de bytes de datos todos los días, y un gran porcentaje estos datos son sobre la ubicación personal. En Google, se generan alrededor de 25 petabytes de datos por día, y una parte significativa de los datos cae en el ámbito de los datos espacio-temporales. Esta tendencia se acelerará incluso, ya que el mundo se vuelve cada vez más móvil en estos días. Además, se han desarrollado plataformas de Big Data como Hadoop, Hive y MongoDB, permitiendo a los usuarios

implementar software de análisis de Big Data muy fácilmente en una plataforma informática paralela distribuida, rompiendo las limitaciones existentes en la potencia de procesamiento, por ahora.

Senso Remoto

De acuerdo con Ma (2015), los recientes avances en teledetección han impulsado su crecimiento explosivo. La transmisión de datos de observación desde las naves espaciales en las misiones activas de la NASA llegan a 1.73 gigabytes. Los datos de senso remoto recopilados por un solo satélite están aumentando dramáticamente a varios terabytes por día. Según las estadísticas actuales, los datos de observaciones globales archivadas probablemente ya excedan a 1 exabyte. Con la llegada de la era de observación terrestre en alta resolución, también condujo a la alta dimensionalidad de los datos de imagen por senso remoto. No hay duda de que las técnicas y sistemas existentes son limitados para resolver completamente los problemas de almacenamiento y tratamiento del senso remoto por Big Data. La buena noticia es que estamos presenciando ya el siguiente salto tecnológico debido a la revolución de técnicas, herramientas y sistemas; por ejemplo: supercomputadoras y plataformas de computación en la nube optimizadas para cargas intensivas en datos y los sistemas de archivos y las bases de datos paralelos toman la disponibilidad de datos y localidad como principal preocupación así como el control de ubicación de datos globalizada.

La evolución del Big Data y sus técnicas de análisis para dar soporte al uso diario de la información generada, pueden rápidamente lograr que se pierda el piso sobre la base de la información: las personas. Es importante también contemplar que la privacidad de los datos es un estado que las empresas y países deben resguardar y regular a la misma velocidad que el Big Data crece y se sumerge en el universo de datos generados por la humanidad, ya que esto normalmente no sucede.

5 | MECANISMOS DE REGULACIÓN LEGAL PARA PROTECCIÓN DE DATOS Y PRIVACIDAD

En base a los puntos a planteados por Tene (2012), las leyes de privacidad y protección de datos se basan en el control individual de la información y sobre los principios de la limitación del propósito de uso. Los principios de privacidad y la protección de datos deben equilibrarse con valores sociales adicionales como la salud pública, seguridad nacional, aplicación de la ley, protección del medio ambiente y eficiencia económica. Se deberá tener, en cada país, un marco coherente basado en una matriz de riesgo de los datos debido a los diferentes usos que se pueden tener frente a los riesgos potenciales de que se pierda la autonomía individual y la privacidad.

Los defensores de la privacidad y los reguladores de datos denuncian cada vez más la era de Big Data, en la medida que observan la creciente ubicuidad de la recopilación

de datos y los usos cada vez más robustos por potentes procesadores y almacenamiento ilimitado, que pueden quedar muy lejos del alcance de las personas que la han generado. Se deberá hacer un llamado colectivo, para que se formule un modelo donde los beneficios de los datos para las empresas y los investigadores, estén equilibrados con los derechos de privacidad individuales, un modelo que realmente ayude a determinar si el procesamiento de los datos pueda justificarse en función del interés comercial o deba estar sujeto al consentimiento individual como una opción de aceptación o exclusión de su uso.

6 | CONCLUSIONES

Para poder manipular el Big Data en cualquier campo de aplicación, debemos en primer lugar, tener requisitos técnicos, sociales o económicos muy claros. En segundo lugar, se debe trabajar eficientemente con el big data explorándola y encontrando la estructura de los datos del núcleo a procesar. En tercer lugar, adoptar modelo de gestión top-down de ingeniería que nos permita integrar una solución completa a cualquier proyecto de Big Data.

Estamos en el comienzo de una nueva era en la que la minería de Big Data nos ayudará a descubrir conocimientos que nadie ha descubierto antes; debemos estar preparados con herramientas y conocimientos de la misma magnitud.

Debemos conocer y dominar las ventajas de las plataformas analíticas más nuevas. Al incluir Hadoop, MapReduce, nubes públicas y privadas y muchas otras tecnologías que satisfacen de forma única los nuevos requisitos para tipos de datos muy diversos; contemplando también, la subcontratación de análisis y análisis en tiempo real de los datos.

Big Data continuará creciendo durante los próximos años y cada científico de datos tendrá que gestionar mucho más cantidad de datos cada año. Estos datos van a ser más diversos, más grandes, más rápidos y más variables. En este artículo discutimos algunas ideas sobre el tema y lo que consideramos son las principales preocupaciones y los principales desafíos para el futuro. Big Data se ha convertido en la nueva frontera para la investigación científica de datos, así como también en una caja negra que tendremos que abrir con mucho cuidado.

REFERENCIAS

U., Dombrowski; T., Wagner. **Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution**. [S. l.]: Procedia CIRP 17, 2014.

P., Russom. **Big Data Analytics**. [S. l.]: The Data Ware housing Institute, 4th quarter, 2011.

W., Fan; A., Bifet. **Mining Big Data: Current Status, and Forecast to the Future**. [S. l.]: SIGKDD Explorations, 2012. v. 14.

J. G., Lee; M., Kang. **Geospatial Big Data: Challenges and Opportunities**. [S. l.]: Big Data Research, 2015.

T. B., Murdoch; A. S., Detsky. **The inevitable Application of Big Data to HealthCare**. [S. l.]: American Medical Association, 2013. v. 309.

Y., Ma; H., Wu; L., Wang; B., Huang; R., Ranjan; A., Zomaya; W., Jie. **Remote sensing big data computing: Challenges and opportunities**. [S. l.]: Future Generation Computer Systems, 2015. v. 309. ISSN 0167-739X.

I.A., Targio; I., Yagoob; N., Badrul; S., Mokhtar; A., Gani; S., Ullah. **The rise of Big Data on cloud computing: Review and open research issues**. [S. l.]: Information Systems, 2015. ISBN 47 (98-115).

A., De Mauro; M., Greco; M., Grimaldi. **A Formal Definition of Big Data Based on its Essential Features**. [S. l.]: Library Review, 2016. v. 65.

A., De Mauro; M., Greco; M., Grimaldi. **What is Big Data? A consensual definition and a review of key research topics**. [S. l.]: AIP Conference Proceedings, 2015. ISBN 1644 (97-104).

P., Chen; C. Y., Zhang. **Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data**. [S. l.]: Information Sciences, 2014.

O., Tene; J., Polonestky. **Privacy in the Age of Big Data: A time for Big Decisions**. [S. l.]: Stanford Law Review Online, 2012. v. 64.

X., Jin; B. W., Wah; X., Cheng; Y., Wang. **Significance and Challenges of Big Data Research**. [S. l.]: Big Data Research, 2015.

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

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 06/09/2021

Cássia Viviani Silva Santiago

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Juiz de Fora - Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/3761099887137867>

Nayara Gonçalves Lauriano

Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Viçosa - Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7573151815768248>

RESUMO: A tendência atual de internacionalização do mercado configura uma nova situação socioeconômica mundial, na qual a tecnologia e a inovação são elementos chave para o desenvolvimento econômico de um país e para a ampliação da competitividade sistêmica de suas empresas. Esta visão ressalta a necessidade de estudar o Sistema Nacional de Inovação como um sistema que está composto por um conjunto de atores inter-relacionados, trabalhando juntos num conjunto específico de relações, as quais dão origem a todo o rendimento e comportamento do sistema. Nesta linha, considera-se que os sistemas nacionais são distintos por seus diferentes sistemas, estruturas e orientações de cada economia. Os países em desenvolvimento, como o caso brasileiro, enfrentam desafios e oportunidades frente às novas formas de estrutura do mercado. Este artigo tem o objetivo de explorar a realidade atual do sistema brasileiro de inovação, baseado

numa revisão bibliográfica iniciada no final dos anos 90 e atualizada recentemente. Trata-se de fazer uma exploração para identificar seu estado atual de desenvolvimento e comparar a realidade dos anos 90, para identificar se o referido sistema apresentou alguma evolução satisfatória ou não durante o período estudado. Consideramos que é fundamental que o governo brasileiro atue no sentido de conscientizar a sociedade para a criação de uma mentalidade inovadora e adotar políticas tecnológicas que apoiem este objetivo de forma mais estável e contínua dentro das possibilidades reais do país.

PALAVRAS-CHAVE: Inovação Tecnológica; Sistema Nacional de Inovação; Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Sistema Brasileiro de Inovação.

A REFLECTION ON THE EVOLUTION OF THE BRAZILIAN NATIONAL INNOVATION SYSTEM IN THE LAST TWENTY YEARS

ABSTRACT: The current trend of internationalization in the market is a new world socio-economic situation, in which the technology and innovation are key elements for economic development of a country and for expansion of the systemic competitiveness of its companies. This view highlight the need of study National Innovation System as a system that is composed of a set of interrelated actors, working together in a specific set of relations, which give rise to all the performance and behavior of the system. In this line of thought, it is considered that the national systems are distinct by their different systems, structures and guidelines of each economy.

Developing countries, such as the Brazilian case, face challenges and opportunities in the face of new forms of market structure. This paper aims to explore the reality of the Brazilian innovation system, based on bibliographic review begun in the late 90's and updated recently. It is about making an exploration to identify its current state of development and to compare the reality of 90's, to identify if referred system presented some satisfactory evolution or not during the studied period. It is considered that is fundamental that the Brazilian government acts to make society aware of creation of an innovative mentality and adopt technological policies that support this objective in a more stable and continuous way within real possibilities of the country.

KEYWORDS: Technological Innovation; National Innovation System; Scientific and Technological Development; Brazilian Innovation System.

1 | INTRODUÇÃO

A tendência atual de internacionalização do mercado tem configurado uma nova situação socioeconômica mundial, em que a tecnologia e a inovação são elementos-chaves para o desenvolvimento econômico de um país e a expansão da competitividade sistêmica de suas empresas. Como consequência, os governos atuais buscam estimular a modernização tecnológica e a melhoria da competitividade do setor industrial através da abertura da economia aos fluxos internacionais de comércio, capital e tecnologia, forçando as empresas a melhorar a produtividade e qualidade de seus processos e produtos, e a desenvolver uma política tecnológica implícita que gera uma tendência à incorporação de inovações.

Nesse sentido, as sociedades que sejam capazes de gerar e converter de maneira rentável os avanços científicos e tecnológicos em produtos e/ou serviços postos no mercado, possivelmente serão as que terão melhores possibilidades de ocupar as posições de liderança no futuro socioeconômico.

Uma forma moderna e eficiente de estudar a inovação tecnológica está baseada na consideração de que todos os agentes da sociedade são partes integrantes dos chamados **Sistemas Nacionais de Inovação**. Alguns autores são considerados referência para os interessados em estudar o Sistema Nacional de Inovação: Christopher Freeman, Richard Nelson e Ben A. Lundvall. Eles consideram que os sistemas são compostos por atores, que se interagem na produção, difusão e uso de novos conhecimentos economicamente úteis.

A partir das considerações conceituais, vale destacar que a diversidade dos atores institucionais e as formas de atuação variam de país a país e estão baseadas nas características dinâmicas específicas de cada componente, suas estruturas e orientações de cada economia. Pode-se dizer que o Sistema Nacional de Inovação de cada país reflete, de forma dinâmica e permanente, a articulação entre a política de inovação e os agentes responsáveis pelo processo de decisão. Nesta linha, que os sistemas nacionais são considerados distintos por seus diferentes sistemas, estruturas e orientações de cada economia.

Os países em desenvolvimento, como o caso do Brasil, enfrentam desafios e oportunidades frente às novas formas de estrutura de mercado. Por um lado, é difícil enfrentar a concorrência quando os números globais indicam que os investimentos brasileiros em Ciência e Tecnologia estão muito abaixo das nações desenvolvidas. Os investimentos do setor privado em P&D são insignificantes, isto devido ao que o setor industrial não tem se conscientizado da importância da inovação para o aumento da competitividade. Por outro lado, somente uma visão integrada dos múltiplos fatores responsáveis pela competitividade da indústria poderá levar o país ao desenvolvimento desejado.

O presente artigo tem o objetivo de explorar a realidade atual do sistema brasileiro de inovação, baseado em uma revisão bibliográfica iniciada no fim dos anos 90 e então atualizada. Se trata de realizar uma exploração para identificar seu estado atual de desenvolvimento e comparar a realidade dos anos 90, para identificar se o referido sistema tem evoluído de maneira satisfatória ou não.

21 O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO NO BRASIL: BREVE RETROSPECTIVA

A política tecnológica do Brasil foi, desde o início dos anos 50, marcada pela forte intervenção do Estado, tendo como característica o afastamento do setor produtivo, sobretudo até meados dos anos 90, e a formação de “alianças de interesses entre cientistas e militares” (SCT, 1991 p.2). Em alguns períodos, os instrumentos de política trataram a área de ciência e tecnologia como prioridade para a competitividade industrial e o desenvolvimento autossustentável do país. Em outros, tem recebido tratamento mais secundário.

Goldemberg (1990) afirma que o processo de institucionalização de uma política de ciência e tecnologia no Brasil começou a ser desenhado especialmente a partir dos anos 50, identificada em quatro períodos diferentes: o *primeiro período*, de 1951 a 1964, tem como marco a criação do “Conselho Nacional de Pesquisa” (CNPq) e da “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior” (CAPES), com o objetivo de possibilitar a formação de pesquisadores e apoiar a criação e fortalecimento de grupos científicos, através da concessão de bolsas de estudo e de auxílio à pesquisa.

No *segundo período*, de 1964 a 1974, foram criadas instituições e instrumentos para atender a demanda crescente no campo tecnológico. Não houve grandes avanços tecnológicos, mas foi um período marcado pela criação de institutos de pesquisa e centros de P&D. Foram criados: o “Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico”, vinculado ao “Banco Nacional de Desenvolvimento” (BNDES) para financiar as atividades de P&D e formar pessoal técnico para as empresas nacionais e; a “Financiadora de Estudos e Projetos” (FINEP), com funções de fomento complementares as do CNPq. Considera-se que a consolidação da política científica e tecnológica ocorreu especialmente no período

de 1968-1973, quando o país atravessou um forte desenvolvimento, conhecido como o “milagre brasileiro” (Marcovitch e Medeiros, 1991).

Os anos de 1974 a 1984 marcam o *terceiro período*, que está caracterizado por uma intensa aproximação dos setores de pesquisa e pela preocupação com a atividade tecnológica do país. Neste período o CNPq é transformado em “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” e é criado o “Conselho Científico e Tecnológico” como organismo normativo superior da área de Ciência e Tecnologia. Neste período, «o nível de diversificação do tecido industrial, assim como a produção nacional já eram significativos, no entanto, a capacitação tecnológica interna do país ainda era insuficiente (Coutinho e Ferraz, 1994).

No *quarto período* de 1984 a 1990, vale destacar: a implantação da Reserva de Mercado para a Informática, em 1984, e a criação do “Ministério de Ciência e Tecnologia” (MCT), em 1985. A criação do MCT buscava ampliar a ação do governo na área tecnológica, criando um “Programa de Formação de Recursos Humanos nas Áreas Estratégicas”. Outra iniciativa se refere ao “Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico”, que estabeleceu novas normas com destaque à importância da ciência e tecnologia para o desenvolvimento do país (BAUMGARTEN, 2008, p.121).

A adoção de novas medidas para incentivar a competitividade industrial começou a partir de 1990. A partir deste ano, os investimentos empresariais para a capacitação tecnológica mereceram tratamento privilegiado. Foram estruturados novos programas para fortalecer a competitividade do tecido industrial brasileiro, tais como: “Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade”; “Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria”, o “Programa de Apoio ao Comércio Exterior”: e “Programa de Competitividade Industrial” (SILVA; MELO, 2001).

Durante o período de 1995-1998, o principal instrumento de planejamento do governo foi o “Plano Plurianual”. Tem que destacar também a criação do “Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia em 1996, vinculado diretamente à Presidência da República como um órgão de assessoria especial, com a finalidade principal de formulação e implementação de uma política científica e tecnológica. A meta principal era a centralização das decisões, em um período de escassez de recursos (SERAFIM; DAGNINO, 2011).

Na visão de Corder (2006), as políticas de ciência e tecnologia implementadas durante o período de 1999 até 2002, dentro do foco do Sistema Nacional de Inovação, seguiram a tendência internacional, com a incorporação da inovação em suas diretrizes principais. Durante o período de 2003 - 2006 houve certa continuidade na área de ciência e tecnologia. Foi estruturado um plano de ação do MCT que apresentou uma Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

No período de 2007-2010 foram definidas algumas iniciativas, ações e programas para dar ênfase no papel da Ciência, Tecnologia e Inovação para promover o desenvolvimento do país. Vale destacar a realização da “4ª Conferência Nacional de CT&I”, em maio de

2010, que definia as prioridades de ação do PACTI 2007-2010. O governo posterior iniciado em 2011 tinha a intenção de dar continuidade ao PACTI 2007-2010 através da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação que foi concebida para articular com a política industrial brasileira representada pela PITCE, a Política de Desenvolvimento Produtivo e pelo “Plano Brasil Maior”, lançado em agosto de 2011. O plano tinha a Ciência Tecnologia e Inovação como diretrizes centrais da política do governo, juntamente com o Plano de Desenvolvimento da Educação, entre outros. (MCTI,2012).

Finalmente, podemos dizer que, a partir dos anos 2000, o governo elabora políticas de incentivos à inovação com destaque para a criação da Lei de Inovação em 2004; a Lei do Bem em 2008 e; a criação da “Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial”.

3 I INDICADORES NACIONAIS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Nos últimos vinte anos, a população residente no Brasil cresceu cerca de 31% e o país tem quase 205 milhões de habitantes e um Produto Interno Bruto (PIB) de aproximadamente 5.900 bilhões de reais em 2015 (Quadro 3.1).

| | 1995 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| População Residente | | | | | | | |
| Total (milhões de habitantes) | 155,8 | 195,48 | 197,39 | 199,24 | 201,03 | 202,76 | 204,9 |
| PIB | | | | | | | |
| Valor em bilhões de reais* | 675,8 | 3.886 | 4.374 | 4.806 | 5.316 | 5.687 | 5.904 |

Quadro 3.1: População Residente e PIB 1995-2015

Fontes: MCTI (2012); IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://brasilemsintese.ibge.gov.br/contas-nacionais/pib-valores-correntes>. Acesso em 12/01/2017. Nota: (*) Valor em US\$ Bilhões de 1995.

Pode-se dizer que até os anos 1995 o Sistema de Inovação brasileiro esteve marcado por uma forte intervenção do Estado. A principal fonte de financiamento para as atividades científicas e tecnológicas era o gasto público. Em 1995, os gastos do governo representavam 69% do gasto global do país. No entanto, a partir dos anos 2005 esta tendência foi mudando. Em 2010 os gastos em C&T do governo representava aproximadamente 53% dos gastos totais. As empresas representavam cerca de 47% dos gastos totais (Quadro 3.2).

| Fonte de Recursos | 1995 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Recursos públicos | 4107* | 14.647 | 15.847 | 19.083 | 20.511 | 21.103 | 23.039 |
| Recursos privados | 550* | 14.809 | 15.931 | 17.545 | 18.686 | 19.782 | 20.710 |
| Total | 4657* | 29.456 | 31.778 | 36.628 | 39.197 | 40.884 | 43.749 |

Quadro 3.2: Gastos em C&T por Fonte de Recursos

Fonte: MCTI (2017). Nota: (*) Considerando valor do dólar em 0,97 no ano de 1995.

O investimento em ciência e tecnologia no Brasil em 1995 era de 0,88 do PIB. Os dados indicam que os gastos em C&T como porcentagem do PIB oscilaram, durante o período de 2009 e 2014, entre 1,12 e 1,27 do PIB, alcançando seu nível mais alto durante o ano 2014. Segundo dados do MCTI, o Brasil gastou em 2009, 37.285,3 milhões de reais, o que representou 1,12 do PIB. Entre 2009 e 2014 esta porcentagem oscilou entre 1,12 e 1,27.

Neste sentido, é possível verificar que nos últimos vinte anos o Brasil tem experimentado certo aumento de gastos em ciência e tecnologia e esta tendência se faz notar na porcentagem que esses valores representam respeito ao PIB do período. Ainda, ao comparar os gastos em C&T nos países mais desenvolvidos, nota que o Brasil ainda possui muito a melhorar neste indicador. O Quadro 3.3 mostra a evolução do montante de gastos em ciência e tecnologia experimentada pelo Brasil.

| PIB | 1995 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Gastos em C&T (GCT) | 6,00* | 37.285,3 | 45.072,9 | 49.875,9 | 54.254,6 | 63.748,6 | 73.259,6 |
| GCT/PIB | 0,88 | 1,12 | 1,16 | 1,14 | 1,13 | 1,2 | 1,27 |

Quadro 3.3: Gastos em Ciência e Tecnologia como Porcentagem do PIB no Brasil

Fonte: MCTI (2017). Nota: Valores em US\$ bilhões de 1995.

No que se refere ao número de pessoal envolvido em atividades de P&D, segundo o MCTI os dados indicam que a situação tem melhorado consideravelmente tendo em consideração que o total de pesquisadores em grupos de pesquisa se multiplicaram por quase 5,5 vezes chegando a um total de 83.170 doutores; o mesmo ocorreu com os mestres que alcançaram cerca de 104.000; 6.630 pesquisadores com nível de especialização, e 40.222 pessoas com I e II graus. O setor empresarial também tem dado um grande salto no que se refere à contratação de profissionais com nível de doutorado (1.444), porém ainda prevalece a grande maioria de profissional com I e II graus (35.305). Isto indica que as empresas brasileiras tendem a contratar profissional com mais baixa qualificação (Quadro 3.4).

| Categoria | 1995 | | | 2010 | | |
|-------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| | Grupos de Pesquisadores (GP) | Apoio à P&D nos GP | Setor Empresarial Estatal e Privado | Grupos de Pesquisadores (GP) | Apoio à P&D nos GP | Setor Empresarial Estatal e Privado |
| Doutorado | 14.913 | 163 | - | 83.170 | - | 1.444 |
| Mestrado | 17.707 | 562 | - | 103.988 | - | 4.568 |
| Especializados | 4.434 | 3.197 | - | 6.639 | - | - |
| I e II graus | - | 5.402 | - | 40.222 | 20.334 | 35.305 |
| Técnicos Nível Superior | - | - | 3.258 | - | - | - |
| Técnicos Nível Mediano | - | - | 3.109 | - | 41.043 | - |
| Apoio Administrativo | - | - | 1.552 | - | - | - |
| Não informado | 248 | 611 | - | 778 | 66.678 | 19.466 |
| Total | 37.300 | 9.935 | 7.919 | 234.797 | 128.056 | |

Quadro 3.4: Pessoal ligado à Ciência e Tecnologia por categoria (2010)

Fonte: MCTI (2017).

Ao analisar os dados referentes à formação de equipes de pesquisa, podemos observar um aumento geral das bolsas de estudo concedidas pelos principais órgãos de fomento à pesquisa. Nota-se claramente uma tendência de privilegiar as bolsas no país. No ano de 1995 cerca de 95% das bolsas concedidas eram para universidades brasileiras e somente 5% de bolsas para o exterior. Passados 18 anos (em 2013) a situação permanecia no mesmo (Quadro 3.5).

| Órgão / Destino | 1995 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| CNPq | 52.041 | 59.663 | 66.835 | 78.067 | 90.885 | 90.885 | 96.111 |
| País | 49.909 | 59.111 | 66.256 | 77.629 | 89.610 | 88.546 | 88.148 |
| Exterior | 2.32 | 551 | 579 | 437 | 494 | 2.339 | 7.963 |
| CAPES | 25.523 | 46.440 | 51.499 | 63.009 | 78.432 | 89.887 | 87.678 |
| País | 23.578 | 42.305 | 47.153 | 58.107 | 72.071 | 77.904 | 87.678 |
| Exterior | 1.945 | 4.135 | 4.346 | 4.902 | 6.361 | 11.983 | - |
| Total | 77.564 | 106.103 | 118.334 | 141.076 | 169.317 | 180.772 | 183.789 |
| País | 73.487 | 101.416 | 113.409 | 135.736 | 161.681 | 166.450 | 175.826 |
| Exterior | 4.077 | 4.686 | 4.925 | 5.339 | 6.855 | 14.322 | 7.963 |

Quadro 3.5: Bolsas de Estudos Concedidas no País e no Exterior: CNPq e CAPES

Fonte: MCTI (2017).

Outra importante realidade a destacar é que as diferenças regionais no Brasil são muito significativas e perceptíveis em relação a vários aspectos. Embora o país goze de uniformidade linguística pouco comum para um país com suas grandes dimensões, os aspectos culturais, étnicos e, principalmente, econômicos são bem diferenciados. Uma análise da distribuição regional dos recursos do CNPq representa um reflexo desta situação relacionado aos esforços diferenciados em ciência e tecnologia do país. O Quadro 3.6 apresenta a distribuição regional das bolsas concedidas pelo CNPq, assim como o total de recursos aplicados entre os anos de 1995, 2015 e 2016.

| Região | Gastos de Fomento (%) | | | Nº Bolsas (país + exterior) | | | Nº Projetos de Apoio à Pesquisa | | |
|--------------|-----------------------|------|------|-----------------------------|-------|------|---------------------------------|------|------|
| | 1995 | 2015 | 2016 | 1995 | 2015 | 2016 | 1995 | 2015 | 2016 |
| Norte | 1,58 | 3,8 | 3,8 | 1,42 | 4,6 | 4,6 | 1,42 | 4,9 | 4,0 |
| Nordeste | 9,94 | 16,4 | 15,5 | 13,01 | 17,6 | 17,5 | 13,01 | 19,9 | 18,4 |
| Centro-Oeste | 5,65 | 10,0 | 10,4 | 7,99 | 9,3 | 9,2 | 7,99 | 9,7 | 10,0 |
| Sudeste | 67,81 | 51,9 | 52,9 | 59,69 | 50,9 | 51,5 | 59,69 | 43,4 | 46,2 |
| Sul | 15,02 | 18,0 | 17,4 | 17,89 | 17,59 | 17,2 | 17,89 | 22,1 | 21,4 |

Quadro 3.6: Distribuição Regional do Total de Recursos para Apoio à Pesquisa

Fonte: CNPq.

Segundo os dados do Quadro 3.6, fica evidenciada a grande diferenciação da Região Sudeste em relação às demais. O governo federal realizou a criação de programas com o objetivo principal de reduzir as desigualdades regionais. No entanto, os resultados mais recentes da atuação regional em ciência e tecnologia não demonstram uma melhor distribuição dos recursos. Os dados indicam que vinte anos se passaram e as diferenças entre as regiões continuam no panorama brasileiro.

Os dados revelam um importante crescimento da produção científica brasileira nos últimos dez anos. Contudo, a participação brasileira na produção científica mundial era de 0,79 do total mundial de artigos científicos em 1996, alcançou 1,87 em 2007 e chegou a 2,47 em 2014. Esse crescimento é ainda considerado muito pequeno em comparação com a produção mundial (Quadro 3.7).

| Ano | Brasil | Mundo | % de Brasil em relação ao Mundo |
|------|--------|-----------|---------------------------------|
| 1996 | 8.694 | 1.095.941 | 0,79 |
| 2005 | 24.920 | 1.674.645 | 1,49 |
| 2006 | 32.187 | 1.763.602 | 1,83 |
| 2007 | 34.902 | 1.862.243 | 1,87 |
| 2008 | 40.197 | 1.938.656 | 2,07 |
| 2009 | 44.018 | 2.040.665 | 2,16 |
| 2010 | 47.362 | 2.152.206 | 2,20 |
| 2011 | 51.342 | 2.288.154 | 2,24 |
| 2012 | 56.436 | 2.355.174 | 2,40 |
| 2013 | 59.012 | 2.438.393 | 2,42 |
| 2014 | 61.418 | 2.490.293 | 2,47 |

Quadro 3.7: Número de artigos brasileiros e do mundo publicados em periódicos científicos 1996-2014
 Fontes: SCImago Journal & Country Rank., <http://www.scimagojr.com> (acesso em 04/01/2017) e MCTI (2017).

Em relação à propriedade intelectual, as estatísticas de patentes são pouco utilizadas no Brasil, no entanto elas podem dar uma aproximação da realidade da atividade tecnológica no país. Ao observar os dados totais de patentes concedidas no Brasil é possível observar que em dezoito anos o aumento de patentes de invenção concedidas é considerado muito pouco significativo, passando de um total de 2.660 no ano 1995 para 2.968 no ano 2013 (Quadro 3.8). Além disso, tal crescimento não significa que a atividade tecnológica aumentou nas mesmas proporções. Isto é, devido ao fato de que muitas das patentes pertencem a empresas multinacionais que as detêm, como forma de assegurar o uso futuro no mercado nacional.

| País de Residência | 1995 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Brasil | 526 | 233 | 340 | 313 | 380 | 363 | 385 |
| (%) | | 9,3 | 12,2 | 9,6 | 11,0 | 12,8 | 13,0 |
| Exterior | 2.134 | 2.283 | 2.440 | 2.931 | 3.064 | 2.467 | 2.583 |
| (%) | 80,2 | 90,7 | 87,8 | 90,4 | 89,0 | 87,2 | 87,0 |
| Total | 2660 | 2.516 | 2.780 | 3.244 | 3.444 | 2.830 | 2.968 |
| (%) | 100 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Quadro 3.8: Patentes de Invenção Concedidas no Brasil, de acordo com o País de Residência do Pesquisador

Fonte: MCTI (2017).

Considera-se que a baixa porcentagem de patentes nacionais pode ser uma consequência do investimento escasso em Ciência e Tecnologia com apenas 1,27 do PIB em 2014 (Quadro 3.3); e da tradição da indústria brasileira que prefere a importação de tecnologia ao invés do desenvolvimento tecnológico interno. Em relação à inovação nas empresas brasileiras os dados referentes ao período de 2000 a 2011, indicam que a proporção de empresas industriais que realizam P&D continuamente tem diminuído, representando em 2011 3,7% do total de empresas (Quadro 3.9).

| Ano | Total de Empresas | Com atividades contínuas de P&D interno | % |
|------|-------------------|---|-----|
| 2000 | 72.006 | 3.178 | 4,4 |
| 2003 | 84.262 | 2.432 | 2,9 |
| 2005 | 91.054 | 2.770 | 3,0 |
| 2008 | 100.496 | 3.019 | 3,0 |
| 2011 | 116.633 | 4.291 | 3,7 |

Quadro 3.9: Número e Porcentagem de Empresas Industriais Brasileiras que realizam P&D continuamente

Fonte: MCTI (2017).

Além disso, o Quadro 3.10 apresenta o perfil de empresas brasileiras de acordo com as atividades industriais. Os dados indicam que as indústrias de transformação são as que mais desenvolvem inovações de produto e/ou processo, seguido de longe pelo setor de serviços.

| Setor de Atividade | Empresas | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|---|-----------------------------------|---|---|
| | 2009-2011 | | | 2012-2014 | | |
| | Inovação de produto e/ou processo | Somente projetos incompletos e/ou abandonados | Somente inovações organizacionais e/ou de marketing | Inovação de produto e/ou processo | Somente projetos incompletos e/ou abandonados | Somente inovações organizacionais e/ou de marketing |
| Indústrias extrativas | 458 | 129 | 1 146 | 1 138 | 168 | 563 |
| Indústrias de transformação | 41 012 | 2 615 | 40 166 | 41 850 | 3 310 | 39 325 |
| Eletricidade e gás | 222 | 60 | 128 | 137 | 171 | 84 |
| Serviços | 4 258 | 354 | 3 516 | 4 569 | 161 | 4 676 |

| | | | | | | |
|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Total | 45 950 | 3 158 | 44 955 | 47 693 | 3 810 | 44 649 |
|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|

Quadro 3.10: Tipos de inovação realizados de acordo com as atividades da indústria

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação (2014).

Em relação aos meios de apoio à inovação das empresas brasileiras, são identificados diferentes mecanismos para aumentar a performance inovadora e acelerar as transformações do país em direção à economia do conhecimento (Quadro 3.11).

| Mecanismos de apoio financeiro | Modalidade de apoio financeiro | Ano de criação |
|--|--|------------------------|
| “Pappe Subvenção” | Subsídio para o financiamento da inovação através das instituições estatais e locais. | 2006 |
| “Projetos de Inovação Tecnológica de MPes em Cooperação com Instituições Científicas e Tecnológicas” | Apoio financeiro não reembolsável para projetos de inovação de produtos e processos de PMEs, em cooperação com os Institutos Científicos e Tecnológicos. | 2005 |
| “Programa Juro-Zero” | Financiamento de investimento para a inovação através de instituição estatal. | 2004/ Efetuada em 2006 |
| “Projeto Inovar” | Capitalização dos fundos de investimentos para a consolidação da indústria de <i>Venture Capital</i> . | 2000 |
| “Inova Brasil” | Créditos para a inovação com taxas de juros especiais. | 2013 |
| “Prime” | Primeira empresa inovadora – apoia as empresas inovadoras com até dois anos de vida através de subsídios diretos a doze meses. | 2009 |

Quadro 3.11: Principais mecanismos de apoio à inovação empresarial no Brasil

Fontes: Morais (2007); FINEP (2016).

Carrijo e Botelho (2013) analisaram o Programa Pappe e destacaram as seguintes conquistas das empresas participantes: desenvolveram novos produtos a nível nacional; novos processos tecnológicos; contribuíram para a geração de emprego; entrada em novos mercados; a publicação de artigos; e a geração de patentes no estado de São Paulo. Outra pesquisa realizada por Torres (2016) também chegou a resultados similares, além disso identificou que as principais dificuldades que as empresas enfrentam para o desenvolvimento do projeto estão relacionadas com a falta de mão de obra especializada e a demora na liberação de recursos financeiros.

4 | CONCLUSÕES

Podemos afirmar que o Sistema Nacional de Inovação Brasileiro sempre esteve marcado por uma forte intervenção do Estado. Nos anos 90 a fonte de financiamento para

as atividades científicas e tecnológicas era o gasto público. O setor privado tem participado muito pouco do esforço nacional em matéria de geração de inovações e do sustento de atividades de P&D.

Destaca-se que o baixo número de patentes concedidas nos últimos anos serve como indicador de um baixo interesse do país na utilização das patentes como instrumento de proteção e estímulo ao desenvolvimento tecnológico. Como indicado anteriormente, a participação do setor produtivo nas questões ligadas à inovação tecnológica é negativa, poucas empresas realizam investimentos em P&D. Sendo que, aquelas que o fazem gastam pouco com este tipo de atividade. Como consequência, observa-se que existe um reduzido esforço inovador no setor industrial brasileiro. Os dados indicam que as indústrias de transformação são as que mais desenvolvem inovações de produto e/ou processo, seguidas de longe pelo setor de serviços.

Outra importante realidade a destacar é que as diferenças regionais no Brasil são muito significativas e perceptíveis em relação a vários aspectos, tanto a nível cultural, étnicos e, principalmente, econômicos. No que se refere à inovação, os resultados mais recentes da atuação regional em ciência e tecnologia demonstram uma grande desigualdade na distribuição dos recursos. Na realidade, vinte anos se passaram e as diferenças entre as regiões continuam no panorama brasileiro.

Finalmente, consideramos que um sistema baseado na inovação constante exige desenvolvimento tecnológico que consume investimentos de longo prazo, e de rentabilidade incerta. Tomar tal decisão, em um país como o Brasil, pressupõe viabilizar formas de transferência de renda dos setores tradicionais para os mais avançados tecnologicamente, através do aumento imediato e contínuo dos gastos em educação, ciência e tecnologia. Para essa ou qualquer outra decisão de política econômica-industrial científica e tecnológica é necessário conhecer, além disso, com mais detalhe o padrão tecnológico-industrial do país. Ao mesmo tempo é fundamental que o governo atue no sentido de conscientizar a sociedade para a criação de uma mentalidade inovadora e adotar políticas tecnológicas que apoiem este objetivo de forma mais estável dentro das possibilidades reais do país.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, B. C. **Políticas de Apoio à Inovação no Brasil: uma análise de sua evolução recente**, 2012. Disponível em < http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1759.pdf> Acesso em: 15/02/2017.

ARRUDA, M.; Vermulm, R.; Hollanda, S. **Inovação tecnológica no Brasil: a indústria em busca da competitividade global**. São Paulo: Anpei, 2006.

BAUMGARTEN, M. **Conhecimento e sustentabilidade: políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil contemporâneo**. Porto Alegre: UFRGS / Sulina, 2008.

BOTELHO, A. ALMEIDA, M. Desconstruindo a política científica no Brasil: evolução da descentralização da política de apoio à pesquisa e inovação. **Revista Sociedade e Estado**, v. 27, n. 1, 2012. p.117-132.

BRASIL. LEI nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004: Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências.

CARRIJO, M. C.; BOTELHO, M. R. A. Cooperação e inovação: uma análise dos resultados do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe). **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas-SP, v. 12, n.2, p. 417-448, jul./dez. 2013.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS. 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: síntese das conclusões e recomendações. Brasília: MCT-CGEE, 2006.

CORDER, S. **Políticas de inovação tecnológica no Brasil**: Experiência recente e perspectivas. Texto para Discussão No 1.244, Instituto de Pesquisa Aplicada – IPEA Brasília, 2006.

CRUZ, C. H. B. Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: desafios para o período 2011 a 2015. **Interesse Nacional**, n. 10, 2010.

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos. Ações e programas. (2016). Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/acesso-a-informacao-externo/acoes-e-programas>> Acesso em: 15/06/2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sínteses das informações. Disponível em: <http://brasilemsintese.ibge.gov.br/contas-nacionais/pib-valores-correntes> Acesso em: 12 de março, 2017.

MARCOVITCH, J.; MEDEIROS, J.A.S. **Formação e comportamento das instituições de pesquisa tecnológica industrial no Brasil**: uma agenda de estudos futuros. São Paulo, 1991.

MCTI - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA e INOVAÇÃO. (2017). Indicadores de C&T. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html>> Acesso em: 12 de jan. 2017.

MCTI - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA e INOVAÇÃO. (2012), Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 e Balanço das atividades estruturantes 2011. Brasília: MCTI.

MELLO, J. M. C.; MACULAN, Anne Marie; RENAULT, Thiago. **Brazilian Universities and their contribution to innovation and development**. *Research Policy Institute, Lund, Sweden*, 2008.

MORAIS, J. M. **Políticas de apoio financeiro à inovação tecnológica**: avaliação dos programas MCT/FINEP para empresas de pequeno porte. 2007. 2011. Texto de Discussão 1296. Rio de Janeiro: Ipea, 2007.

PEREIRA, N. M. **Fundos Setoriais**: avaliação das estratégias de implementação e gestão. Texto para Discussão No 1.136, Instituto de Pesquisa Aplicada – IPEA Brasília, 2005.

RODRIGUES, A.; DAHLMAN, C.; SALMI, J. **Knowledge and innovation for competitiveness in Brazil**, 2008.

SERAFIN, M. P.; DAGNINO, R. P. A política científica e tecnológica e as demandas da inclusão social no governo Lula (2003-2006). **Organização & Sociedade**, Salvador, v.18, n.58, p.403-427, 2011.

SILVA, S. G.; MELO, L. C. P. (Coord.). **Tecnologia e inovação**: desafio para a sociedade brasileira - Livro Verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia. Academia Brasileira de Ciências, 2001.

TORRES, P. H. Financiamento à inovação e interação entre atividades científicas e tecnológicas: uma análise a partir do Pappé. 2016. 195 f. Dissertação. (Mestrado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

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

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 22/09/2021

Fagner Guilherme Ferreira Coelho

Universidade Federal de Minas Gerais,
Departamento de Engenharia Mecânica
Belo Horizonte, MG
Orcid: 0000-0002-7787-4721

Alexandre Queiroz Bracarense

MB WeldWorks
Belo Horizonte, MG
Orcid: 0000-0001-7326-497X

Eduardo José Lima II

Universidade Federal de Minas Gerais,
Departamento de Engenharia Mecânica
Belo Horizonte, MG
Orcid: 0000-0002-0089-5743

Diego Raimundi Corradi

Universidade Federal de São João del
Rei, Departamento de Engenharia de
Telecomunicações e Mecatrônica
Ouro Branco, MG
Orcid: 0000-0001-8948-1995

Ariel Rodrigues Arias

Universidade Federal de Minas Gerais,
Departamento de Engenharia Mecânica
Belo Horizonte, MG
Orcid: 0000-0002-6213-0076

RESUMO: A integração de sistemas de manufatura e robôs propiciam como resultado uma configuração padronizada de uma célula

de manufatura, flexível e de baixo custo que pode ser rapidamente integrada ao sistema de produção existente. Isto nos leva a concluir que qualquer volume de produção pode ser efetivamente automatizado. Na criação de células de manufatura muitas vezes necessita-se da atuação em grupo, ou em rede dos robôs, a partir desta atuação podemos definir o termo “cooperativos” e defini-lo como sendo as ações coordenadas de forma a realizar uma tarefa ou atingir um objetivo comum, ou seja, os robôs devem cooperar para resolver um problema específico, principalmente quando um só robô não é capaz de resolver o problema sozinho. Um exemplo da necessidade de robôs que atuem de forma cooperativa é quando se quer soldar uma peça complexa e faz-se o uso de posicionadores para tal. Esta tarefa pode não ser muito complexa quando apenas um robô tem que executá-la, entretanto, se a peça a ser soldada for demasiado grande ou pesada para um único robô, justifica-se o uso de um segundo robô para a realização da tarefa de forma conjunta, ou seja, um cooperando com o outro para a realização da tarefa comum. Este é inclusive, um comportamento observado da vida animal, onde um grupo de formigas é capaz de transportar objetos pesados pelo movimento coordenado entre os membros do grupo. Este trabalho apresenta uma proposta de integração de dois manipuladores robóticos devido suas versatilidades em se adequarem a diversas situações em relação a outras máquinas, o torna um atrativo para proporcionar uma maior liberdade na confecção dos modelos 3D propostos.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica Cooperativa,

USE OF COOPERATIVE ROBOTICS FOR METALLIC ADDITIVE MANUFACTURING IN ELECTRIC ARC WELDING PROCESSES

ABSTRACT: The integration of manufacturing systems and robots results in a standardized, flexible and low-cost manufacturing cell configuration that can be quickly integrated into the existing production system. This leads us to conclude that any production volume can be effectively automated. In the creation of manufacturing cells, it is often necessary to act in groups, or in a network of robots, from this performance we can define the term “cooperatives” and define it as coordinated actions in order to perform a task or achieve a common goal, that is, robots must cooperate to solve a specific problem, especially when a single robot cannot solve the problem on its own. An example of the need for robots to act cooperatively is when you want to weld a complex part and use positioners to do so. This task may not be very complex when only one robot has to perform it, however, if the part to be welded is too large or too heavy for a single robot, the use of a second robot to perform the task is justified. In joint form, that is, one cooperating with the other to carry out the common task. This is even an observed behavior of animal life, where a group of ants is able to transport heavy objects by coordinated movement between the members of the group. This work presents a proposal for the integration of two robotic manipulators due to its versatility in adapting to different situations in relation to other machines, making it attractive to provide greater freedom in making the proposed 3D models.

KEYWORDS: Cooperative Robotics, Metallic Additive Manufacturing, Complex Models, GMAW Welding, CAD.

INTRODUÇÃO

Em um mundo cada vez mais competitivo, a busca pela inovação com a preocupação na sustentabilidade reflete diretamente na necessidade da redução de desperdícios de insumos. Com isso a busca pelo aperfeiçoamento de produtos e processos visa respeitar os protocolos determinados contra a redução de resíduos e de poluentes. A Manufatura Aditiva é uma tecnologia revolucionária que ao contrário aos outros processos de fabricação convencionais, pois apresenta uma proposta em que realiza a deposição sucessiva de material durante a fabricação, portanto, a quantidade de resíduos gerados tende a ser muito menor, e é possível determinar de uma forma mais assertiva a quantidade de insumos a serem utilizados. A impressão 3D como hoje vem sendo chamada a Manufatura Aditiva, representa um conjunto de tecnologias de fabricação, em que o modelo é obtido a partir de um modelo digital 3D criado num software CAD.

O processo de manufatura aditiva vem obtendo diversos modos de aplicação, tanto como técnica como materiais, e o uso dos processos de soldagem convencionais, apresentam uma boa alternativa a ser estudada e desenvolvida. A deposição de metais na tecnologia de manufatura aditiva pode ocorrer através de diferentes processos de soldagem (Alberti *et al.*,2014). Os processos por arco elétrico Plasma, MIG/MAG, TIG,

podem ser destacados, por possuírem maior eficiência energética e ampla abrangência em relação à quantidade de material depositado, possibilitando a produção de peças maiores, com maior rapidez (Uziel, 2016).

Os sistemas utilizados para geração de trajetória e controle de deposição do material é através de CNC (*Computer Numeric Control*), ou manipuladores robóticos de modo individual ou integrado. Após o grande avanço na programação de manipuladores robóticos de acordo com tarefas pré-estabelecidas em modo aprendizado e repetição (manipuladores de 1ª geração), a robótica amplia sua pesquisa em robôs que são capazes de realizar tomadas de decisão, em tempo real, de acordo com sinais que são realimentados através de informações sobre o ambiente externo.

Com a velocidade em que ocorre o avanço da tecnologia e a necessidade de melhoria e confiabilidade da produção, aliado a qualidade e a redução de custos, os dispositivos utilizados na automação de processos vem se tornando cada vez mais inteligentes, tornando a manufatura integrada. Porém, devido ao alto investimento necessário para aquisição de máquinas novas, as instituições adotam o uso de *retrofitting*, ou desenvolvimento de novos dispositivos com um custo mais reduzidos. Basicamente *retrofitting* é uma adequação tecnológica, de máquinas que se apresentam desatualizadas, baseando-se na troca dos comandos eletrônicos por outros de última geração e também de componentes e acionamentos antigos por modernos e mais confiáveis.

Com esse propósito, foi proposta a adequação de um robô antropomórfico de cinco eixos da marca ASEA, modelo IRB6 (atualmente ABB), que não oferece mais serviços de assistência técnica ou reposição de peças. O robô encontra-se em perfeito estado mecânico, e o sistema pode ser controlado tanto por *drivers* de controle G320 da Gecko, conforme apresentado na Fig. 1.1(a), (Bomfim, 2012), quanto por uma arquitetura baseada em micro controladores *open-source* Atmel, na plataforma do Arduino, representado na Fig. 1.1(b).



Figura 1: Arquiteturas de controle do Manipulador ASEA IRB6.

Robôs cooperativos são aqueles em que suas ações são controladas de forma que seja possível realizar uma tarefa em conjunto. O uso desta técnica é comum na

indústria quando se necessita soldar uma peça com geometria complexa, ou de dimensão e peso elevados, o que necessita utilizar um sistema de posicionamento, ou até mesmo robotização.

Devido a geometria, dimensões, peso, sequência de soldagem, entre outros fatores, que podem ser um limitante para a realização da tarefa com um único manipulador, justifica então a adoção de um outro robô.

A partir dos parâmetros geométricos da peça a ser confeccionada, que serão dados de entrada, e estabelecida as posições relativas da tocha em relação ao plano de deposição de material, é então estabelecida a cinemática do processo, e as coordenadas dos movimentos dos robôs.

Para permitir a possibilidade de integração dos manipuladores e ambos trabalharem de forma cooperativa, foi necessário promover a atualização do sistema de controle do robô ASEA, a partir das soluções viáveis, de acordo com ações relacionadas com operação, manutenção, confiabilidade, qualidade, custo, desempenho e funcionamento do robô.

Ao final dessa etapa foram obtidas as especificações do projeto e a validação e conclusão de que realizar o ARDUINO para o *retrofitting* é totalmente viável. Na fase do projeto conceitual, foram definidas as funções do produto e suas possíveis soluções, em que a principal solução escolhida foi a eliminação do software CNC Mach3, o que por consequência elimina o uso da interface através da porta paralela do computador adotando agora a USB, além de permitir uma interação imediata entre os controladores dos robôs.

METODOLOGIA

Com uso de dois manipuladores robóticos antropomórficos disponíveis no Laboratório de Robótica Soldagem e Simulação (**LRSS**) da Universidade Federal de Minas Gerais, promover um estudo da viabilidade do processo no desenvolvimento de peças baseadas na manufatura aditiva por soldagem GMAW. A célula está apresentada na Figura 2 e, é composta basicamente por:

- Manipulador Robótico ASEA com 5 graus de liberdade (Rob1);
- Manipulador Motoman com 6 graus de liberdade (Rob2);
- Fonte de soldagem multiprocesso;
- Sistema de refrigeração.

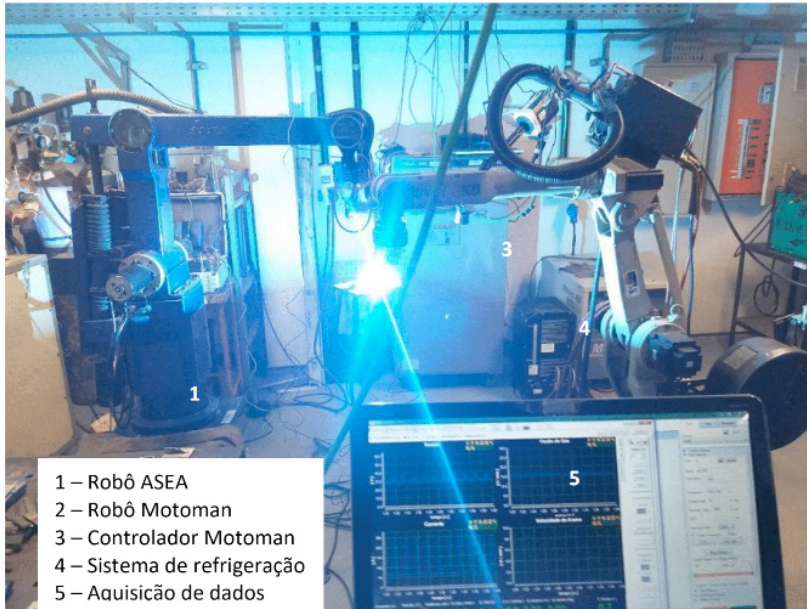


Figura 2: Célula de robótica cooperativa.

O sistema de refrigeração é aplicado para tornar a troca térmica mais eficiente na peça, não deixando a carga apenas da convecção natural, promovendo assim que os ciclos térmicos sucessivos sejam minimizados.



Figura 3: Detalhe do sistema de refrigeração na placa base.

O sistema de controle desenvolvido para o manipulador retrofitado, é composto basicamente pelos itens abaixo, e características como exatidão, repetibilidade e estabilidade foram garantidos, para sua aplicabilidade:

- Algoritmo desenvolvido em MATLAB®, para geração da trajetória;
- 5 motores CC
- 5 Drivers para acionamento dos motores;
- 5 *Encoders* para controle de posição dos motores;
- 1 Circuito de acionamento da abertura/fechamento do arco;
- 1 Circuito DIO para *interface* com o outro manipulador, e periféricos;
- 1 Circuito de emergência;

Os parâmetros foram desenvolvidos e otimizados utilizando regras de regressão linear, e foram utilizadas para compor um banco de dados (Allen *et al.*, 2002), conforme a Figura 4, que será utilizado para fornecer os valores a serem imputados durante o processo de soldagem de modo a obter uma peça o mais próximo do modelo desenvolvido em ambiente CAD.

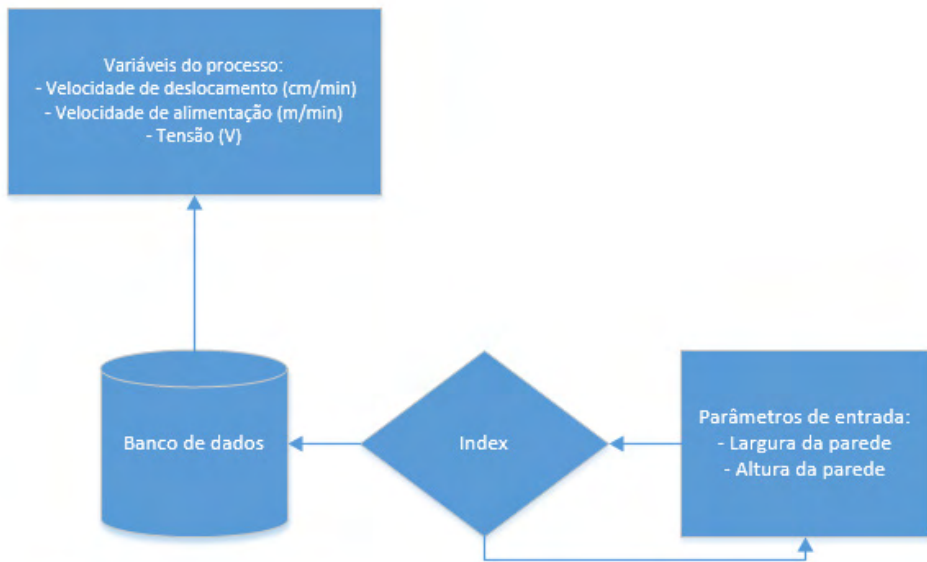


Figura 4: Metodologia proposta da integração.

DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA COOPERATIVA

Os robôs são aliados no desenvolvimento da automação industrial de processos, pois são capazes de dar resposta aos mais exigentes padrões de qualidade dos mercados aumentando, significativamente, a produtividade e qualidade.

O desenvolvimento da arquitetura está baseado na geometria da peça a ser produzida, para o planejamento do movimento e posicionamento relativo entre os robôs, de forma independente, já que cada manipulador possui seu próprio controlador.

Considerando a relação entre as matrizes de transformação homogênea de cada manipulador, o programa gerará as trajetórias cartesianas da extremidade dos robôs, de soldagem e de posicionamento, baseado nas restrições cinemáticas impostas pela geometria da peça e pelo procedimento de soldagem adotado. A trajetória cartesiana dos robôs é convertida para ângulos de junta usando o procedimento de cinemática inversa. O uso de funções de penalidade baseadas em algoritmos genéticos, foram adotadas para evitar que restrições de movimentos fossem alcançadas durante o processo de minimização das mesmas.

O modelo do robô retrofitado é baseado nos parâmetros de Denavit-Hartenberg para sua representação e o planejamento da trajetória é através de *B-splines* cúbicas, para o controle do grau de continuidade das juntas. Diversas são as técnicas de interpolação polinomial, e a adotada aqui é baseada em *splines*, que permitem a análise e configuração não só do posicionamento/orientação, mas também apresenta informações sobre o

deslocamento.

Para este manipulador com 5 graus de liberdade, em que j representa a quantidade de juntas e m a quantidade de nós utilizados para construir as *splines* cúbicas, a trajetória se dá como representado pela Eq. (1) e Eq. (2):

$$q_i(t) = \sum_{j=0}^{m-1} q_j^i(t), i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

$$q_j^i(t) = C_{j-5}^i b_{-5} + C_{j-4}^i b_{-4} + C_{j-3}^i b_{-3} + C_{j-2}^i b_{-2} + C_{j-1}^i b_{-1} + C_{j-0}^i b_{-0}(t) \quad (2)$$

Esta trajetória desenvolvida, remete a movimentos suaves, de modo a garantir deslocamentos com velocidades constantes, o que não irá comprometer o resultado da peça a ser produzida, garantindo assim que sua qualidade não seja influenciada por essa variável (Lin *et al.*, 1995).

O modelo proposto para os movimentos cooperativos entre os manipuladores está baseado em um controle descentralizado (Sun *et al.*, 2002), em que cada robô é controlado separadamente por seu próprio controlador local, com troca de informações através de meios físicos entre eles para interfaces.

A sincronização dos movimentos dos robôs baseado na técnica de controle mantém as relações cinemáticas, a partir da otimização de erros de posicionamentos, de modo a correlacionar o problema de coordenação com a cinemática dos manipuladores.

A programação dos movimentos dos dois manipuladores que possuem características de serem antropomórficos, é através da posição relativa entre a tocha e a peça, de modo a manter sempre uma relação de posição perpendicular para garantir cordões homogêneos e de boa qualidade, e é baseado na relação entre as matrizes de transformação homogênea, as trajetórias cartesianas serão convertidas nos ângulos das juntas de cada manipulador. Estes ângulos são obtidos através da cinemática inversa. A relação posição/orientação entre os TCP's (*Tool Center Point*) de cada manipulador pode ser modelada através da clássica formulação proposta por Paul (1982), conforme a Eq. (3):

$$Base * T6_{WT} * Tool_{WT} = T6_p * Tool_p * WCM \quad (3)$$

Onde, as variáveis $Base$, $T6_{WT}$, $Tool_{WT}$, $T6_p$, $Tool_p$, e WCM , são representados por matrizes de transformação homogênea.

A tocha está montada no robô ASEA que possui 5 graus de liberdade, enquanto que o substrato é manipulado pelo robô Motoman que possui 1 grau de liberdade a mais que o primeiro robô.

A diferença entre a posição e orientação dos dois robôs deve permanecer constante para que no caso da soldagem seja mantido os parâmetros, como *stickout*, velocidade de soldagem, e as restrições de posicionamento da peça e da cinemática dos manipuladores. Suas posições são representadas por $x_{Rob1}(t)$ e $x_{Rob2}(t)$, estarão sujeitas as funções de sincronismo dada pela Eq. (4)

$$f(x_{Rob1}, x_{Rob2}) = x_{Rob1}(t) - x_{Rob2}(t) - A = 0 \quad (4)$$

sendo A um vetor constante (Henriques; Bracarense, 2003). Os erros devem satisfazer a Eq.(5)

$$e_{Rob1}(t) - e_{Rob2}(t) = 0 \quad (5)$$

o que remete a uma convergência dos erros, ou seja, tenda a zero, de modo a manter a coordenação entre os robôs bem definida.

Para que a geração da trajetória da deposição das sucessivas camadas seja possível um modelo simples 3D foi elaborado através de um software CAD, e de modo a utilizar o manipulador robótico retrofitado por Bomfim (2013) e adicionado sistema de visão por Coelho (2016), uma vez que todo o controle cinemático e programação é através de linguagem não proprietária desenvolvida em Matlab® o que permite uma integração com outros programas.

RESULTADOS

A Figura 5, mostra representações de alguns modelos desenvolvidos, em (a) tem-se uma semicircunferência, de raio interno de 40mm, espessura de 2,5mm e altura de 50mm, e em (b) duas condições em que se desenvolve uma geometria com 50mm de comprimento e altura, e 5 mm de largura, sendo uma parede totalmente perpendicular e outra com inclinação de 45°, e para a confecção desta é necessário o movimento de inclinação da tocha realizado pelo Rob1, enquanto que o Rob2 mantém a peça sempre na horizontal.

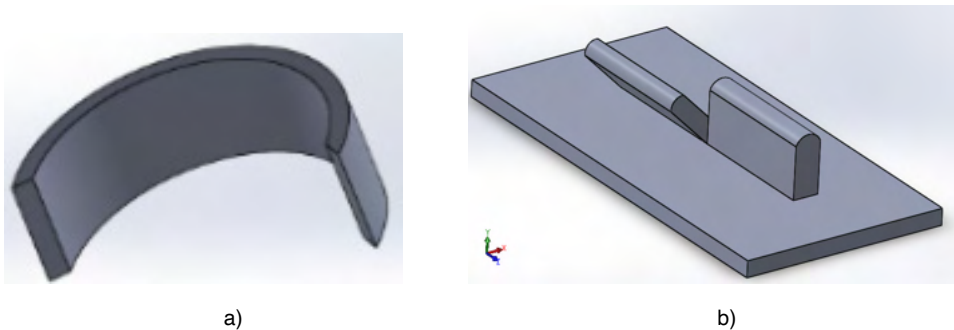


Figura 5: Exemplos de desenvolvimento.

A partir da figura gerada no software CAD, a mesma foi convertida para a linguagem STL (*STereoLithography*), que em manufatura aditiva é o formato de arquivo interpretado pelas máquinas para construir o modelo 3D, este formato STL utiliza os dados de forma binária ou ASCII para as facetas triangulares para aproximar a forma do objeto (ASTM, 2011).

Utilizando as potencialidades de uma linguagem de programação orientada a objeto, foi possível criar um banco de dados que compõe as coordenadas da peça baseada em suas vistas ortogonais. Dessa forma, é possível interpretar as informações geométricas modeladas por qualquer *software* CAD. A Figura 6 apresenta o resultado da conversão do STL para coordenadas no Matlab®.

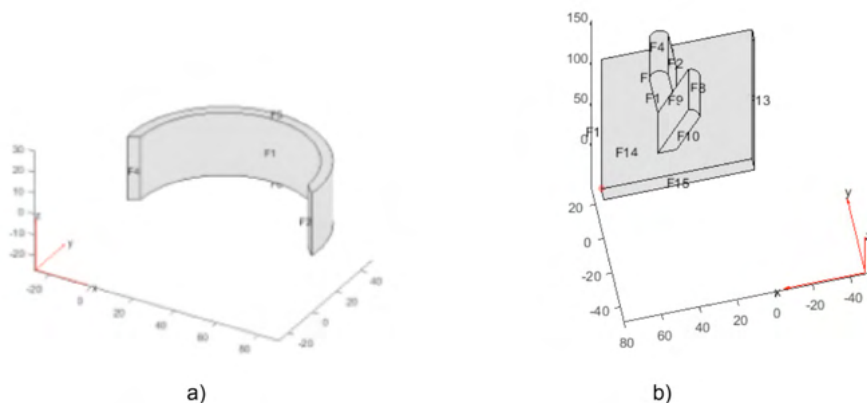


Figura 6: Interpretação do modelo CAD no Matlab®

Através dos resultados proporcionados pelo algoritmo desenvolvido é possível obter as coordenadas desta peça e importar estes valores para uma planilha, como mostra a Figura 7. Os dados obtidos pelo algoritmo são organizados, e discretizados indicando a quantidade de passes a serem depositados para obter a altura de acordo com o desenho desenvolvido para a proposta da peça. A proposta de deposição das camadas é considerando o modo *raster* (Votapo *et al.*, 2017). Como resultado, na planilha são apresentadas as coordenadas (x, y e z) de cada uma das faces, e é possível obter os valores cartesianos também das quinas e vértices que são utilizados para programar a trajetória dos manipuladores.

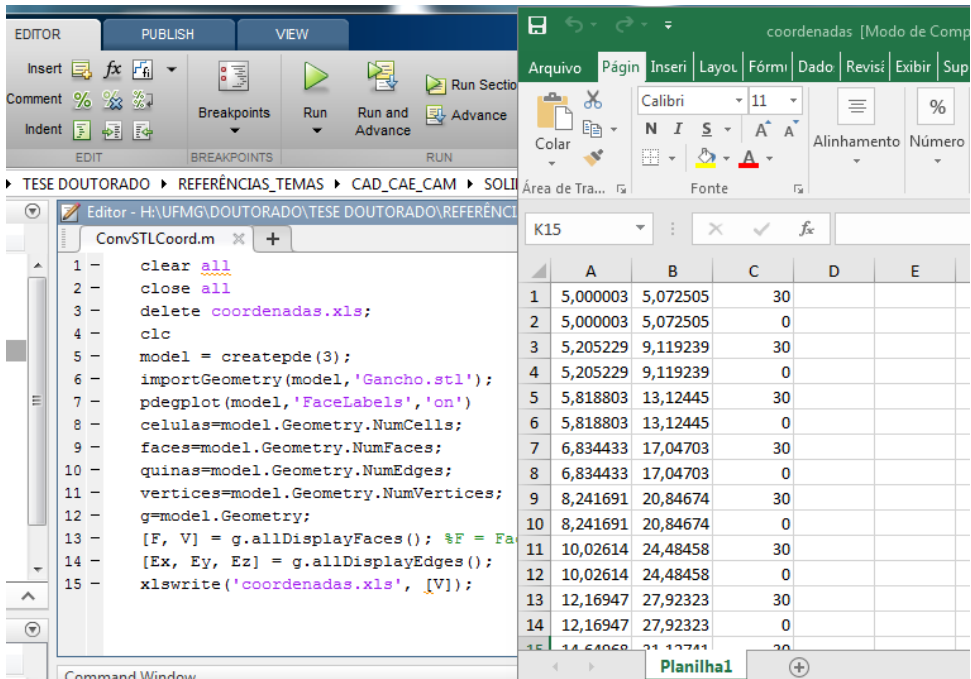


Figura 7 - Algoritmo em Matlab® e valores listados pós conversão do modelo CAD.

A Figura 8, traz o resultado das peças obtidas pela técnica de robôs cooperativos, em (a) tem-se a parede totalmente perpendicular, e em (b) é apresentada a parede que foi confeccionada com a inclinação da tocha foi em 45° da perpendicular, e este valor foi atingido com precisão.

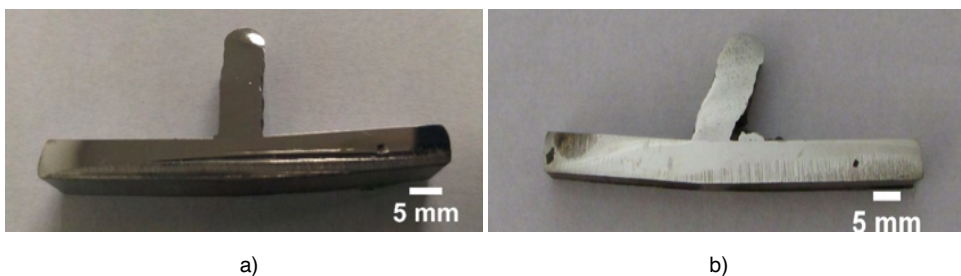


Figura 8 – Resultado da peça atingida.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O controle de coordenação direto e simples para a implementação da proposta para uso de manipuladores robóticos para que possam ser utilizados em processos de soldagem para promover a aplicação em manufatura aditiva de peças com as mais diversas

geometrias e complexidades, se demonstra favorável frente ao desafio.

Para que se obtenha cordões que são depositados em múltiplas camadas em uma geometria mais regular possível, é interessante que se mantenha o posicionamento da tocha em relação a peça, na posição plana controle de coordenação direto e simples para a implementação da proposta para uso de manipuladores robóticos para que possam ser utilizados em construção de peças baseado na técnica de Manufatura Aditiva Metálica, por meio de processos de soldagem convencionais.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, é possível dizer que o uso de manipuladores robóticos de forma cooperativa, apresenta como uma alternativa viável para a automação e produção através de processo de soldagem, principalmente para a manufatura aditiva de peças com elevado nível de complexidade.

O uso dos manipuladores robóticos, sendo que um utiliza linguagem proprietária e o outro foi retrofitado, e com seu sistema de controle desenvolvido, apresentou resultados satisfatórios, permitindo assim seu uso, mesmo com o robô apresentando um grau de liberdade a menos em relação ao seu “parceiro”.

Este trabalho não tem o intuito de se tornar exaustivo o assunto, com isso, estudos ainda estão sendo desenvolvidos para estudar uma otimização na escolha dos parâmetros e um maior entendimento de suas influencias durante o processo. É sabido que de posse de conhecimentos sólidos sobre, cinemática, manufatura aditiva metálica aplicada por processos de soldagem convencional, e simulações, será possível contribuir no desenvolvimento da técnica.

Apesar de não ter sido abordado neste trabalho sobre a produtividade, estudos serão realizados de modo a obter uma melhor eficiência da célula robotizada, uma vez que, o tempo gasto na execução na fabricação de uma peça pode ser influenciada pelos tempos gastos de reposicionamento do TCP. Para o caso da manufatura aditiva metálica que sobre da imposição sucessivo de calor, isso pode se tornar um fator que não permite a redução do tempo de ciclo, mas uma vez tratado o fluxo de calor imposto na peça, um aumento da produtividade pode ser obtido apenas com as reduções dos tempos de posicionamento da ferramenta, que no caso deste artigo proposto seria a peça.

Com os resultados obtidos de forma inicial, é possível considerar que a utilização da proposta para aplicação na Manufatura Aditiva, apresenta uma possibilidade de aproveitamento e melhoria da qualidade, baseado nos parâmetros de soldagem (otimização) e estratégia de controle e posicionamento dos manipuladores.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao apoio recebido pelo Laboratório de Robótica Soldagem e Simulação da Universidade Federal de Minas Gerais, por disponibilizarem os recursos necessários para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Alberti, E. A.; Silva, L.; D'oliveira, A. S. C. M., Manufatura Aditiva: O Papel da Soldagem Nesta Janela de Oportunidade. *Soldagem e Inspeção*, v.19, n.2, p. 190-198,2014.

Allen, T. T.; Richardson, R. W.; Tagliabue, D. P.; Maul, G. P., Statistical Process Design for Robotic GMAW Welding of Sheet Metal. *Welding Journal*, pages 69--S to 77--S, May 2002.

ASTM. (2011). Designation: F2792-12a: Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies.

Bomfim, M. H. S., Remanufatura de Manipuladores Robóticos Industriais Utilizando Arquitetura Aberta, Dissertação de Mestrado, UFMG, 2013.

Coelho, F. G. C., Desenvolvimento de um Sistema de Visão de Baixo Custo Utilizando um Manipulador Robótico Industrial Visando a Automatização de Processo de Soldagem, Dissertação de Mestrado, UFMG, 2016.

Henriques, R. V. B.; Bracarense, A. Q., Cooperação de Robôs na Soldagem de Peças com Geometria Complexa, 2º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, UFU, 2003

Lin, Rong-Ho Lin, Fischer, G. W., An On-line Arc Welding Quality Monitor and Process Control System. In *International IEEE/IAS Conference on Industrial Automation and Control: Emerging Technologies*, pages 22--29, May 1995.

Paul, R. P., *Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control*. M.I.T Press, Cambridge, MA., 1982.

Sun, D.; Mill, J. K., Adaptive Synchronized Control for Coordination of Two Robot Manipulators. *IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA '02*, 1:976 --981, 2002.

Uziel, A., Looking at Large-Scale, Arc-Based Additive Manufacturing, *Welding Journal*, April 2016.

Volpato, N.; Foggiatto, J.A.; Lima, M. V. A.; Manczak, T., Uma Otimização da Estratégia de Preenchimento do Processo FDM. Núcleo de Prototipagem e Ferramental (NUFER), Av. Sete de Setembro, 3165, CEP.80230-901 Curitiba-PR

SOBRE O ORGANIZADOR

ERNANE ROSA MARTINS - Pós-Doutorado em E-learning pela Universidade Fernando Pessoa (UFP). Doutor em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa (UFP), em Porto/ Portugal, reconhecido como equivalente ao curso de Doutorado em Ciência da Informação, da UnB. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela UCG, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1543-1108>. Página pessoal: <https://ernanemartins.wordpress.com/>

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 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