



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO
CONHECIMENTO

Larissa Mariany Freiburger Pereira

**IAA/CD: Instrumento de Análise de Aderência da Ciência Digital para
Instituições de Ensino Superior Brasileiras**

Florianópolis

2023

Larissa Mariany Freiberger Pereira

**IAA/CD: Instrumento de Análise de Aderência da Ciência Digital para
Instituições de Ensino Superior Brasileiras**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientador(a): Prof., Dr. Roberto Carlos dos Santos Pacheco

Coorientador: Prof., Dr. José Leomar Todesco

Florianópolis

2023

Pereira, Larissa Mariany Freiburger

IAA/CD : Instrumento de Análise de Aderência da Ciência Digital para Instituições de Ensino Superior Brasileiras / Larissa Mariany Freiburger Pereira ; orientador, Roberto Carlos dos Santos Pacheco, coorientador, José Leomar Todesco, 2023. 153 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Ciência Digital. 3. Transformação Digital. 4. Design Science Research. I. Pacheco, Roberto Carlos dos Santos. II. Todesco, José Leomar. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. IV. Título.

Larissa Mariany Freiburger Pereira

IAA/CD: Instrumento de Análise de Aderência da Ciência Digital para Instituições de Ensino Superior Brasileiras

O presente trabalho em nível de Doutorado foi avaliado e aprovado, em 25 de agosto de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Neri dos Santos, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a. Patrícia de Sá Freire, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ricardo José Rabelo, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Valdir Fernandes, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Insira neste espaço a
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a
assinatura digital

Prof.(a) Roberto Carlos dos Santos Pacheco, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2023.

Dedico esta tese de doutorado aos missionários da Comunidade Católica Shalom e, de modo particular, aos meus irmãos da Comunidade de Aliança que, como eu, são chamados ao seguimento a Nosso Senhor Jesus Cristo e Seu Evangelho em meio à vivência familiar e atividades profissionais do século presente, colocando, porém, a vocação como a grande prioridade de suas vidas. Esta conquista só foi capaz porque, olhando para a vida ofertada de cada um de vocês, encontrei força e sentido para enfrentar os desafios que surgiram ao longo deste percurso.

AGRADECIMENTOS

Tendo chegado ao fim desta etapa, transbordo-me em gratidão!

A Deus, meu Criador, meu Pai e meu Salvador, por me sustentar até aqui com Seu Amor Fiel, Gratuito, Infinito e Incondicional.

Aos meus pais, Dênea Regiani Freiberger Pereira e José Pereira Filho, que me ofertam constantemente em vista da missão, do trabalho e dos estudos.

À minha irmã, Ana Paula Freiberger Pereira, por ser lugar de descanso sempre, em qualquer situação.

Ao meu orientador, Dr. Roberto Carlos dos Santos Pacheco, por acreditar em mim e constantemente compartilhar seu conhecimento e experiência.

À Prof.^a Patrícia de Sá Freire, pelo suporte e motivação no tempo oportuno.

À Banca Avaliadora, por todas as contribuições.

À Comunidade Católica Shalom, esta que é a minha casa e minha família, em especial às autoridades das missões de Florianópolis e de Cuiabá, por acreditarem que o Doutorado faz parte da vontade de Deus para mim e por tantas vezes me ofertarem em vista da conclusão desta etapa.

Às grandes amigas e irmãs, Danires, Marcele, Larissa, Tuany, Jociane, Raísa e Rubslaine, que me acompanharam com suas vidas e suas orações e, por vezes, foram socorro diante dos desafios. A vocês toda minha gratidão!

Por fim, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa a mim concedida, possibilitando a realização da presente pesquisa.

O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um vasto oceano. O arranjo maravilhoso e a harmonia do universo não poderiam senão sair de um Ser Onisciente e Onipotente.

(Isaac Newton)

RESUMO

A Transformação Digital é um fenômeno que vem sendo vastamente discutido não somente pela comunidade científica, mas por diversos setores da sociedade. Nesse sentido, a Transformação Digital, onde atua, gera impactos em três dimensões, a saber: (1) tecnológica: a Transformação Digital tem como base o uso de novas tecnologias digitais, como mídias sociais, dispositivos móveis e dispositivos embarcados; (2) organizacional: a Transformação Digital requer mudança de processos organizacionais e a criação de novos modelos de negócio; e (3) social: a Transformação Digital é um fenômeno que está influenciando todos os aspectos da vida humana. O Ensino Superior vem sendo amplamente impactado pela Transformação Digital e isto se tornou ainda mais evidente em tempos de pandemia, quando o “novo normal” compeliu a uma transformação radical, sobretudo no que tange ao processo de ensino-aprendizagem: as universidades evoluíram, em tempo recorde, para o ensino *online*, implementando novos recursos tecnológicos e adaptando outros já existentes. Apesar de avanços notáveis pelas Instituições de Ensino Superior (IES), sobretudo pelas ações disruptivas necessárias durante a pandemia, os impactos e processos da Transformação Digital nessas instituições ainda são incipientes e, por isso, as IES têm ficado para trás, nesse contexto, em relação às indústrias e organizações. Para avançarem rumo à Transformação Digital, as IES devem implementar estratégias que envolvem seu *core business* (no caso das IES brasileiras, o ensino, a pesquisa e a extensão). Quando se fala em Transformação Digital, tenso como enfoque o processo de pesquisa, surge o conceito de Ciência Digital: um sistema compartilhado por comunidades científicas e atores sociais, engajados na resolução de problemas complexos, tendo como base o bem comum e o compartilhamento de métodos, dados, informações e infraestrutura tecnológica e metodológica. A presente pesquisa tem como objetivo desenvolver um instrumento de análise de aderência das IES brasileiras à Ciência Digital (IAA/CD), visto que, para evoluir no modelo Transformação Digital, é fundamental que qualquer organização possa, em um primeiro momento, avaliar seu estado atual. O IAA/CD foi desenvolvido considerando as dimensões Tecnologia, Transdisciplinaridade e Cultura *Openness* e seus 11 fatores e 17 critérios de análise apoiado no método *Design Science Research*, orientado à solução de problemas. O IAA/CD passou por uma etapa de validação com especialista de domínio e, em sua segunda versão, foi aplicado em uma IES brasileira de grande porte, com intensa atividade de pesquisa, contando com três respondentes que atuam em seu nível estratégico. Observou-se que as percepções dos respondentes foram consideravelmente heterogêneas e este aspecto pode indicar que a estratégia de Transformação Digital da IES ainda não é consolidada e não é conhecida por todos os envolvidos. Além disso, é possível que os respondentes tenham considerado seu contexto específico (grupo de pesquisa, Programa de Pós-graduação, entre outros) e este fato pode indicar que há dissimilitude na aderência à Transformação Digital pelos diversos grupos e núcleos da IES e, nesse sentido, pode-se notar falta ou fragilidade na estratégia institucional de Transformação Digital. Outras análises mais minuciosas são apresentadas ao longo deste documento acerca do IAA/CD.

Palavras-chave: Transformação Digital; Ciência Digital; *Design Science Research*.

ABSTRACT

Digital Transformation is a phenomenon that has been widely discussed not only by the scientific community, but by various sectors of society. In this sense, the Digital Transformation, where it operates, generates impacts in three dimensions, namely: (1) technological: the Digital Transformation is based on the use of new digital technologies, such as social media, mobile devices and embedded devices; (2) organizational: Digital Transformation requires changing organizational processes and creating new business models; and (3) social: Digital Transformation is a phenomenon that is influencing all aspects of human life. Higher Education has been largely impacted by the Digital Transformation and this has become even more evident in times of a pandemic, when the “new normal” forced a radical transformation, especially regarding the teaching-learning process: universities evolved, in record time, to online teaching, implementing new technological resources and adapting existing ones. Despite notable advances by Higher Education Institutions (HEIs), especially due to the disruptive actions necessary during the pandemic, the impacts and processes of Digital Transformation in these institutions are still incipient and, therefore, HEIs have been lagging behind, in this context, in relation to industries and organizations. To advance towards Digital Transformation, HEIs must implement strategies that involve their core business (in the case of Brazilian HEIs, teaching, research and extension). When talking about Digital Transformation, tense as a focus on the research process, the concept of Digital Science emerges: a system shared by scientific communities and social actors, engaged in solving complex problems, based on the common good and the sharing of methods, data, information and technological and methodological infrastructure. The present research aims to develop an instrument for analysing the adherence of Brazilian HEIs to Digital Science (IAA/CD) since, in order to evolve in the Digital Transformation model, it is fundamental that any organization can, in a first moment, evaluate its current state. The IAA/CD was developed considering the dimensions of Technology, Transdisciplinarity and Openness Culture and its 11 factors and 17 analysis criteria supported by the Design Science Research method, oriented to problem solving. The IAA/CD went through a validation stage with a domain expert and, in its second version, was applied in a large Brazilian HEI, with intense research activity, with three respondents who work at its strategic level. It was observed that the respondents' perceptions were considerably heterogeneous and this aspect may indicate that the HEI's Digital Transformation strategy is not yet consolidated and is not known by all those involved. In addition, it is possible that the respondents considered their specific context (research group, Postgraduate Program, among others) and this fact may indicate that there is dissimilarity in the adherence to Digital Transformation by the different groups and nuclei of the HEI and, in this sense, one can notice a lack or weakness in the institutional strategy of Digital Transformation. Other more detailed analyzes are presented throughout this document about the IAA/CD.

Keywords: Digital Transformation; Digital Science; Design Science Research.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases do Processo de Transformação Digital nas Organizações.....	17
Figura 2 - Transformação Digital no Setor Industrial	18
Figura 3 - Evolução dos constructos Acesso Aberto, Ciência Aberta e Ciência Digital	30
Figura 4 - As Revoluções Industriais.....	42
Figura 5 - Fases da Transformação Digital em IES.....	51
Figura 6 - Principais elementos da Ciência Digital	56
Figura 7 - Visão Geral da Ciência Digital	57
Figura 8 - Dimensões e Fatores da Ciência Digital	59
Figura 9 - Procedimentos Metodológicos usando a DSR.....	86
Figura 10 - Processo da Revisão Sistemática.....	89
Figura 11 - Processo de Construção do Instrumento de Análise de Aderência das IES brasileiras à Ciência Digital	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos do PPGEGC 2	28
Quadro 2 - Escolas de Pensamento da Ciência Aberta	36
Quadro 3 - Instrumentos de Análise ou Mensuração de Aderência de IES à Transformação Digital	65
Quadro 4 - Áreas e Elementos do <i>Framework</i> DMFHEI	66
Quadro 5 - Elementos-chave para Mensuração da Maturidade Digital	68
Quadro 6 - Áreas e Elementos-chave do UniDigMaturity	70
Quadro 7 - Áreas e Fatores de Condições e de Resultados	75
Quadro 8 - Áreas, Elementos-chave e Fatores relacionados à Transformação Digital da Ciência em IES.....	78
Quadro 9 - Principais críticas às ciências tradicionais.....	82
Quadro 10 - Artefatos da Design Science	83
Quadro 11 - Critérios para Revisão Sistemática (PICO)	88
Quadro 12 - Artigos Incluídos na Revisão Sistemática	90
Quadro 13 - Dimensões, Fatores e Critérios de Análise do IAA/CD	96
Quadro 14 - Fonte dos Critérios de Análise	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de Trabalhos por Constructo no BTD/PPGEGC	27
Tabela 2 - Avaliação Geral por Respondente.....	120
Tabela 3 - Avaliação da TRANSDISCIPLINARIDADE por Respondente	122
Tabela 4 - Avaliação da TECNOLOGIA por Respondente	124
Tabela 5 - Avaliação da CULTURA <i>OPENNESS</i> por Respondente.....	127

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Radar das Dimensões da Transformação Digital em IES.....	20
Gráfico 2 - Quantidade de Documentos sobre Transformação Digital na Base de Dados Scopus	40
Gráfico 3 - Avaliação dos Critérios de Análise por Respondente	121
Gráfico 4 - Avaliação da Dimensão TRANSDISCIPLINARIDADE por Respondente	123
Gráfico 5 - Análise da Dimensão TECNOLOGIA por Respondente	126
Gráfico 6 - Análise da Dimensão CIÊNCIA ABERTA/CULTURA OPENNESS por Respondente	129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i> (Interface de Programação de Aplicações)
BOAI	<i>Budapest Open Access Initiative</i>
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COVID	<i>Corona Virus Disease</i> (Doença do Coronavírus)
CRM	<i>Costumer Telationship Management</i> (Gestão de Relacionamento com o Cliente)
DGP	Diretório de Grupos de Pesquisa
DSR	<i>Design Science Research</i>
EC	<i>European Commission</i> (Comissão Europeia)
IA	Inteligência Artificial
IAA/CD	Instrumento de Análise de Aderência à Ciência Digital
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IES	Instituição de Ensino Superior
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologias e Inovações
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PPGEGC	Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento
TI	Tecnologia da Informação
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	16
1.2 PROBLEMÁTICA	18
1.3 PERGUNTA DE PESQUISA	22
1.4 OBJETIVOS	22
1.4.1 Objetivo Geral	22
1.4.2 Objetivos Específicos	23
1.5 JUSTIFICATIVA, INEDITISMO E ORIGINALIDADE DA TESE	23
1.6 LIMITAÇÃO E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	25
1.7 ADERÊNCIA AO PPGEGC	26
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	30
2.1 ACESSO ABERTO	31
2.2 CIÊNCIA ABERTA	35
2.3 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL.....	39
2.3.1 Transformação Digital na Indústria	42
2.3.2 Transformação Digital nas Organizações	43
2.3.3 Transformação Digital no Setor Público	45
2.3.4 Transformação Digital nas IES	47
2.3.4.1 <i>Ciência Digital</i>	54
2.3.4.1.1 Tecnologia	59
2.3.4.1.2 Transdisciplinaridade.....	61
2.3.4.1.3 <i>Cultura Openness</i>	64
3 ESTADO DA ARTE	65
3.1 <i>FRAMEWORK</i> DE MATURIDADE DIGITAL PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (DMFHEI)	66
3.2 ZULUNOVA E MUDRAK (2023).....	68
3.3 UNIDIGMATURITY	70
3.4 SHINDINA ET AL. (2022).....	75
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	77
4 METODOLOGIA DA PESQUISA	81
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	81
4.2 VISÃO EPISTEMOLÓGICA	82

4.3 MÉTODO DE PESQUISA	84
4.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	85
4.4.1 Identificação do Problema	86
4.4.2 Construção do Arcabouço Teórico	88
4.4.3 Proposição do Artefato	90
4.4.4 Verificação do Artefato.....	91
4.4.5 Comunicação dos Resultados da Pesquisa	92
5 INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE ADERÊNCIA DAS IES À CIÊNCIA DIGITAL (IAA/CD/CD)	94
5.1 DIMENSÃO 1: TRANSDISCIPLINARIDADE.....	97
5.2 DIMENSÃO 2: TECNOLOGIA.....	101
5.3 DIMENSÃO 3: CULTURA <i>OPENNESS</i>	106
5.4 FONTE DOS CRITÉRIOS DE ANÁLISE	112
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	119
6.1 ANÁLISE GERAL	119
6.2 ANÁLISE DA DIMENSÃO 1: TRANSDISCIPLINARIDADE.....	121
6.3 ANÁLISE DA DIMENSÃO 2: TECNOLOGIA.....	124
6.4 ANÁLISE DA DIMENSÃO 3: CULTURA <i>OPENNESS</i>	127
7 CONCLUSÕES	131
7.1 QUANTO AO CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS DA TESE	131
7.2 QUANTO AO IAA/CD	132
7.3 QUANTO AOS TRABALHOS FUTUROS.....	134
REFERÊNCIAS.....	135
APÊNDICE A – PRIMEIRA VERSÃO DO IAA/CD	148

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta a tese em termos gerais e trata de questões como a contextualização, a problematização, o objetivo geral da pesquisa, bem como seus objetivos específicos. Serão apresentados ainda a justificativa para que a pesquisa fosse desenvolvida, sua aderência ao Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina – PPGE/GC/UFSC – e questões relacionadas à sua originalidade e ineditismo, bem como suas limitações e delimitadores.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Transformação Digital é um fenômeno que vem sendo vastamente discutido não somente pela comunidade científica, mas por diversos setores da sociedade. O termo foi mencionado pela primeira vez por Patel e McCarthy (2000) e, naquele contexto, os autores o associaram ao processo de digitalização, mas não chegaram a defini-lo formalmente (TOLBOOM, 2016; PACHECO; SANTOS; WAHRHAFTIG, 2020).

Apesar disso, a literatura aponta que Digitalização e Transformação Digital não são sinônimos e não se referem ao mesmo fenômeno. Na verdade, o processo de digitalização diz respeito ao uso de Tecnologias da Informação para alterar e aprimorar processos de negócio existentes e precede a Transformação Digital. Esta, por sua vez, trata-se de um fenômeno que gera mudanças disruptivas no contexto em que se insere, levando ao desenvolvimento de novos modelos de negócio (OSMUNDSSEN; IDEN; BYGSTAD, 2018; VENKATRAMAN, 2017; ALENEZI, 2021; VERHOEF et al., 2021; RODRÍGUEZ-ABITIA; BRIBIESCA-CORREA, 2021; GKRIPIZI; PERISTERAS, 2022).

A primeira definição formal da Transformação Digital foi dada em 2004 por Stolterman e Fors (2004, p. 689), afirmando que a Transformação Digital deveria ser entendida “como as mudanças que as tecnologias digitais causam ou influenciam em todos os aspectos da vida humana”.

Para Pacheco, Santos e Wahrhaftig (2020, p. 99), “ainda sem uma definição de consenso, a noção de Transformação Digital ficou cada vez mais de acordo com o

que Stolterman e Fors (2004) propuseram, pois passou a ser compreendida como um fenômeno que, embora seja viabilizado por tecnologia, não é de natureza exclusivamente tecnológica”.

Verhoef et al. (2021) consideraram três fases distintas no processo de mudança digital, até que se possa dizer que uma organização foi ou está sendo impactada pela Transformação Digital: (1) Digitação; (2) Digitalização; e (3) Transformação Digital (Figura 1).

Figura 1 - Fases do Processo de Transformação Digital nas Organizações



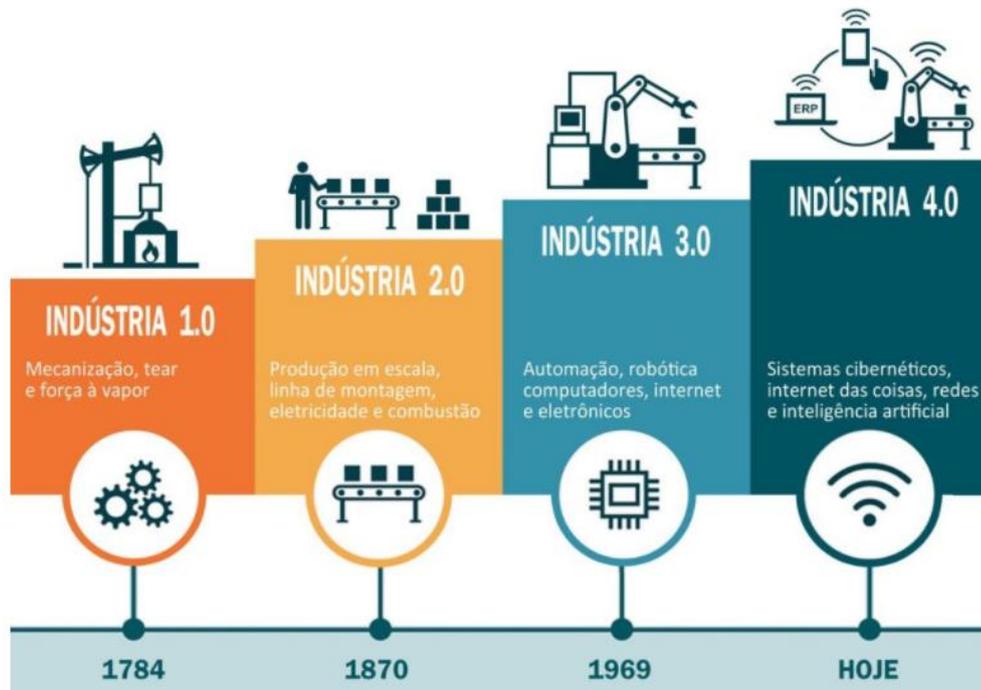
Fonte: Adaptado de Verhoef et al. (2021)

A Transformação Digital esteve, inicialmente, fortemente relacionada à indústria e, de modo específico, à chamada 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0 (Figura 2), mas, atualmente, o constructo tem sido relacionado na literatura principalmente ao universo dos negócios e muito se fala da Transformação Digital nas organizações (VIAL, 2019).

Verhoef et al. (2021) trazem alguns exemplos nesse sentido: (1) empresas varejistas tradicionais, como a RadioShack e Claire's (grandes varejistas norte-americanas) foram superadas por varejistas online, como Amazon e Alibaba; (2) a atuação do Spotify mudou radicalmente a indústria musical; (3) Netflix e outros

serviços de *streaming* redefiniram a indústria cinematográfica e, por fim; (4) empresas como Booking e Airbnb alteraram fundamentalmente o modelo de negócio hoteleiro.

Figura 2 - Transformação Digital no Setor Industrial



Fonte: Wert Ambiental¹

Para além da indústria e das organizações, o constructo tem sido utilizado para fazer referência às transformações disruptivas potencializadas pelas novas tecnologias digitais em outros contextos (REIS et al., 2018). Nesse sentido, não é incomum ouvirmos falar sobre a Transformação Digital da educação, da ciência, da economia, do setor governamental, entre outros (GRAY; RUMPE, 2017).

1.2 PROBLEMÁTICA

A literatura aponta que o ensino superior também vem sendo amplamente impactado pela Transformação Digital (BENAVIDES et al., 2020; GARCÍA-MORALES; GARRIDO-MORENO; MARTÍN-ROJAS, 2021; RODRÍGUEZ-ABITIA; BRIBIESCA-CORREA, 2021; GKRIMPIZI; PERISTERA, 2022) e esta verdade se tornou ainda mais evidente em tempos de pandemia:

¹ Disponível em: < https://wertambiental.com.br/2019/01/15/industria_4-0/>. Acesso em 20 nov. 2021.

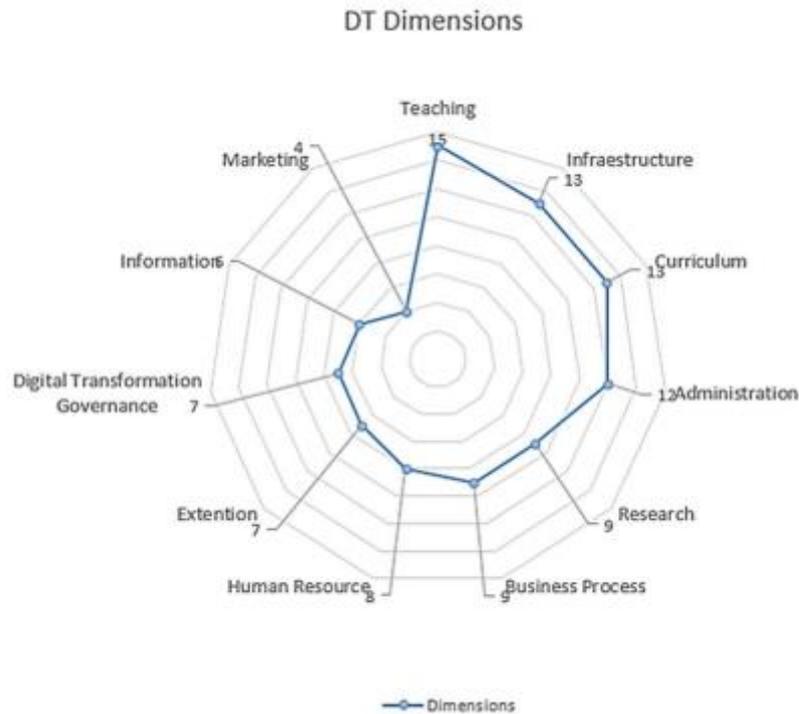
A realidade do novo normal, perturbado pelos efeitos do COVID, envolveu uma transformação radical da educação [...] e um dos setores que está passando por uma Transformação Digital dramática é o ensino superior global. O súbito fechamento forçado do ensino presencial levou acadêmicos e alunos a um “terreno desconhecido” devido à necessidade de se adaptar rapidamente às configurações do *e-learning*. Essa mudança repentina exigiu que as universidades evoluíssem para o ensino *online* em tempo recorde, implementando e adaptando os recursos tecnológicos disponíveis e envolvendo professores e pesquisadores que carecem de capacidades tecnológicas inatas para o ensino *online* (GARCÍA-MORALES; GARRIDO-MORENO; MARTÍN-ROJAS, 2021, p. 2).

Apesar de avanços notáveis neste sentido pelas IES, sobretudo pelas ações disruptivas necessárias durante a pandemia, os impactos e processos da Transformação Digital nessas instituições ainda são incipientes e, por isso, as IES têm ficado para trás, nesse contexto, em relação às indústrias e organizações (ALENEZI, 2021; RODRÍGUEZ-ABITIA; BRIBIESCA-CORREA, 2021).

De modo geral, a Transformação Digital no setor educacional envolve o uso de novas tecnologias digitais com potencial para gerar mudanças até então jamais vistas na sociedade, na economia e demais aspectos da esfera social (SHENKOYA; KIM, 2023) e, por isso, este fenômeno não pode ser entendido como uma mera incorporação de tecnologias digitais por parte das IES em seus processos (ALENEZI, 2021).

Diversas dimensões das Instituições de Ensino Superior têm sido impactadas pelos processos de Transformação Digital: ensino, infraestrutura, currículo, administração, pesquisa, processos de negócio, recursos humanos, extensão, governança da Transformação Digital, informação e *marketing*. O Gráfico 1 apresenta o esquema radial das dimensões que, em uma IES, têm sido impactadas pela Transformação Digital ou precisaram intervir nos processos de Transformação Digital. É possível observar que o ensino tem sido a dimensão que mais se relaciona com a Transformação Digital, enquanto a dimensão de *marketing* está mais à parte deste fenômeno (BENAVIDES et al., 2020).

Gráfico 1 - Radar das Dimensões da Transformação Digital em IES



Fonte: Benavides et al. (2020, p. 9).

Para Alenezi (2021), a Transformação Digital nas IES deve considerar o *core business* ou a razão de ser dessas instituições: “ensino e aprendizagem, pesquisa e serviço comunitário” (p. 6). Traduzindo esses termos para a realidade brasileira, segundo nossa Constituição Federal, temos os 3 pilares das universidades: Ensino, Pesquisa e Extensão (BRASIL, 1988).

Rodrigues (2017) corrobora com esta premissa em certo grau (isto porque o autor não considera o pilar EXTENSÃO) argumentando que as ações de Transformação Digital nas IES devem considerar os três principais componentes de qualquer estratégia digital: *stakeholders* (alunos, ex-alunos, professores, administração, sociedade em geral, etc), tecnologias emergentes (*big data*, computação em nuvem, inteligência artificial, realidade aumentada e virtual, aplicativos móveis, mídias sociais, Internet das Coisas, etc) e processos centrais (administração, ensino e pesquisa).

Quando falamos de Transformação Digital tendo como enfoque o processo central da pesquisa (RODRIGUES, 2017) surge o conceito de Ciência Digital que, segundo Pacheco, Nascimento e Weber (2018, p. 382), trata-se de “um sistema compartilhado por comunidades científicas e sociais engajadas na solução de

problemas complexos baseados no bem comum e compartilhando um conjunto de métodos, dados, informações e infraestrutura tecnológica e metodológica”.

A Ciência Digital se apresenta nestes dias como uma mudança disruptiva no *modus operandi* de se fazer ciência, exigindo novos métodos, novas ferramentas, novas tecnologias e novas infraestruturas (EC, 2013; PACHECO; NASCIMENTO; WEBER, 2018).

No Brasil, a produção de conhecimento científico se dá, em sua maior parte, dentro das universidades. Segundo Luiz Davidovich, presidente da Academia Brasileira de Ciências², as universidades públicas brasileiras são responsáveis por mais de 95% da produção científica do país.

Para diagnosticarmos a realidade brasileira acerca da pesquisa, não se pode começar a discussão a partir da Ciência Digital. Antes, é preciso dar um passo atrás e buscar iniciativas voltadas à Ciência Aberta.

Em 14 de Agosto de 2019 o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações publicou a Portaria nº. 3.679³, recriando o Grupo de Trabalho para elaboração de uma política nacional para Ciência Aberta. O Grupo de Trabalho é composto com representantes de diversos órgãos que compõem o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC) e o Ministério da Educação, como o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Todavia, até o momento essa política não foi definida. Esta discussão ainda é incipiente quando comparamos às iniciativas e políticas já consolidadas na comunidade internacional (CLÍNIO, 2019)

Quando analisamos o contexto das universidades brasileiras a realidade não é muito diferente. Ribeiro e Oliveira (2019) afirmam que

A realidade brasileira voltada à Ciência Aberta e aos dados de pesquisa abertos nas universidades públicas federais encontram-se em um estágio incipiente. Tal afirmação baseia-se no número de produções acadêmico-científicas acerca do assunto, nas iniciativas em andamento e da ausência de políticas e diretrizes que guiam essas ações (p. 3).

² Disponível em: < <http://www.abc.org.br/2019/04/15/universidades-publicas-respondem-por-mais-de-95-da-producao-cientifica-do-brasil/> >. Acesso em: 29 dez. 2020.

³ Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-3.679-de-7-de-agosto-de-2019-210511903>>. Acesso em 2 maio 2022.

Santos e Freitas (2020, p. 13) corroboram com os autores e, analisando políticas institucionais de universidades federais brasileiras, concluem que nestas não são apresentadas quaisquer informações e/ou diretrizes que remetam “para o avanço das instituições para além dos Dados Abertos até atingir a Ciência Aberta”. Se não há, de fato, a institucionalização da Ciência Aberta nas IES brasileiras, tampouco encontram-se indícios de qualquer processo de institucionalização da Ciência Digital, uma vez que o segundo fenômeno é ainda mais complexo se comparado ao primeiro. Sobre isto, Rodríguez-Abitia e Bibriesca-Correa (2021, p. 14) afirmam que

Fornecer um mecanismo para avaliar o estado da Transformação Digital e sugerir os passos a seguir para evoluir no modelo de transformação é fundamental para qualquer organização. Muitos esforços e modelos foram propostos desde o advento dos computadores no mundo não-militar para a garantia de lucro com o uso da tecnologia da informação nas operações cotidianas. No entanto, este aspecto não tem sido tão plenamente perseguido no setor educacional.

Berghaus e Back (2016) corroboram com Rodríguez-Abitia e Bibriesca-Correa (2021), argumentando que os gestores de qualquer organização precisam entender o seu estado atual em relação à Transformação Digital para, posteriormente, definir uma estratégia de Transformação Digital, priorizando entre diferentes atividades.

1.3 PERGUNTA DE PESQUISA

Diante do exposto, a seguinte pergunta de pesquisa nos orientará ao longo deste caminho:

Como avaliar a aderência das IES brasileiras à Ciência Digital?

1.4 OBJETIVOS

Nas seções abaixo estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos.

1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver um instrumento de análise da aderência das IES brasileiras à Ciência Digital.

1.4.2 Objetivos Específicos

- 1) Definir e caracterizar a *Ciência Digital* como resultado da Transformação Digital da Ciência;
- 2) Identificar, na literatura, as dimensões e fatores que compõem o sistema da Ciência Digital;
- 3) Relacionar as dimensões e fatores da Ciência Digital ao contexto das IES brasileiras, culminando em um instrumento de análise do estado atual dessas instituições;
- 4) Validar o instrumento de análise com especialista do domínio.

1.5 JUSTIFICATIVA, INEDITISMO E ORIGINALIDADE DA TESE

A Transformação Digital, já presente em vários setores da sociedade, alcança nos dias de hoje o âmbito científico e gera um “novo *modus operandi* de produção do conhecimento científico, em que cientistas, cidadãos, estudantes, professores, gestores, empresários, trabalhadores sociais e demais interessados criam e compartilham conhecimento, informações e dados, apoiados por diversas tecnologias, métodos e práticas de diferentes campos do conhecimento” (PACHECO; FERNANDES, 2021, p. 15).

Este fenômeno é o resultado das mudanças digitais observadas na sociedade, bem como do desenvolvimento científico ao longo do tempo (EC, 2013; PACHECO; NASCIMENTO; WEBER., 2018), mas não se limita aos impactos tecnológicos da era digital observado no desenvolvimento científico tradicional. Ao contrário, a Transformação Digital atua de forma transversal sobre aspectos institucionais, culturais, sociais, tecnológicos e políticos (GKRIMPIZI; PERISTERAS, 2022).

A Transformação Digital e seus impactos nas diversas áreas da sociedade está se estabelecendo como constante tema de pesquisa (HANELT et al., 2020), todavia, quando se pensa na Transformação Digital das IES brasileiras, Kenski, Medeiros e Ordéas (2019, p. 145) afirmam que

O ensino superior está imerso em grandes desafios, tendo em vista as demandas e tendências desse novo contexto tecnológico. Estão em xeque a estrutura, o currículo, os espaços, os tempos e os modelos de ensino e aprendizagem utilizados até então, bem como os papéis desempenhados por docentes e estudantes na relação com o conhecimento socialmente válido.

Tratar da Transformação Digital no contexto das IES é fundamental porque, se as IES quiserem permanecer relevantes no contexto mundial, estas devem transformar seus processos (ALENEZI, 2021):

Isto implica na mudança de mentalidade não apenas de professores e gestores universitários. Toda a comunidade acadêmica, os órgãos legisladores dos processos educacionais, governantes e sociedade em geral precisam repensar os modelos e estratégias de formação no ensino superior para lhes garantir novas competências, habilidades e valores condizentes com a realidade tecnológica, pessoal e social vigente (KENSKI; MEDEIROS; ORDÉAS, 2019, p. 146).

A literatura acerca da Transformação Digital em IES não é volumosa e, considerando a área da Ciência, ou Ciência Digital, esta literatura é ainda menos expressiva (PACHECO; NASCIMENTO; WEBER., 2018), uma vez que o enfoque é dado, sobretudo, ao processo de ensino e aprendizagem dessas instituições. O primeiro ponto de justificativa desta pesquisa é exatamente este. Buscamos, com a presente tese, ampliar o conhecimento teórico-científico acerca da Ciência Digital e contribuir para estabelecê-lo como tópico de pesquisa.

Outro ponto que justifica a presente pesquisa é apresentado por Wang et al. (2023, p. 2):

[...] muitas universidades tentam desenvolver estratégias digitais bem definidas para se adaptarem às mudanças substanciais causadas pelo uso de novas tecnologias [...]. Nesse sentido, é necessário [...] se ter uma visão geral do estado atual da Transformação Digital nessas instituições. Também é importante identificar os traços distintivos da Transformação Digital, como atores, dimensões e implementações quando ela ocorre em uma IES. Vale lembrar que o Transformação Digital nas IES tem sido investigado sob vários pontos de vista e a literatura ainda carece de um consenso sobre sua definição.

Doneva, Gaftandzhieva e Totkov (2022, p. 6112) também afirmam que estudos relacionados à Transformação Digital do Ensino Superior são escassos e a maior parte desses estudos “se concentra principalmente no ensino e na competência dos professores para usar as TICs, desenvolver recursos de aprendizagem e cursos online, treinamento, avaliação e atividades de apoio ao aprendizado”.

Nesse sentido, a proposta desta pesquisa vem ao encontro do que fora levantado pelos autores, considerando o contexto brasileiro: desenvolver um instrumento de análise de aderência das IES brasileiras à Transformação Digital no âmbito da pesquisa. Por meio deste instrumento, espera-se obter o estado atual de uma IES em relação à Ciência Digital, isto é, uma “fotografia” da instituição no dado momento em que o instrumento é aplicado.

Isto se faz necessário para que, a partir deste estado atual identificado, as IES possam desenvolver estratégias consistentes para se transformarem na Era Digital, mantendo-se relevantes no contexto social atual.

1.6 LIMITAÇÃO E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Toda universidade brasileira é construída sobre o tripé Ensino-Pesquisa-Extensão. A Constituição Brasileira, em seu artigo 207, dispõe que “as universidades [...] obedecerão ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão” (BRASIL, 1988, p. 123). Dessa forma, “essas funções básicas merecem igualdade em tratamento por parte das instituições de ensino superior, que, do contrário, violarão o preceito legal” (MOITA; ANDRADE, 2009, p. 269).

Na presente pesquisa buscamos entender os efeitos da Transformação Digital em um eixo deste tripé, a Pesquisa, e este recorte faz parte da delimitação desta tese. A Transformação Digital atinge e impacta também os outros eixos deste tripé, todavia entender esses impactos no ensino e na extensão das IES não faz parte do escopo dessa pesquisa.

O instrumento de análise proposto ao final desta tese tem como objetivo analisar a adesão das IES brasileiras à Transformação Digital. Isto é um limite do instrumento de análise proposto que não deverá atender IES fora do Brasil ou outras instituições que não se enquadrem como centro universitário, universidade ou faculdade, visto que, no Brasil, essas são as três modalidades de IES definidas de acordo com o formato, número de cursos e especialização dos professores.

O instrumento de análise proposto é descritivo. Isso implica em uma atuação no estágio inicial do processo de análise de um evento, auxiliando na obtenção de uma visão razoável da natureza e do padrão da realidade observada (DESHPANDE; SHARMA; PEDDOJU, 2019). A análise descritiva se propõe a responder perguntas

como “O que aconteceu?” ou “O que está acontecendo?”. Não é o objetivo do instrumento de análise entender o porquê algo aconteceu (análise diagnóstica), o que virá a acontecer (análise preditiva) ou que se deve fazer diante da situação observada (análise prescritiva) (DELEN; ZOLBANIN, 2018).

Por fim, a validação do instrumento de análise foi feita com um especialista de domínio e, posteriormente, este instrumento foi aplicado contando com três respondentes de uma mesma Instituição de Ensino Superior.

1.7 ADERÊNCIA AO PPGEGC

O Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC) tem como principal objeto de pesquisa o conhecimento. O PPGEGC define conhecimento como “conteúdo ou processo efetivado por agentes humanos ou artificiais em atividades de geração de valor científico, econômico, social ou cultural” (PACHECO 2016, p. 20 apud PACHECO, 2014)⁴. Esta definição converge a visão de mundo de três correntes básicas que definem conhecimento: cognitivista, conexionistas e autopoietica. No PPGEGC o conhecimento é propriedade do intelecto e cognição humanas e parte deste conhecimento pode ser modelada e armazenada em agentes não humanos (artefatos tecnológicos). Nessa visão, conhecimento pode ser compartilhado dentro e entre as organizações, sejam elas de quais naturezas forem.

Esta tese trata do conhecimento científico e das organizações de educação e pesquisa. Trata dos modelos de planejamento, execução e difusão de pesquisa científica que contemplam os fatores e mecanismos previstos no que se denomina *pesquisa aberta e ciência digital*. Seu resultado é um instrumento de análise da aderência das IES brasileiras à Ciência Digital. Nesse sentido, a tese está inserida na área de concentração de Engenharia do Conhecimento e, de modo mais específico, na linha de pesquisa Teoria e Prática em Engenharia do Conhecimento. No PPGEGC, esta linha de pesquisa aborda metodologias e tecnologias da Engenharia do

⁴ PACHECO, R. C. S. **Instituto InCommons: Rede Internacional de P&D em Commons Digitais**. Projeto submetido ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), para participação na Chamada Pública INCT-MCTI/CNPq/CAPES/FAPs. 15/09/2014.

Conhecimento e da Inteligência Computacional e suas relações com a gestão e com a mídia do conhecimento.

Há, no entanto, relação, também, com as outras duas áreas de concentração do PPGECC, Gestão do Conhecimento e Mídia do Conhecimento. Tratamos do ciclo estratégico do conhecimento organizacional ligado à pesquisa e produção de conhecimento científico, objeto de estudo da área de Gestão. Além disso, o estudo do sistema da Ciência Digital requer a análise de meios e estratégias de difusão e comunicação do conhecimento coproduzido, temas-alvo da área de Mídia do Conhecimento do PPGECC.

Essa relação com as três áreas pode ser verificada quando fazemos buscas no Banco de Teses e Dissertações do PPGECC sobre os constructos basilares de nossa pesquisa, bem como constructos adjacentes (por exemplo, DADOS ABERTOS, EDUCAÇÃO ABERTA E GOVERNO ABERTO) obtendo-se o seguinte (Tabela 1):

Tabela 1 - Quantidade de Trabalhos por Constructo no BTD/PPGECC

Constructo	Engenharia do Conhecimento		Gestão do Conhecimento		Mídia e Conhecimento	
	Teses	Dissertações	Teses	Dissertações	Teses	Dissertações
Dados Abertos	5	5	0	0	0	0
Acesso Aberto	0	0	1	0	0	0
Educação Aberta	0	0	1	0	3	2
Governo Aberto	2	0	0	0	0	0
Ciência Aberta	0	0	0	0	0	0
Ciência Digital	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autoria própria

Cabe ressaltar que diversas pesquisas encontradas no Banco de Teses e Dissertações do EGC abordam dois ou mais dos constructos apresentados na Tabela 1, todavia, para fins de análise, consideramos o constructo fundamental dessas pesquisas.

Embora não existam pesquisas desenvolvidas no PPGECC neste contexto específico, identificamos outros trabalhos sobre o conceito de *OPENNESS*, TRANSFORMAÇÃO DIGITAL e COPRODUÇÃO, em outros contextos. O conceito de *openness* é a raiz da Ciência Aberta e de outros movimentos como governo aberto, dados abertos, acesso aberto, recursos educacionais abertos, entre outros, que vêm sendo pesquisados no PPGECC (conforme Quadro 1). Da mesma forma, a

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL e a COPRODUÇÃO estão intimamente ligadas ao conceito de CIÊNCIA DIGITAL.

Quadro 1 - Trabalhos do PPGEGC 2

DADOS ABERTOS			
Autor	Ano	Título	Nível
Júlio César Costa Casaes	2019	Governança de Dados Abertos Governamentais: <i>Framework</i> Conceitual para as Universidades Federais	Doutorado
Paula Assumpção Campos	2018	Dados Abertos Governamentais: Desafios na Publicação	Mestrado
Larissa Mariany Freiberg Pereira	2017	OGDPub: Uma Ontologia para Publicação de Dados Abertos Governamentais	Mestrado
Murilo Silveira Gomes	2017	Proposta de Arquitetura para Ecossistema de Inovação em Dados Abertos	Mestrado
Vinicius Barreto Klein	2016	Uma Proposta de Modelo Conceitual para Uso de <i>Big Data</i> e <i>Open Data</i> para <i>Smart Cities</i>	Mestrado
RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS			
Rita de Cássia Clark Teodoroski	2018	Recursos Educacionais Abertos (REA) no Brasil: Construção de um Modelo Ecossistema de REA	Doutorado
Emmanuel Bohrer Júnior	2018	Fatores Facilitadores e Dificultadores na Adoção de Recursos Educacionais Abertos no Ensino Superior	Mestrado
GOVERNO ABERTO			
José Francisco Salm Júnior	2012	Padrão de Projeto de Ontologias para Inclusão de Referências no Novo Serviço Público em Plataformas de Governo Aberto	Doutorado
TRANSFORMAÇÃO DIGITAL			
Regina Wundrack do Amaral Aires	2020	Desenvolvimento de Competências Gerais para a Sociedade em Transformação Digital: uma Trilha de Aprendizagem para profissionais do setor industrial	Mestrado
COPRODUÇÃO			
Rosângela Borges Pimenta	2017	Análise de Maturidade da Coprodução de Conhecimento Transdisciplinar: um Estudo de Caso em uma Rede Agroecológica	Doutorado
Everton Ricardo do Nascimento	2018	<i>Metaframework</i> de Coprodução em Ambientes Complexos para a Geração de Insumos Estratégicos	Doutorado
Maurício José Ribeiro Rotta	2018	As Plataformas de Governo Eletrônico e seu Potencial para a Promoção dos Princípios dos Commons: o Caso dos Municípios Brasileiro	Doutorado
Viviane Schneider	2019	A Coerência dos Símbolos que Unem Agentes em Contextos Sociotécnicos de Coprodução	Doutorado
Vanessa Marie Salm	2020	A Contribuição do Ciclo do Conhecimento para o Desenvolvimento das Redes de Coprodução dos Serviços Públicos em Meio Ambiente	Doutorado
Maria Angelica Jung Marques	2020	Framework Conceitual do Potencial de Coprodução de Inovação em Ecossistemas de Inovação	Doutorado
Vanessa dos Santos	2021	Coprodução do Conhecimento na Formulação de Políticas Públicas	Doutorado

Fonte: Autoria Própria.

Como se pode ver na Tabela 1, não existem trabalhos do PPGE GC que tratem da Ciência Digital, apesar da relevância deste tema atualmente, sobretudo para a comunidade científica. De certa forma, a inexistência de trabalhos que abordem esses assuntos acaba por refletir o posicionamento dos alunos do PPGE GC sobre o assunto. Aqui, destacamos a relevância desta pesquisa para a comunidade do PPGE GC e esperamos que esta pesquisa desperte o interesse da comunidade científica, em especial, do PPGE GC para a discussão de novas formas de se pesquisar e de se fazer ciência, baseadas na coprodução, cultura *openness* e transdisciplinaridade.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Nesta seção, discutiremos o constructo fundamental desta tese: Ciência Digital. Todavia, para que possamos compreendê-lo, é necessário que tratemos de constructos que o antecederam: Acesso Aberto e Ciência Aberta. Buscamos discorrer sobre a evolução dos constructos e a interrelação que existe entre eles (Figura 3).

Figura 3 - Evolução dos constructos Acesso Aberto, Ciência Aberta e Ciência Digital⁵



Fonte: Autoria Própria.

O Movimento Openness foi fundamental para a transição da Ciência Tradicional para o Acesso Aberto. Há mais de duas décadas esse movimento tem sido objeto de crescente interesse para pesquisadores e de considerável relevância para a sociedade em geral. Segundo Dibiasse (2009, p. 6) um movimento é definido como “[...] um grupo de pessoas que compartilham uma ideologia comum e que juntas tentam atingir certos objetivos gerais”. Nesse sentido, o Movimento *Openness* entende, em linhas gerais, que o conhecimento pode (e deve) ser livremente disseminado e compartilhado em meios digitais tendo em vista o benefício social (LARGO, 2011; ZANCANARO, 2015).

O Movimento *Openness* tem como alicerce um conjunto de ideias e práticas relacionadas aos conceitos de compartilhamento e colaboração e foi potencializado pelo acesso à Internet cada vez mais global (MOORE, 2007). Não é possível tratar do

⁵ A Ciência Tradicional e o Movimento Acesso Aberto possuem marcos temporais bem definidos: a publicação do primeiro periódico e a Iniciativa de Budapeste em Acesso Aberto, respectivamente. Por outro lado, a Ciência Aberta e a Ciência Digital não possuem marcos temporais definidos e, na Figura 3, a data indicada é aproximada.

Movimento *Openness* sem abordar o papel fundamental da Tecnologia da Informação neste contexto.

Para Schlagwein et al. (2017, p. 297, tradução nossa), o Movimento *Openness* “costuma estar tão profundamente arraigado à Tecnologia da Informação que não pode ser analisado e discutido de maneira significativa estando dissociado [do estudo] das plataformas de Tecnologia da Informação, nas quais e por meio das quais os fenômenos abertos acontecem”. Em geral, os fenômenos *openness*, como *Open Source* e *Crowdsourcing* não são apenas suportados pela Tecnologia da Informação, mas são moldados por esta (MAJCHRZAK; MALHOTRA, 2013; SCHLAGWEIN et al., 2017).

Para Zancanaro (2015, p. 44),

No final dos anos 90, a ideia de abertura foi ganhando adeptos, principalmente na produção de *software open source* (código aberto), porém ainda era vista com bastante ceticismo por conta do modelo de negócios que estava sendo adotado. Com o tempo os modelos de negócios foram se aperfeiçoando, e “dar coisas de graça”, 15 anos depois, deixou de ser uma causa de estranhamento.

O *Open Source*, provavelmente, é a iniciativa mais antiga do Movimento *Openness* (ZANCANARO, 2015). Todavia, podemos hoje citar inúmeras iniciativas do Movimento *Openness* ou influenciadas por este: *Open Access* (Acesso Aberto), *Open Government* (Governo Aberto), *Open Innovation* (Inovação Aberta), *Open Data* (Dados Abertos), *Open Education* (Educação Aberta), *Open Educational Resources* (Recursos Educacionais Abertos), *Open Science* (Ciência Aberta), entre outros.

2.1 ACESSO ABERTO

A comunicação do conhecimento científico sempre foi uma etapa importante do processo científico. Uma pesquisa científica não tem valor algum se os seus resultados não forem divulgados para a comunidade científica como um todo ou, ao menos, para a comunidade científica de interesse do pesquisador (KUHN; STERNFELD, 1970; MEADOWS, 1974; ZIMAN, 1979; STUMPF, 1996; BARTLING; FRIESIKE, 2014). Para tratarmos do Movimento Acesso Aberto é mister contextualizarmos historicamente como este surgiu.

Inicialmente, para comunicar os conhecimentos criados e descobertos, os cientistas faziam uso da correspondência pessoal. Stumpf (1996, p. 1) afirma que os cientistas enviavam as cartas “aos seus amigos para relatar suas descobertas mais

recentes e circulavam entre pequenos grupos de interessados que as examinavam e discutiam criticamente”. A divulgação dos resultados de pesquisa acabava por ser direcionada, uma vez que os pesquisadores não enviavam suas ideias e suas pesquisas para aqueles que pudessem refutá-las.

Essas “dissertações epistolares”, como foram chamadas por McKIE (1979), não se constituíram como meio efetivo e ideal para a comunicação científica, uma vez que a lenta divulgação se restringia a um círculo limitado de pessoas. Além disso, essas cartas eram de cunho muito pessoal (STUMPF, 1996).

Uma outra maneira de se comunicar o conhecimento científico era por meio de atas de reuniões de sociedades de cientistas. As descobertas relatadas nessas reuniões eram transcritas em atas e estas eram posteriormente impressas “na forma resumida para servirem de fonte de consulta e referência aos membros dessas sociedades” (STUMPF, 1996, p. 1).

Sobre estas atas e estas sociedades, Stumpf (1996) afirma que

Seus membros participavam regularmente de encontros (alguns secretos), nos quais realizavam experimentos de pesquisa, avaliavam os resultados e discutiam sobre temas filosóficos e científicos. Os relatos e as conclusões desses encontros eram muitas vezes registrados, e as cópias, distribuídas como cartas ao atas a amigos que estavam desenvolvendo pesquisas análogas. Quando o número de participantes dos colégios se tornava muito grande, os membros se dispersavam ou se transformavam em organizações mais estruturadas e visíveis, como as academias e as sociedades científicas (p. 1).

Por motivos semelhantes aos das cartas, as atas também não se constituíram como meio ideal para a comunicação científica. Embora não tenham se consolidado como meio formal de comunicação científica, as cartas e as atas tiveram influência significativa para que, no século XVII, os primeiros periódicos surgissem.

O periódico científico, que caracterizou uma nova forma de comunicação, no século XVII, era constituído de alguns artigos mais breves e específicos que as cartas e as atas, uma vez que possuía poucas páginas onde era resumido todo o processo de investigação. Além disso, eliminava qualquer conotação pessoal na forma de exposição (STUMPF, 1996, p. 2).

Os primeiros periódicos científicos apareceram no ano de 1665, sendo eles o periódico francês *Journal des Sçavans* e o periódico inglês *Philosophical Transactions*. O periódico francês, de publicação semanal em Paris, promovia informações regulares sobre ciência, disseminando relatos de experimentos e observações nas áreas de física, química, anatomia e meteorologia. O periódico dava

ênfase à apresentação de livros publicados sobre um dos ramos da ciência, incluía em suas seções decisões legais e teológicas e apresentava o necrológico de cientistas famosos (STUMPF, 1996).

O periódico inglês, de publicação mensal, se inspirou no periódico francês e, com o objetivo de ter cunho mais científico, optou por excluir as seções legais e teológicas, dando mais ênfase aos relatos de experimentos realizados pelos cientistas (STUMPF, 1996).

Os periódicos científicos se espalharam por toda a Europa, quase sempre como veículos de divulgação das sociedades e academias científicas. Ainda no século XVIII, surgiram os periódicos científicos especializados em campos específicos do conhecimento, como a física, a química, a biologia, a agricultura e a medicina (STUMPF, 1996, p. 3).

Durante três séculos o formato dos periódicos permaneceu praticamente inalterado, e poucas características diferenciavam os primeiros periódicos de seus sucessores:

[...] a prática de publicar o mesmo trabalho em várias revistas e o uso do latim como a língua na qual muitos artigos científicos eram escritos. A prática da impressão simultânea pode ser justificada pela necessidade de ser obtida uma divulgação mais ampla, uma vez que a distribuição e as assinaturas dos primeiros periódicos eram em número reduzido. Publicando o mesmo trabalho em várias revistas, o autor ampliava o número de leitores de seu artigo. Desta forma, os periódicos não contavam apenas com trabalhos inéditos, como hoje é exigido, mas incluíam também reimpressões e até mesmo traduções (STUMPF, 1996, p. 3).

Essa situação começou a mudar com o avanço da tecnologia e, com o advento e popularização da Internet, nas últimas duas décadas, a publicação em periódicos científicos têm sofrido uma revolução que, segundo Björk et al. (2010), pode ser percebida em duas fases: (1) a rápida mudança de periódicos impressos para impressão paralela e publicação eletrônica (fase mais visível); e (2) acesso aos artigos sem restrições impostas por assinaturas dos periódicos (movimento comumente denominado Acesso Aberto).

Se observado a partir de uma perspectiva política, o Movimento Acesso Aberto teve como marco inicial a Iniciativa de Budapeste em Acesso Aberto (*Budapest Open Access Initiative* – BOAI), publicada em fevereiro de 2002. Tratava-se de uma declaração pública contendo os princípios relacionados ao acesso aberto à literatura científica. Esta declaração pública foi formalizada em uma conferência convocada

pelo Instituto Sociedade Aberta (*Open Society Institute*) para promover o acesso aberto.

Uma velha tradição e uma nova tecnologia convergiram para possibilitar um bem público sem precedentes. A velha tradição é a disposição de cientistas e acadêmicos de publicar os frutos de suas pesquisas em periódicos acadêmicos sem pagamento, em prol da investigação e do conhecimento. A nova tecnologia é a internet. O bem público que eles tornam possível é a distribuição eletrônica mundial da literatura revisada por pares e o acesso livre e irrestrito a ela por todos os cientistas, acadêmicos, professores, estudantes e outras mentes curiosas. Remover as barreiras de acesso a essa literatura irá acelerar a pesquisa, enriquecer a educação, compartilhar o aprendizado dos ricos com os pobres e dos pobres com os ricos, tornar esta leitura tão rica quanto possível e lançar as bases para unir a humanidade em uma conversa intelectual comum e busca pelo conhecimento (BOAI⁶, 2002, on-line, tradução nossa).

Em junho de 2003 foi publicada a Declaração de Bethesda sobre publicações em Acesso Aberto (*Bethesda Statement on Open Access Publishing*) com o propósito de “estimular a discussão dentro da comunidade de pesquisa biomédica sobre como proceder, o mais rapidamente possível, para atingir o objetivo amplamente difundido de fornecer acesso aberto à literatura científica primária” (Declaração de Bethesda sobre Publicações em Acesso Aberto⁷, 2003, on-line, tradução nossa).

Em outubro deste mesmo ano foi publicada a Declaração de Berlim sobre Acesso Aberto ao Conhecimento nas Ciências e Humanidades (*Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities*) com o objetivo de:

promover a Internet como instrumento funcional ao serviço de uma base de conhecimento científico global e do pensamento humano, e para especificar medidas que os responsáveis políticos, os institutos de investigação, as entidades financiadoras, as bibliotecas, os arquivos e os museus devem considerar (Declaração de Berlim sobre Acesso Aberto ao Conhecimento nas Ciências e Humanidades⁸, 2003, on-line, tradução nossa).

Em suma, o acesso aberto foi definido por essas três declarações públicas influentes. As três definições apresentadas nas referidas declarações públicas, para além da barreira de preço, trataram também de remover barreiras de permissões ao conhecimento. Todavia, as três declarações públicas colocaram um limite à liberdade do usuário: obrigação deste de atribuir o trabalho ao autor (SUBER, 2012).

“Acesso aberto” à literatura científica revisada por pares significa a disponibilidade livre na Internet, permitindo a qualquer usuário ler, fazer *download*, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou referenciar o texto integral desses artigos, recolhê-los para indexação, introduzi-los como dados

⁶ Disponível em: <<https://www.budapestopenaccessinitiative.org/read>>. Acesso em: 14 out. 2019.

⁷ Disponível em: <<http://legacy.earlham.edu/~peters/fos/bethesda.htm>>. Acesso em: 14 out. 2019.

⁸ Disponível em: <https://openaccess.mpg.de/67693/BerlinDeclaration_pt.pdf>. Acesso em: 14 out. 2019

em software, ou usá-los para outro qualquer fim legal, sem barreiras financeiras, legais ou técnicas que não sejam inseparáveis ao próprio acesso a uma conexão à Internet. As únicas restrições de reprodução ou distribuição e o único papel para o *direito autoral* neste domínio é dar aos autores o controle sobre a integridade do seu trabalho e o direito de ser devidamente reconhecido e citado (BOAI10⁹, 2012, on-line).

Para Suber (2012), o conhecimento deve ser pensado como um bem público. De maneira especial isto é válido quando o conhecimento é cedido por seus autores e/ou financiado com dinheiro público.

O acesso aberto nos permite fornecer acesso a todos que se interessam em ter acesso, sem apadrinhar adivinhações sobre quem realmente quer, quem realmente merece e quem realmente se beneficiaria com isso. O acesso para todos com uma conexão à Internet ajuda os autores, ampliando o público e o impacto, e ajuda os leitores que querem acesso e que podem ter sido excluídos por planejadores centrais que tentam decidir antecipadamente a quem encaminhá-los. A ideia é parar de pensar no conhecimento como uma mercadoria para ser entregue aos clientes, e começar a pensar neste como um bem público, especialmente quando ele é cedido por seus autores, financiado com dinheiro público ou ambos (SUBER, 2012, p. 116).

O movimento Acesso Aberto teve considerável influência para o surgimento do movimento Ciência Aberta e passou a ser, inclusive, um dos princípios do Movimento Ciência Aberta (MUNAFÒ et al., 2017; GALLAGHER et al., 2020)

2.2 CIÊNCIA ABERTA

O termo CIÊNCIA ABERTA diz respeito ao movimento que tem como objetivo tornar todos os aspectos do processo científica transparentes e acessíveis a um público amplo (GALLAGHER et al., 2020), englobando uma variedade de práticas, em geral permeando áreas como acesso aberto, dados de pesquisa abertos, código aberto, ciência cidadã, recursos educacionais abertos, métodos alternativos para avaliação de impacto de pesquisa, revisão aberta por pares, entre outros (PONTIKA et al., 2015; WUTTKE; GEBERT, 2021; ROSS-HELLAUER, 2023).

Gallagher et al. (2020) apontam seis princípios do movimento Ciência Aberta: Acesso Aberto, Métodos Abertos, Revisão Aberta por Pares, Código Aberto, Recursos Abertos e Dados Abertos.

⁹ Disponível em: <<https://www.budapestopenaccessinitiative.org/boai-10-translations/portuguese-brazilian-translation>>. Acesso em: 14 out. 2019.

A Ciência Aberta emergiu como uma forte tendência no âmbito científico. A abertura sempre foi um valor central da ciência, mas o entendimento geral era que esta abertura deveria se limitar à publicação de resultados de pesquisa em forma de artigos em periódicos científicos. Atualmente, existe um consenso em afirmar que “ao garantir acesso e reuso mais amplo a publicações, dados, códigos e outras saídas intermediárias, a produtividade científica aumenta, a má conduta científica se torna mais rara e as descobertas são aceleradas” (COMISSÃO EUROPEIA, 2019, p. 5).

Santos (2017, p. 12) afirma que a Ciência Aberta:

[...] vai além do compartilhamento e acesso a publicações e dados oriundos de pesquisas com financiamento público; na medida em que promove a abertura de todo o processo científico e a translação do conhecimento, amplia os impactos sociais e econômicos da ciência, reforçando o conceito de responsabilidade social científica.

Na literatura, diversos autores afirmam não existir uma definição consensual acerca do constructo, uma vez que se trata de um termo abrangente, que pode ser observado a partir de perspectivas diferentes (FECHER; FRIESIKE, 2014; ALBAGLI, 2015; VICENTE-SAEZ; MARTINEZ-FUENTES, 2018; ARABITO; PITRELLI, 2015; KRAKER et al., 2011; WUTTKE; GEBERT, 2021). Todavia, por definição, Ciência Aberta diz respeito a tornar aberto todo o processo de pesquisa, não apenas ao acesso aberto às publicações dos resultados e documentos finais (COMISSÃO EUROPEIA, 2019).

Fecher e Friesike (2014), por meio de uma revisão de literatura, buscaram estruturar o discurso geral acerca deste constructo e propuseram cinco escolas de pensamento pelas quais a Ciência Aberta pode ser estudada: escola de Infraestrutura, escola Pública, escola Democrática, escola Pragmática e escola de Mensuração (Quadro 2).

Quadro 2 - Escolas de Pensamento da Ciência Aberta

Escola de Pensamento	Suposição Central	Grupos Envolvidos	Objetivo Central	Ferramentas e Métodos
Democrática	O acesso ao conhecimento é distribuído de forma desigual.	Cientistas, Políticos e Cidadãos	Disponibilizar o conhecimento gratuitamente para todos.	Acesso Aberto, Direitos de Propriedade Intelectual, Dados Abertos, Código Aberto

Pragmática	A criação de conhecimento poderia ser mais eficiente se os cientistas trabalhassem juntos.	Cientistas	Tornar aberto o processo de criação de conhecimento.	Sabedoria das Multidões, Efeitos de Rede, Dados Abertos, Código Aberto
de Infraestrutura	Uma pesquisa eficiente depende das ferramentas e aplicações disponíveis.	Cientistas e Fornecedores de Plataformas	Criar plataformas, ferramentas e serviços disponíveis abertamente para cientistas.	Plataformas e Ferramentas Colaborativas
Pública	A ciência precisa ser tornada mais acessível ao público em geral.	Cientistas e Cidadãos	Tornar a ciência acessível aos cidadãos	Ciência Cidadã, <i>Science PR</i> , <i>Science Blogging</i>
de Mensuração	As contribuições científicas atuais precisam ter seu impacto avaliado por medidas alternativas.	Cientistas e Políticos	Desenvolver um sistema alternativo para mensuração do impacto científico.	<i>Altmetrics</i> , Revisão por Pares, Citação, Fatores de Impacto

Fonte: Adaptado de Fecher e Friesike (2014)

Vicente-Saez e Martinez-Fuentes (2018), após uma revisão sistemática da literatura, trouxeram uma definição integrativa do constructo, convergindo diversas definições que percebiam a Ciência Aberta como conhecimento, conhecimento transparente, conhecimento acessível, conhecimento compartilhado ou conhecimento desenvolvido colaborativamente. A definição dos autores surgiu a partir de uma análise de 75 artigos publicados entre os anos de 2006 e 2016. Estes afirmam, então, que a Ciência Aberta é um conjunto de “conhecimento transparente e acessível que é compartilhado e desenvolvido por meio de uma rede colaborativa” (VICENTE-SAEZ; MARTINEZ-FUENTES, 2018, p. 428).

Van der Aalst et al. (2016, p. 375) afirmam que a Ciência Aberta se trata de um “movimento para tornar a pesquisa científica e seus artefatos relacionados (dados, *softwares*, etc.) acessíveis a todos os níveis de inquirição”. Para os autores, este movimento tem gerado mudanças rápidas na forma como as pesquisas científicas são conduzidas, bem como na publicação de seus resultados e compartilhamento de artefatos.

Sobre este tema, os autores ainda afirmam que “parece que estamos gradualmente nos movendo para uma verdadeira ‘pesquisa aberta’, às vezes também chamada de ‘Ciência Aberta’” (VAN DER AALST et al., 2016, p. 375). Para os autores,

os dois termos podem ser usados de forma intercambiável, não havendo uma distinção clara sobre o que é Ciência Aberta e o que é Pesquisa Aberta. Corroborando com os autores, a Universidade de Cambridge¹⁰ também entende que Ciência Aberta e Pesquisa Aberta são termos intercambiáveis:

pesquisa aberta é um termo intercambiável com 'Ciência Aberta'. Uma definição amplamente citada de Ciência Aberta é 'a ideia de que o conhecimento científico de todos os tipos deve ser abertamente compartilhado, desde que seja prático no processo de descoberta'. Há argumentos de que a Ciência Aberta inclui a transparência do processo de pesquisa (ou seja, tornar dados e ferramentas disponíveis abertamente), aumentar a colaboração tornando o processo de pesquisa público e aberto a qualquer pessoa e aumentar os esforços para tornar a ciência mais disponível para o público.

A Universidade de Cambridge ainda afirma que a pesquisa aberta tem como principal objetivo abrir o acesso aos resultados da pesquisa em todo o seu processo, isto é, abrir protocolos, resultados, publicações, dados, *softwares*, ferramentas, entre outros. Esta abertura aumentaria a inclusão e colaboração, liberaria acesso ao conhecimento, melhoraria a transparência, bem como a reprodutibilidade da pesquisa e, ainda, sustentaria sua integridade.

Jensenius (2018) critica o uso do termo "Ciência Aberta", uma vez que o termo pode indicar que os pesquisadores das áreas de artes e humanidades não deveriam pensar sobre este assunto. Por isso o autor recomenda o uso do termo "pesquisa aberta", sendo este um termo genérico, capaz de abranger todas as áreas do conhecimento científico. O autor afirma que o termo "pesquisa aberta"

é mais inclusivo, fazendo com que todos os pesquisadores de artes e humanidades se sintam envolvidos, mas também incluindo pesquisadores que trabalham fora da academia. Eles também podem estar interessados em abrir suas pesquisas, mesmo que não se denominem 'cientistas' (JENSENIUS, 2018).

Assim como para Aalst et al. (2016) e para a Universidade de Cambridge, para Jensenius (2018) os dois termos acabam por serem usados de maneira intercambiável, todavia este último opta pelo termo "pesquisa aberta" considerando a inclusão de todas as áreas do conhecimento.

Nesta tese entendemos que os termos PESQUISA ABERTA e CIÊNCIA ABERTA não deveriam ser utilizados como sinônimos. Ao se usar o termo PESQUISA ABERTA, fala-se em um "processo no qual a pesquisa pode ser compartilhada e livremente acessada

¹⁰ Disponível em: <<https://osc.cam.ac.uk/open-research>>. Acesso em 4 dez. 2020.

na forma de propostas, revisões, metodologias, estruturas analíticas, descobertas e/ou dados no âmbito internacional sob ética e procedência legal” (SALEH, 2018, p. 92).

A Ciência Aberta, por outro lado,

Representa uma nova abordagem para o processo científico baseado no trabalho cooperativo e novas maneiras de difundir o conhecimento usando tecnologias digitais e novas ferramentas colaborativas. A ideia captura uma mudança sistêmica na maneira como a ciência e a pesquisa foram realizadas nos últimos cinquenta anos: mudança das práticas padrão de publicação de resultados de pesquisa em publicações científicas para o compartilhamento e uso de todos os conhecimentos disponíveis em um estágio anterior ao processo de pesquisa (COMISSÃO EUROPEIA, 2016, p. 33).

Neste sentido, a Ciência Aberta é o termo que define, conceitualmente, as novas formas de se “fazer ciência” atualmente, tendo como pilares a colaboração e a transparência (SALEH, 2018). Poderíamos dizer que a Ciência Aberta seria como uma filosofia que permeia o ambiente de pesquisa assumida pelos pesquisadores e, por isso, sugere mudanças em contextos diversos (LERU, 2018; IGNAT; AYRIS, 2020).

Há muitos desafios na mudança para um ambiente de Ciência Aberta, incluindo direitos autorais, custos, privacidade de dados e assim por diante. No entanto, [...] notamos que as instituições líderes em Ciência Aberta compartilham a mesma opinião: a mudança necessária mais desafiante parece ser a mudança cultural (IGNAT; AYRIS, 2020, p. 2)

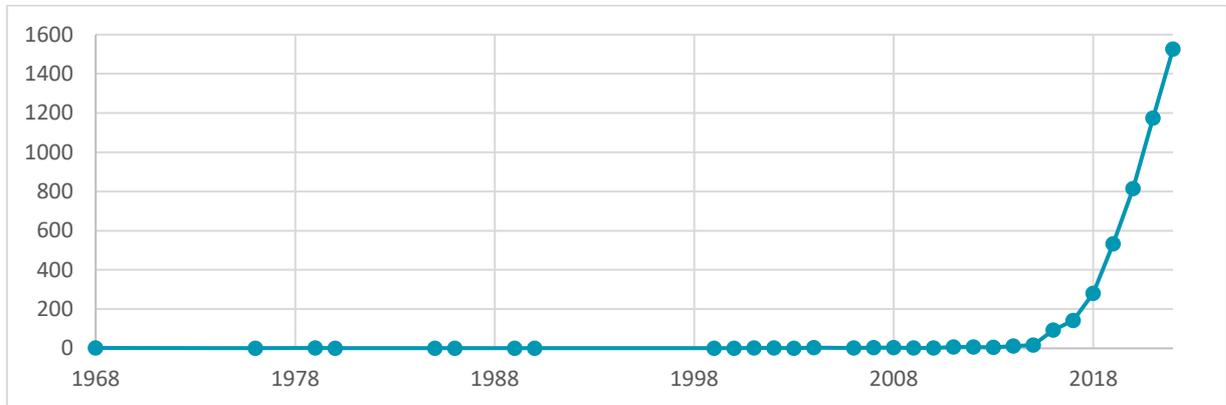
Esta mudança cultural que, nas universidades, deve se dar em nível institucional pode se dar, em parte, pelo desenvolvimento de políticas que considerem iniciativas abertas, bem como pela avaliação das pesquisas e seus resultados em relação a critérios abertos (LERU, 2018). Todavia, essas ações não são suficientes para que uma mudança institucional seja efetiva. Espera-se, ainda, o desenvolvimento de um ambiente de confiança, colaboração e compromisso, onde os diferentes *stakeholders* compartilhem uma mesma visão de futuro (CARNEIRO, 2010; LERU, 2018; IGNAT; AYRIS, 2020).

2.3 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

A literatura sobre Transformação Digital tem aumentado nos últimos anos (VIAL, 2019; NADKARNI; PRÜGL, 2020; HANELT et al., 2021) e, realizando uma simples busca na base de dados Scopus, por documentos com o termo DIGITAL

TRANSFORMATION em seus títulos até o ano de 2022, observamos este crescimento exponencial representado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Quantidade de Documentos sobre Transformação Digital na Base de Dados Scopus



Fonte: Autoria Própria (com dados extraídos da Base de Dados Scopus)

Somente em 2022 foram 1526 documentos publicados com o termo DIGITAL TRANSFORMATION em seus títulos. Até abril deste ano foram 530 documentos publicados indexados na base de dados Scopus tratando do constructo expressamente em seus títulos.

Muitos autores afirmam não existir um consenso na literatura acerca da definição deste constructo (GRAY; RUMPE, 2017; REIS et al., 2018; WARNER; WÄGER, 2019; TEICHERT, 2019; HANELT et al., 2021). Todavia, esta mesma literatura é clara em afirmar que a Transformação Digital, onde atua, gera impactos em três dimensões, a saber: tecnológica, organizacional e social (LIU; CHEN; CHOU, 2011; FITZGERALD et al., 2013; REIS et al., 2018; LIERE-NETHELER; PACKMOHR; VOGELSANG, 2018; MERGEL; EDELMAN; HAUG, 2019). Isto significa que, apesar de não existir uma definição universal sobre este fenômeno que está em curso, percebe-se claramente seus efeitos.

Alguns autores, como Heilig, Schwarze e Voss (2017), argumentam que a Transformação Digital seja sobre estabelecer aplicações de TI nas práticas e operações das organizações. Todavia, a maior parte da literatura apresenta a Transformação Digital como um processo evolutivo, envolvendo mudanças disruptivas no ambiente organizacional (SKOG; WIMELIUS; SANDBERG, 2018). Alenezi (2021, p. 1) afirma que

[...] uma das definições mais holísticas e equilibradas caracteriza a Transformação Digital como um processo evolutivo que alavanca tecnologias e capacidades digitais, resultando em modelos de negócio geradores de valor, práticas e operações de negócio mais avançadas e eficientes e melhor prestação de serviços.

A Transformação Digital pode ser entendida também sob a perspectiva da articulação entre as mudanças estruturais, estratégicas e tecnológicas que são fundamentais para atender às demandas da era digital contemporânea (DRECHSLER; GREGORY; WAGNER, 2020), que enfatiza a necessidade de alinhar as práticas e sistemas antigos e novos da organização (ALENEZI, 2021).

Para Gobbe (2018), com a Transformação Digital, os processos, práticas, procedimentos, competências de modelos de negócio das organizações são transformados de modo estratégico e priorizado, aproveitando todo o potencial dos avanços tecnológicos e ampliando seu impacto social.

Sandhu (2018) corrobora com o autor quando argumenta que a Transformação Digital pode ser definida como a mudança em processos, procedimentos, capacidades e políticas de negócio, aproveitando as mudanças e oportunidades trazidas pelas novas tecnologias digitais e os impactos que estas causam na sociedade.

De modo geral, a Transformação Digital tem sido definida e amplamente estudada no contexto organizacional (VIAL, 2019) e das indústrias (TEIXEIRA; WERNER, 2021, todavia este fenômeno permeia diferentes áreas, influenciando todos os aspectos da vida humana e tem como base o uso de novas tecnologias digitais (mídias sociais, dispositivos móveis, dispositivos embarcados, entre outros).

Pacheco et al. (2018, p. 382) corroboram com esta definição, afirmando que este fenômeno é multidimensional e se caracteriza “pela convergência e integração com impactos em aspectos institucionais, políticos, tecnológicos, econômicos, sociais e culturais de toda atividade coletiva”.

A literatura ressalta que, onde atual, a Transformação Digital tende a gerar mudanças disruptivas que atingem a sociedade por meio do uso de tecnologias digitais (AGARWAL et al., 2010; MAJCHRZAK et al., 2016; VIAL, 2019).

2.3.1 Transformação Digital na Indústria

Na indústria, a Transformação Digital é uma forte característica da 4ª revolução industrial. O termo faz menção ao processo histórico de mudanças marcantes na indústria, ou revoluções (ATAMANCZUK; SIATKOWSKI, 2019). Estes momentos históricos estão representados na Figura 4.

Figura 4 - As Revoluções Industriais



Fonte: Adaptado de Silva et al. (2018)

Arte: Caio de Benedetto/jornal.usp.br

A 4ª Revolução Industrial tem sido marcado pela convergência de diferentes tecnologias, por exemplo: digitais, biológicas e físicas. Atualmente a indústria tem incorporado aos seus processos diversos tipos de tecnologias, como *big data*, computação em nuvem, inteligência artificial, internet das coisas (IoT), veículos autônomos, impressão 3D, engenharia genética, entre outras. Sobre este período de transformação na indústria que vivemos, Schwab (2016, p.11) aponta:

Imagine as possibilidades ilimitadas de bilhões de pessoas conectadas por dispositivos móveis, dando origem a um poder de processamento, recursos de armazenamento e acesso ao conhecimento sem precedentes. Ou imagine a assombrosa profusão de novidades tecnológicas que abrangem numerosas áreas: inteligência artificial (IA), robótica, a internet das coisas (IoT na sigla em inglês), veículos autônomos, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia e computação quântica, para citar apenas algumas. Muitas dessas inovações estão apenas no início, mas já estão chegando a um ponto de inflexão de seu desenvolvimento, pois elas constroem e amplificam umas às outras, fundindo as tecnologias dos mundos físico, digital e biológico.

2.3.2 Transformação Digital nas Organizações

A Transformação Digital das Organizações tem sido amplamente discutida na literatura e diz respeito à criação de valor nas novas fronteiras do universo organizacional, à otimização dos processos que afetam diretamente a experiências do cliente e à construção de recursos fundamentais que suportam toda a iniciativa comercial da organização (TEICHERT, 2019).

Nesse sentido, a Transformação Digital atua mudando processos e impelindo à criação de novos modelos de negócio (REIS et al., 2018). Teichert (2019, p. 1674) afirma que, para uma Transformação Digital bem-sucedida, as organizações precisam se concentrar em duas atividades primordiais e complementares: “reformular as propostas de valor do cliente e transformar suas operações usando tecnologias digitais para maior interação e colaboração com o cliente).

Verhoef et al. (2021) aponta três *drivers* da Transformação Digital neste setor: Tecnologias Digitais, Competição Digital e Comportamento Digital dos Consumidores.

Os autores citam diversas tecnologias digitais que estão sendo inseridas no mundo organizacional, como *Big Data*, Inteligência Artificial, *Blockchain*, Internet das Coisas (IoT) e robótica e afirmam que

Embora talvez nem todas essas tecnologias sejam tão poderosas quanto o esperado, a ampla entrada de novas tecnologias digitais sinaliza claramente a necessidade de as empresas transformarem seus negócios digitalmente. Além disso, essas novas tecnologias digitais também podem afetar a estrutura de custos da empresa, substituindo humanos mais caros durante a prestação de serviços com a ajuda de robôs ou agentes virtuais ou otimizando fluxos logísticos e reduzindo os custos da cadeia de suprimentos por meio do uso de IA e blockchain (Verhoef, 2021, p. 890).

Apesar das Tecnologias Digitais serem fundamentais para que a Transformação Digital se torne uma realidade, este fenômeno não se restringe a essas tecnologias:

A Transformação Digital é a mudança cultural, organizacional e operacional de uma organização, indústria ou ecossistema por meio de uma integração inteligente de tecnologias digitais, processos e competências em todos os níveis e funções de forma escalonada. Não é principalmente sobre a adoção de tecnologia (GKRIMPIZI; PERISTERAS, 2022, p. 154).

Nesse sentido, Verhoef et al. (2021) aponta o segundo driver deste fenômeno: a Competição Digital, isso porque a Transformação Digital mudou o cenário de

concorrência no varejo e as vendas foram transferidas para empresas digitais mais jovens. Para o autor,

a competição não apenas se tornou mais global, mas a intensidade também aumentou à medida em que grandes empresas ricas em informações dos EUA (por exemplo, Amazon, Alphabet, Apple e Facebook) e da China (por exemplo, Alibaba e JD) começaram a dominar vários setores (Verhoef, 2021, p. 890).

Essa mudança é ainda mais notória se observarmos as empresas mais valiosas do índice S&P 500 há pouco mais de uma década atrás: Exxon, GE, Microsoft, Gazprom e Citigroup. Dessas, apenas a Microsoft poderia ser categorizada com uma organização digital. Já no final de 2022 este ranking era composto por: Apple, Microsoft, Google, Amazon e Tesla – todas empresas digitais (VERHOEF, 2021).

O aumento dramático das empresas digitais é ainda mais perceptível, dado que as ações da FAANG (Facebook, Apple, Amazon, Netflix e Google), que constituem apenas 1% do S&P 500, causaram um aumento maciço entre março e maio de 2017 de \$ 260 bilhões em avaliação de mercado, enquanto os 99% restantes perderam US\$ 260 bilhões no mesmo período (Verhoef, 2021, p. 890).

Por fim, Verhoef et al. (2021) aponta o Comportamento Digital dos Consumidores como o terceiro *driver* da Transformação Digital nas organizações que é, na verdade, uma resposta dos consumidores à Transformação Digital que se instala no mundo organizacional.

As compras online crescem ano a ano (KANNAN; LI, 2017) e, apoiados por novas ferramentas de pesquisa e mídias sociais, os consumidores estão cada vez mais conectados, informados, capacitados e exercendo um papel ativo no relacionamento com as organizações (LAMBERTON; STEPHEN, 2016; VERHOEF et al., 2017). É por meio das tecnologias digitais que os consumidores são capazes de cocriarem valor quando projetam e personalizam seus produtos e também de ajudar outros clientes compartilhando análises de produtos e, nesse sentido, os dispositivos móveis fazem parte da jornada do cliente, impactando diretamente no comportamento do consumidor, ao mesmo tempo em que facilitam o comportamento do *showroom* (agora os clientes podem examinar o produto *in loco*, *offline* e, posteriormente, fazer a compra *online*) (GENSLER; NESLIN; VERHOEF ET AL., 2017; BECKERS; VAN DOORN; VERHOEF, 2018; VERHOEF et al., 2021).

Em meio a tantas mudanças, Verhoef et al. (2021, p. 891) afirma que

Os consumidores também dependem fortemente de aplicativos e novas tecnologias baseadas em IA, como o Echo da Amazon e o Google Home, que estão entrando na vida dos consumidores. Essas novas tecnologias digitais provavelmente mudarão estruturalmente o comportamento do consumidor e, conseqüentemente, o uso de novas tecnologias digitais pode facilmente se tornar a nova norma e desafiar as regras comerciais tradicionais. Se as empresas não puderem se adaptar a essas mudanças, elas se tornarão menos atraentes para os clientes e provavelmente serão substituídas por empresas que utilizam essas tecnologias.

Gkrimpizi e Peristeras (2022) tratam também dessa dimensão da Transformação Cultural que gera mudanças em aspectos culturais:

Trata-se, antes de tudo, de transformar a mentalidade e a cultura de uma organização para garantir que a tecnologia possa ser implantada como um multiplicador de impacto. O conceito de Transformação Digital vai além da digitalização e deve ser entendido como um processo de mudança profundo e radical que direciona negócios e organizações em novas direções e os leva a um nível de eficácia completamente diferente (p. 154).

2.3.3 Transformação Digital no Setor Público

O setor público também vem sendo impactado pelo fenômeno da Transformação Digital, desenvolvendo novas maneiras de trabalhar com seus *stakeholders*, construindo novas estruturas de prestação de serviço e criando novas formas de relacionamento (MERGEL; EDELMANN; HAUG, 2019). A Transformação Digital no âmbito governamental “é um esforço holístico para repensar e alterar os processos centrais do governo, para além dos esforços tradicionais de digitalização empenhados no passado” (MERGEL, 2017, p. 36).

Ao abordar a Transformação Digital no setor público, parte da literatura tem se referido a este fenômeno como GOVERNO TRANSFORMACIONAL, ou t-Gov e o entende como a segunda etapa do GOVERNO ELETRÔNICO, ou e-Gov (OMAR et al., 2020; TANGI et al., 2021).

Em suma, o GOVERNO ELETRÔNICO buscou introduzir procedimentos digitalizados no setor público, enquanto o GOVERNO TRANSFORMACIONAL, possibilitado pelas tecnologias digitais, abrange aspectos organizacionais e sociotécnicos, mudando as estruturas, operações e cultura do governo (OMAR et al., 2020; TANGI et al., 2021).

Enquanto o governo eletrônico tem como foco a melhoria do nível de eficiência do processo administrativo governamental fazendo uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs), a Transformação Digital no Setor Público busca integrar as

tecnologias digitais às suas estratégias de modernização de governo para criar valor. Sobre governo digital, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2014) afirma:

Baseia-se em um ecossistema digital do governo composto por atores governamentais, organizações não-governamentais, empresas, associações de cidadãos e indivíduos que apoiam a produção e acesso aos dados, serviços e conteúdo por meio de interações com o governo (p. 6).

Nesse sentido, é mister que as organizações públicas passem por um processo de transformação, alavancando o potencial das tecnologias digitais e alcançando maturidade digital (WEERAKKODY; DHILLON, 2008; WEERAKKODY et al., 2011).

Para Levy (1986), esses processos transformacionais de segunda ordem são irreversíveis e resultam em um novo estado das coisas. Para destacar isso, alguns pesquisadores começaram adotar o termo TRANSFORMAÇÃO DO GOVERNO DIGITAL (CURTIS, 2019; MERGEL; EDELMANN; HAUG, 2019). Sobre essas terminologias, Tangi et al. (2021, p. 1) verificaram que

Recentemente, estudiosos do setor público introduziram o conceito de Transformação do Governo Digital (TGD) seguindo a necessidade de um termo mais preciso para definir tal transformação que enfatiza o contexto cultural, organizacional e relacional nas organizações públicas.

Tangi et al. (2021, p. 2) definem a TGD como

[...] mudanças organizacionais de segunda ordem possibilitadas por tecnologias digitais que transformam a maneira como as organizações são estruturadas e organizadas, resultando em um novo estado, do ponto de vista dos processos, cultura, papéis, relacionamentos e possivelmente todos os aspectos da organização.

Embora existam relatórios de consultoria que comprovam que este fenômeno já impacta a administração pública, há pouca evidência empírica sistemática sobre o modo como o setor público tem definido a Transformação Digital em sua prática cotidiana, como tem sido abordados os projetos de Transformação Digital e quais são os resultados esperados (MERGEL; EDELMANN; HAUG, 2019; GONG; YANG; SHI, 2020; TANGI et al., 2021).

No setor público, mais do que melhorias no desempenho, a Transformação Digital implica mudanças fundamentais nas estruturas, processos e culturas das organizações que compõem este setor. Isso pode envolver “as estruturas organizacionais das agências, as relações administrativas entre os cidadãos que

utilizam os serviços públicos e as organizações que os fornecem, ou mudanças na cultura burocrática e nas relações externas entre as agências” (GONG; YANG; SHI, 2020, p. 2).

De modo geral, pesquisas sobre a Transformação Digital no setor público indicam que a maior parte dos esforços, no que tange aos serviços governamentais, são transitórios: a transição de serviços off-line para serviços digitais on-line. Esses esforços deveriam ser transformacionais, visto que não basta, por exemplo, passar a oferecer serviços on-line, sem repensar o serviço em si ou seus processos subjacentes (MERGEL; EDELMANN; HAUG, 2019; GONG; YANG; SHI, 2020). Pittaway e Montazemi (2020, p. 2) afirmam que “ao contrário da mudança incremental, que pode ser alcançada por alguns indivíduos, a Transformação Digital só pode ser alcançada por meio do envolvimento ativo de gerentes e colaboradores na criação de novas formas de operar uma realidade”, todavia, para Gong, Yang e Shi (2020), as mudanças no setor público são, em geral, incrementais.

A Transformação Digital no setor público exige dos gestores conhecimento empírico acerca da gestão de mudanças organizacionais (GONG; YANG; SHI, 2020), todavia, no contexto desse setor, o *know-how* para gerenciar mudanças organizacionais dinâmicas é, em geral, subdesenvolvido (KITCHIN, 2015; MERGEL; EDELMANN; HAUG, 2019) e, por isso, os processos de Transformação Digital, embora avançados em outros setores, tendem a se estagnar no setor público (GONG; YANG; SHI, 2020).

2.3.4 Transformação Digital nas IES

A Transformação Digital tem acontecido de modo pouco mais lento nas IES, visto que o ensino tradicional tem sido favorecido pelos professores. Esta realidade mudou com o advento da pandemia de COVID-19 (RODRÍGUEZ-ABITIA; BRIBIESCA-CORREA, 2021). É importante também reconhecer que os modelos de ensino híbrido e educação online são uma realidade há algumas décadas, desde antes da pandemia, e já passaram por grandes evoluções, “mas seu nível de apropriação varia muito de uma instituição para outra” (RODRÍGUEZ-ABITIA; BRIBIESCA-CORREA, 2021, p. 1).

Para Alenezi e Akour (2023, p. 3), a Transformação Digital das IES se trata de “uma série de transformações culturais, de mão-de-obra tecnológicas que permitem novos modelos educacionais e operacionais, direcionando as estratégias da universidade para agregar valor em toda a instituição”.

A Transformação Digital no ensino superior requer um plano estratégico em nível universitário para projetar e implementar os sistemas integrados para fornecer dados analisados para os tomadores de decisão no momento certo. A Transformação Digital não é um projeto ou iniciativa, mas deve ser uma cultura sustentável que explora técnicas e ferramentas digitais para capacitar a universidade a atingir seus objetivos estratégicos (ALENEZI; AKOUR, 2023, p. 3).

As agendas educacionais digitais europeias e latino-americanas firmam compromisso em oferecer educação de qualidade e de excelência a todos, explorando novas oportunidades e desafios sociais, como flexibilidade, criatividade, inovação, competências digitais e melhorias dos processos de aprendizagem (ROMERO-RODRÍGUEZ; RAMÍREZ-MONTOYA; AGUADED, 2020; MALDONADO; MARINHO; ROBLES, 2020).

Rodríguez-Abitia et al. (2020) afirmam que, para que este compromisso fosse alcançado, foram elaborados diferentes planos de ação, constituídos por três princípios orientadores:

- 1) Melhorar o uso de tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem: conexões Wi-fi nas escolas com maior qualidade, uso de ferramentas de autoavaliação e diplomas certificados digitalmente;
- 2) Adquirir e desenvolver competências digitais para apoiar a Transformação Digital: criação de plataformas nas IES que auxiliem e potencializem o processo de ensino-aprendizagem, desenvolvimento de habilidades científico-digitais (ciência aberta), segurança cibernética na educação e formação em competências digitais e empreendedorismo;
- 3) Melhorar os sistemas educacionais com base na pesquisa, inovação e boas práticas que contribuam para a construção de uma cultura digital (letramento digital, competências digitais, inclusão e cidadania).

Nesse sentido, para Rodríguez-Abitia et al. (2020), a Transformação Digital das IES acontece, considerando três dimensões: tecnológica, pedagógica e organizacional.

A dimensão tecnológica considera a existência de uma unidade organizacional responsável pela integração das TICs no processo de ensino, a presença e o alcance da educação online, questões de acesso (como conectividade sem fio e com fio, disponibilidade de equipamentos em sala de aula, espaço para uso e empréstimo de computadores por professores e alunos, entre outros) e, de modo geral, a inclusão da tecnologia nas atividades acadêmicas e administrativas.

A dimensão pedagógica considera os mecanismos para desenvolver competências digitais no corpo docente com programas de formação coordenados e apoiados por uma unidade organizacional. Esta dimensão considera também se há suporte para o uso de sistemas de gestão de aprendizagem, se há oferta complementar de educação nos modelos semipresencial e online e se as tecnologias de ensino-aprendizagem foram intencionalmente incluídas nos currículos do programa de cada IES.

Por fim, a dimensão organizacional considera os sistemas de gerenciamento de aprendizagem não como meros espaços de armazenamento de conteúdo para determinada aula, mas como ferramentais reais de colaboração entre alunos e professores para a construção do conhecimento.

Alenezi (2021, p. 3) afirma que

[...] semelhante a qualquer outra indústria, se as Instituições de Ensino Superior quiserem permanecer relevantes para os cenários e tendências da indústria em mudança, permanecendo um componente significativo dessa transição ao longo do tempo e não desaparecer de cena, elas devem crescer de forma holística.

Durek, Kadoic e Dobrovic (2018) corroboram com o autor ao afirmarem que não é possível se pensar em IES de excelência sem considerar a integração das TICs nos processos de ensino, aprendizagem, pesquisa e transferência de tecnologia para a sociedade.

Santos et al. (2022) argumentam que os países em desenvolvimento deverão continuar nesse *status*, a menos que concebam e projetem novos produtos com suas próprias tecnologias em suas próprias empresas. Nesse sentido, empresas de inovação são fundamentais para que estes países se desenvolvam e as universidades

técnicas podem contribuir com essas atividades se uma boa política tecnológica, complementar à política de pesquisa, for implementada por seus dirigentes.

O surgimento do empreendedorismo universitário é também reflexo da Transformação Digital nas IES e estas passam, então, a comercializarem seus produtos e serviços desenvolvidos por meio do processo científico de pesquisa, conforme explicam Bakulina et al. (2019, p. 437):

Atualmente, as inovações e os resultados de pesquisas científicas são vistos como a base para a existência de qualquer universidade. Ao mesmo tempo, a criação dos resultados de pesquisas científicas passa necessariamente pela sua concretização na prática, por meio da venda de licenças, criação de novos produtos ou tecnologias e prestação de novos serviços. [...] Há uma fusão entre ciência e negócios que se reflete no crescimento do número de colaboradores das maiores empresas com formação acadêmica. Na verdade, as organizações se tornam os maiores empregadores de cientistas e pesquisadores. Por exemplo, nos EUA, a proporção de pesquisadores com doutorado e vinculados às organizações da iniciativa privada é de 41%.

Bakulina et al. (2019) acrescentam que outra consequência da Transformação Digital nas IES é a criação de *spin-outs* – empresas e negócios gerados dentro de uma organização. Nos processos de criação de *spin-outs*, a empresa-mãe mantém o controle da propriedade sobre a inovação e a equipe que efetivamente desenvolveu a inovação assume a liderança operacional da nova empresa criada. Na Rússia, em geral, 51% das ações dessas novas empresas pertencem às IES e os 49% restantes são distribuídos aos participantes da *spin-out* da seguinte forma:

- Gestão – até 15% das ações;
- Autor da ideia – até 15%;
- Investidores de risco – restante das ações.

Analisando *spin-outs* dos Estados Unidos e da Inglaterra, os autores constataram que, nesses países, a liderança dessas organizações é assumida pelas IES:

As universidades da Califórnia, Berkeley, Oxford e Stanford alcançaram os sucessos mais significativos. O número total de transações concluídas com *spin-outs* universitários em 2017 mais que dobrou em relação a 2013. Os principais investidores de *spin-outs* universitários são corporações e outras estruturas empresariais. Organizações governamentais e outras universidades mostram interesse constante (BAKULINA et al., 2019, p. 439).

Santos et al. (2022) falam do surgimento de *spin-offs*. Isso acontece quando projetos nascidos em IES ganham vida e passam a ter potencial para receber investimentos (SANTOS et al., 2022).

Pesquisadores científicos e engenheiros devem trabalhar juntos para desenvolver novos produtos. Alcançar a Inovação é muito difícil, ou mesmo impossível, sem Desenvolvimento Tecnológico, mesmo que um país faça muita pesquisa científica. Para os Países em Desenvolvimento, será muito difícil tornarem-se verdadeiros Países Desenvolvidos, se continuarem sendo vistos como locais onde empresas multinacionais de países mais ricos fabricam seus produtos, aproveitando-se de baixos salários para depois depositarem os grandes lucros no exterior. Se nada for feito, a digitalização aumentará o já enorme fosso da desigualdade no mundo (SANTOS et al., 2022, p. 1308).

Alenezi e Akour (2023) apresentam as fases pelas quais a Transformação Digital é consolidada nas IES:

Figura 5 - Fases da Transformação Digital em IES



Fonte: Adaptado de Alenezi e Akour (2023)

Os autores ainda apresentam as melhores práticas em projetos de Transformação Digital em IES, a saber:

- Envolvimento com as partes interessadas desde o princípio: este envolvimento se faz necessário desde a fase de planejamento e inclui o engajamento e envolvimento de alunos, membros do corpo docente, colaboradores e outros tomadores de decisão importantes;
- Garantia de treinamento e suporte adequado para professores e colaboradores: isto se faz necessário porque muitas pessoas do corpo docente e colaboradores podem não estar familiarizados com ferramentas e tecnologias digitais mais recentes;
- Desenvolvimento de um plano abrangente de Transformação Digital: este plano deve delinear os objetivos da IES, identificando os recursos e o orçamento necessários e estabelecendo um cronograma de implementação – ao criar um plano abrangente, as IES podem garantir que os esforços para viabilizar a Transformação Digital estejam alinhados com seus objetivos estratégicos, bem como colocar todas as partes interessadas “na mesma página”.

Ainda que exista um plano estratégico consistente, é notório que existem desafios que as IES encontram para que a Transformação Digital seja efetivamente consolidada. Gkrimpizi e Peristeras (2022), por meio de uma revisão sistemática da literatura, apresentam 4 categorias de barreiras que dificultam a implementação da Transformação Digital em IES: barreiras contextuais, sociais, técnicas e culturais. Para Pirkkalainen e Pawlowski (2013, p. 5), uma barreira é “qualquer desafio, risco, dificuldade, obstáculo, restrição ou entrave que possa impedir uma pessoa, um grupo ou uma organização de alcançar um objetivo ou obter sucesso em um contexto específico”.

Gkrimpizi e Peristeras (2022) apontam barreiras contextuais/pontuais, que estão vinculadas a um determinado contexto, organização ou tarefa, bastante significativas: visão, estratégia organizacional, políticas internas e planos de ação não alinhados à Transformação Digital e a falta de financiamento suficiente para que as IES adequem sua operação. Além disso, outro desafio, para os autores, é a tendência que as IES têm de priorizar ações/problemas imediatos e de adiar decisões críticas, porém estratégicas que acabam consumindo mais tempo (GKRIMPIZI; PERISTERAS, 2022).

Na maioria das vezes, não há um plano de ação claro para a implementação da Transformação Digital nas IES, nem uma hierarquia das etapas de implementação. Além disso, quando existe um plano, não há recursos financeiros internos suficientes para implementar a Transformação Digital. Altos níveis de burocracia, complexidade organizacional [...] nas IES são barreiras para movimentar recursos de forma rápida e eficiente. Por fim, é importante ressaltar que a falta de apoio da gestão é um fator crítico na implementação da Transformação Digital (GKRIMPIZI; PERISTERAS, 2022, p. 158).

As barreiras sociais estão relacionadas ao comportamento de indivíduos ou de um grupo de pessoas (PIRKKALAINEN; PAWLOWSKI, 2013) e, para Gkrimpizi e Peristeras (2022), dizem respeito, sobretudo, à falta de experiência e letramento digital dos intervenientes (pessoas engajadas em setores administrativos e acadêmicos da IES). Em geral, não existe, por parte das IES, uma estratégia efetiva e abrangente para que as pessoas sejam treinadas e desenvolvam novas habilidades a fim de atender aos novos requisitos que surgem com a Transformação Digital (GKRIMPIZI; PERISTERAS, 2022). Os autores ainda apontam uma questão que deve ser levada em consideração: a diferença de geração entre docentes e discentes:

Por um lado, os alunos são considerados nativos no uso das novas tecnologias e, por outro lado, o letramento digital do corpo docente permanece baixo. O corpo docente das IES tem de se adaptar e adquirir competências na utilização de novas tecnologias. Eles também precisam usar as habilidades digitais para ensinar e aprender. Isso exigirá a aquisição e desenvolvimento de competências profissionais e pedagógicas (GKRIMPIZI; PERISTERAS, 2022, p. 158).

As barreiras técnicas estão relacionadas às diversas tecnologias e suas características e, no que tange à implementação da Transformação Digital nas IES, os autores citam como principais barreiras: sistemas antigos e infraestrutura de TI desatualizada, a fragmentação e heterogeneidade de dados e a falta de interoperabilidade entre os sistemas.

Outra barreira significativa nesta categoria é a fragmentação e diversidade de dados. Na maioria dos casos, os dados são armazenados em sistemas separados da IES, que não estão interligados entre si. Muitas vezes, esses dados podem conter registros duplicados ou várias versões. Os vários sistemas diferentes para diferentes usos e armazenamento em vários locais que não estão conectados entre si afetam significativamente a qualidade dos dados das IES (GKRIMPIZI; PERISTERAS, 2022, p. 158).

No que tange às barreiras culturais, estas referem-se ao ambiente em que todos os outros componentes (contextual, social e técnico) estão inseridos e interagem entre si. Para os autores, essas barreiras tratam da resistência às

mudanças disruptivas causadas pelas Transformação Digital seja como um fenômeno individual, seja como um fenômeno sistêmico (GKRIMPIZI; PERISTERAS, 2022).

O ativo mais importante de uma organização são os seus recursos humanos. O sucesso ou fracasso da Transformação Digital depende das pessoas, não da tecnologia. A relutância inerente em sair da zona de conforto e tentar encontrar novas formas de fazer negócios é uma grande barreira para o sucesso da Transformação Digital, uma vez que é, por natureza, um processo disruptivo (GKRIMPIZI; PERISTERAS, 2022, p. 159).

Além disso, a cultura conservadora e burocrática também é uma barreira real que as IES encontram para que a Transformação Digital seja efetivamente implementada e, nesse sentido, só é possível mudar este cenário a partir de mudanças culturais que alcancem as pessoas e a organização como um todo. Por fim, para garantir o sucesso da Transformação Digital, é vital a colaboração e a comunicação entre as pessoas que atuam nos diferentes setores da IES e, de alguma forma, atual na implementação da Transformação Digital (GKRIMPIZI; PERISTERAS, 2022).

A Transformação Digital destas instituições deve levar em conta o seu *core business*, isto é, sua razão de ser: ensino, pesquisa e extensão (BRASIL, 1988; ALENEZI, 2021). Se considerarmos a atuação da Transformação Digital nas IES sobre o eixo pesquisa, temos, então, a Ciência Digital.

2.3.4.1 Ciência Digital

A Transformação Digital tem gerado impactos também na área da ciência, “introduzindo ferramentas digitais na maneira como os pesquisadores coletam dados, realizam análises e trocam resultados” (AALBERSBERG et al., 2014, p. 275), “mudando a forma como as pessoas trabalham juntas” (DOUGHERTY; DUNNE, 2012, p. 1469) e tornando a ciência “mais aberta, mais global e colaborativa, mais criativa e mais próxima da sociedade” (EC, 2013, *Executive Summary*).

Esta transformação disruptiva na natureza da ciência é o que a literatura tem chamado de Ciência Digital (ou *Digital Science*) e, nesta pesquisa, os termos CIÊNCIA DIGITAL e TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DA CIÊNCIA são considerados sinônimos.

Em linhas gerais, o processo de Transformação Digital da Ciência tem mudado a forma como os pesquisadores conduzem suas pesquisas e disseminam seus resultados (OECD, 2019). Na verdade, a Transformação Digital tende a

potencializar a pesquisa nas IES, uma vez que novas oportunidades são criadas, por exemplo: por meio de *data analytics*, novas potenciais áreas de pesquisa podem ser identificadas, enquanto tecnologias de realidade virtual e realidade aumentada podem viabilizar a criação de nossas ferramentas para pesquisa (ALENEZI; AKOUR, 2023).

A Ciência Digital é compreendida como “um sistema compartilhado por comunidades científicas e sociais engajadas na solução de problemas complexos baseados no bem comum e compartilhando um conjunto de métodos, dados, informações e infraestrutura tecnológica e metodológica” (PACHECO; NASCIMENTO; WEBER., 2018, p. 382).

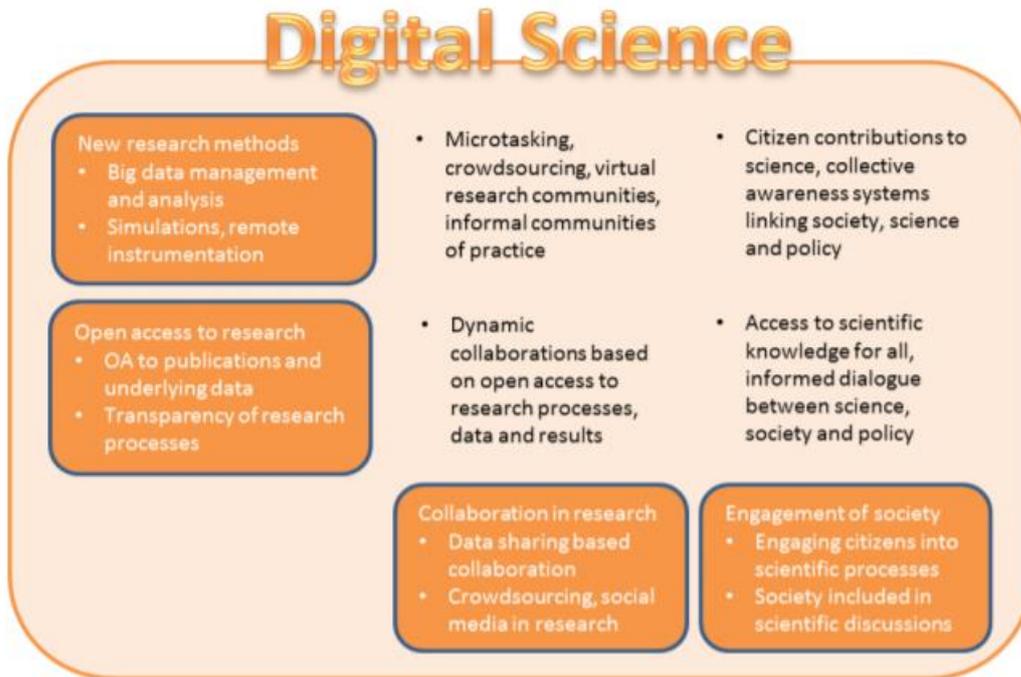
A Ciência Digital, ao contrário da argumentação de Suber (2012), compreende o conhecimento como um recurso compartilhado em um ecossistema complexo – um *Commons* (HESS; OSTROM, 2007) – que não é necessariamente privado, mas em muitos contextos também não é um bem público. Isso nos leva a perceber a natureza dual do conhecimento e, por consequência, a complexidade deste recurso: ao mesmo tempo em que é força motriz na sociedade, uma necessidade humana, é também um *comódit*e, um bem econômico.

Hess e Ostrom (2007) concluem que o conhecimento, enquanto *Commons*, “não é sinônimo de acesso aberto” (p. 13), todavia o conceito discutido por Suber (2012) de acesso aberto é sim um *Commons*.

A Ciência Digital é também consequência do efeito combinado do desenvolvimento tecnológico e da mudança cultural no campo científico, que tem aderido à ideia de coprodução e à abertura da pesquisa (EC, 2013). Todavia não se trata de uma abertura por si mesma, como é o caso da Ciência Aberta. O princípio da abertura no contexto da Ciência Digital é submetido ao princípio maior do bem comum, que é diferente do princípio do bem público na Ciência Aberta (HESS; OSTROM, 2007; SUBER, 2012).

O processamento de grandes volumes de dados, a combinação de dados de diferentes tipos e provenientes de diferentes fontes, os experimentos virtuais *in silico* e o acesso remoto a equipamentos específicos são alguns procedimentos que a Era Digital tornou possível no campo científico e que, conseqüentemente, fazem parte desta mudança de paradigma na ciência: a Ciência Digital (EC, 2013). Na Figura 6 são apresentados os principais elementos que compõem esta transformação no meio científico, a partir do ponto de vista da Comissão Europeia.

Figura 6 - Principais elementos da Ciência Digital



Fonte: EC (2013, p. 4).

Pacheco, Nascimento e Weber (2018) apresentam uma ilustração (Figura 7) com uma visão geral do que é a Ciência Digital, abarcando seus *stakeholders* (pesquisadores, cientistas cidadãos, estudantes, professores, atores políticos, empresários e trabalhadores sociais) e elementos que compõem este ecossistema.

Eles [os *stakeholders*] trabalham em laboratórios que compartilham tecnologias altamente conectadas e orientadas a serviços, em especial *grid computing* e computação em nuvem. Eles criam um espaço de conhecimento comum, seguindo um sistema de fluxo de trabalho e trabalhando como uma equipe transdisciplinar (...). Os métodos e técnicas de engenharia do conhecimento e de ciência dos dados permitem a criação de um espaço semântico para a ciência, onde dados e ontologias são vinculados de acordo com seu significado e finalidade. A mídia do conhecimento ajuda tornar os resultados acessíveis e socialmente reconhecidos, e o gerenciamento do conhecimento oferece um conjunto de práticas e diretrizes par fazer as equipes de Ciência Digital trabalharem como organizações virtuais sustentáveis (PACHECO; NASCIMENTO; WEBER, 2018, p. 383).

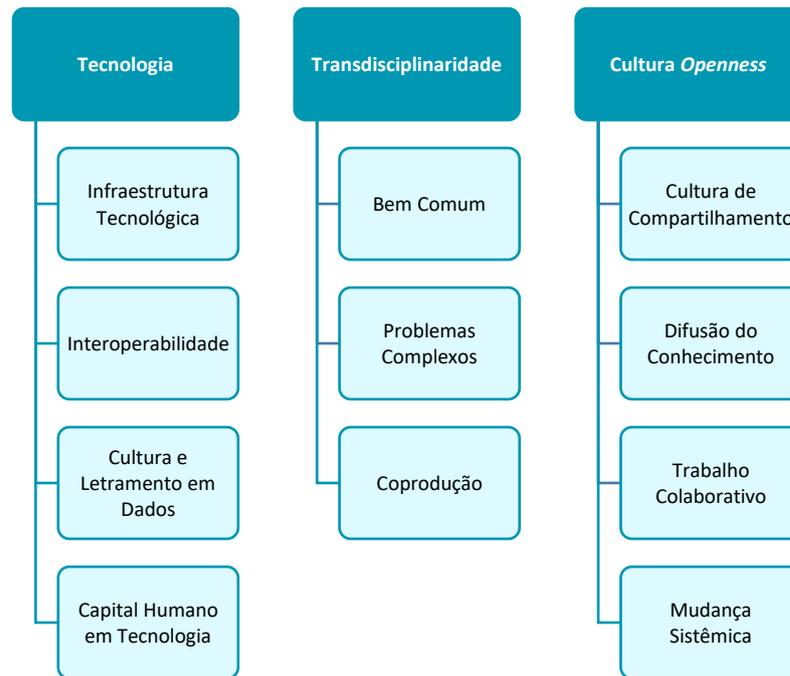
pesquisa abordaram a Transformação Digital nas IES sob as perspectivas tecnológica, organizacional e social”: (1) tecnológica: a Transformação Digital tem como base o uso de novas tecnologias digitais, como mídias sociais, dispositivos móveis e dispositivos embarcados; (2) organizacional: a Transformação Digital requer mudança de processos organizacionais e a criação de novos modelos de negócio; e (3) social: a Transformação Digital é um fenômeno que está influenciando todos os aspectos da vida humana (LIU; CHEN; CHOU, 2011; FITZGERALD et al., 2013; REIS et al., 2018; LIERE-NETHELER; PACKMOHR; VOGELSANG, 2018; MERGEL; EDELMAN; HAUG, 2019).

Nesta tese, optamos por trabalhar com as três dimensões mais citadas pela literatura e inseri-las no contexto da pesquisa. Nesse sentido, a dimensão tecnológica foi denominada TECNOLOGIA. A dimensão organizacional foi denominada TRANSDISCIPLINARIDADE. À dimensão social chamamos de CULTURA OPENNESS.

Tanto a Comissão Europeia (2013) quanto Pacheco, Nascimento e Weber (2018) citam essas três dimensões quando conceituam a CIÊNCIA DIGITAL: Tecnologia (meio), Transdisciplinaridade (novos métodos) e Cultura *Openness* (nova forma de engajamento de colaboração entre atores acadêmicos e não acadêmicos, bem como novos meios de difusão do conhecimento para além do contexto científico).

Na Figura 7 apresentamos as três dimensões com os fatores que as compõem nesta pesquisa e, posteriormente, tratamos de aprofundar nessa questão.

Figura 8 - Dimensões e Fatores da Ciência Digital



Fonte: Autoria Própria.

2.3.4.1.1 Tecnologia

A tecnologia, no contexto da Ciência Digital, diz respeito à infraestrutura tecnológica que suporta pesquisas orientadas por dados, apoiadas “pelo uso intensivo de computação, redes e recursos de informação distribuídos” (SALES; SAYÃO, 2013, p. 1866). Nesse sentido, não se trata apenas da inserção de tecnologia no processo científico (RIBES; LEE, 2010). Ao contrário, trata-se de “uma integração de ponta a ponta realizada pela colaboração interdisciplinar com impacto na maneira como a ciência é conduzida (PACHECO; NASCIMENTO; WEBER., 2018, p. 379).

Pacheco, Nascimento e Weber (2018) apontam algumas tendências tecnológicas que atendem à Ciência Digital: Computação Orientada à Serviço, Computação em Nuvem, *Grid Computing* e Tecnologias Conectivas.

Para compreender o papel da tecnologia no contexto da Ciência Digital, é necessário, antes, uma compreensão acerca da atuação desses recursos que devem se dar, sobretudo, a partir da infraestrutura tecnológica, da interoperabilidade, do capital humano em tecnologia e da cultura e letramento em dados.

No que tange à infraestrutura tecnológica, no contexto da Ciência Digital a tecnologia desempenha papel crucial, uma vez que engloba “sistemas de

computação, dados, recursos de informação, redes, sensores digitais, instrumentos, organizações virtuais e observatórios, juntamente com um conjunto interoperável de serviços e ferramentas de *software*", compartilhados por equipes de profissionais que desenvolvem, implantam e usam "abordagens transformadoras para a descoberta e aprendizagem científica" (NSF, 2007, p. 1).

Nesse sentido, uma infraestrutura adequada é o fundamento da Ciência Digital, quando considerada a dimensão TECNOLOGIA, isso porque ela se trata, na verdade, dos recursos tecnológicos necessários para que todo o sistema da Ciência Digital funcione, do ponto de vista técnico.

Já em relação à interoperabilidade, segundo o Guia de Interoperabilidade do Governo Federal Brasileiro, esta pode ser entendida como "a capacidade de diversos sistemas e organizações trabalharem em conjunto (interoperar)", a fim de garantir que pessoas, organizações e sistemas computacionais interajam e troquem informações de modo eficaz e eficiente (BRASIL, 2012). Pan et al. (2021) corroboram com esta definição e argumentam que a interoperabilidade digital permite a troca rápida, contínua, segura e confiável de dados e informações entre diferentes instâncias, seja governo, empresas, sociedade civil, IES, entre outras.

Se a tecnologia, na Ciência Digital, suporta pesquisas orientadas a dados, apoiadas pelo uso intensivo de computação, redes e recursos de informação distribuídos, é pela capacidade de interoperabilidade que atores acadêmicos e não acadêmicos, envolvidos no processo de pesquisa, são capazes de trabalhar de forma colaborativa, independente dos recursos tecnológicos individuais, isso porque não existe dependência tecnológica quando há interoperabilidade (BRASIL, 2012).

Outro aspecto é a cultura e letramento em dados. De modo geral, se trata da capacidade de ler, trabalhar, analisar e argumentar com dados. O letramento em dados desenvolve uma cultura *data-driven* (orientada a dados), isto é, as pessoas aprender a criar, limpar e gerenciar dados, entendendo o que estes representam. São capazes também de analisá-los e desenvolvem uma comunicação apoiada por estes (D'IGNAZIO; BHARGAVA, 2015).

Se a Tecnologia, no contexto da Ciência Digital, diz respeito à infraestrutura tecnológica que suporta pesquisas orientadas a dados, a cultura e letramento em dados se faz fundamental, visto que torna os atores acadêmicos e não acadêmicos envolvidos na pesquisa capazes de fazer uso dos dados em todo o seu

potencial, por meio de análises suportadas pela tecnologia. Trata-se de elevar a capacidade analítica das pessoas por meio de uma infraestrutura tecnológica adequada.

Por fim, para Blizkiy, Malinenko e Lebedinskaya (2021, p. 1322), capital humano se trata de "um conjunto razoável de conhecimentos e habilidades, saúde e capacidade de sobrevivência, educação e cultura, que são acumulados ao longo da vida humana e permitem ao indivíduo desenvolver seu potencial como propriedades úteis e resultados do desenvolvimento na sociedade". Nesse sentido, quanto mais as pessoas envolvidas no processo de pesquisa e na atividade de suporte a esta aderirem às mudanças causadas pela Transformação Digital, mais provável que este fenômeno alcance todo o seu potencial dentro das IES (OSMUNDSEN; IDEN; BYGSTAD, 2018).

Em suma, existe uma relação bidirecional entre a Transformação Digital e os recursos humanos de uma IES. Isso porque se, por um lado, a Transformação Digital influencia e impacta a atuação dos colaboradores, tornando-os mais produtivos, por outro lado, as capacidades e habilidades digitais dos recursos humanos na IES são o principal facilitador para que a Transformação Digital seja efetivamente implantada por meio de força de trabalho digitalmente competente (BENAVIDES et al., 2020).

No contexto da Ciência Digital, a tecnologia precisa fazer parte da estratégia da IES, compondo sua visão e missão, permeando suas políticas e suportando sua estratégia. Nesse sentido, é fundamental a atuação ativa de Capital Humano em Tecnologia em todos os níveis organizacionais da IES (BENAVIDES et al., 2020), sobretudo, no nível estratégico.

2.3.4.1.2 Transdisciplinaridade

Segundo Schuttenberg e Guth (2015), a transdisciplinaridade é um modo de coprodução do conhecimento orientado à resolução de problemas complexos em vista do bem comum. Para as autoras, a coprodução do conhecimento pode ser melhor compreendida como "uma categoria de pesquisa participativa e abordagens de governança colaborativa" cujo foco é a solução de questões relevantes, engajando diferentes *stakeholders*. Nesse sentido, as autoras ressaltam que "o processo de coprodução precisa criar um oásis no qual as partes interessadas tenham voz igual

para que a confiança, a criatividade e o entendimento compartilhado passam se desenvolver” (SCHUTTENBERG; GUTH, 2015, p. 2).

Outro aspecto fundamental no processo de coprodução do conhecimento é a necessidade da integração dos diversos sistemas de conhecimento, ou transformação. O mero arranjo do conhecimento de diferentes disciplinas frente a um problema do mundo real não caracteriza a coprodução do conhecimento. Na verdade, este fenômeno acontece quando as interações entre os diferentes atores acabam por minimizar as diferenças culturais, ressaltando a natureza coletiva do contexto em que se insere o problema a ser resolvido (POHL, 2011; SCHUTTENBERG; GUTH, 2015).

A transdisciplinaridade resulta no conhecimento transdisciplinar, isto é, resultante do engajamento e coprodução de atores acadêmicos e não acadêmicos, dos setores público e/ou privado (FRODEMAN, 2014).

Nesta tese, ressaltamos três constructos presentes na definição da transdisciplinaridade que são essenciais para o entendimento da Ciência Digital, a saber: coprodução do conhecimento, bem comum e problemas complexos.

A coprodução do conhecimento se trata do processo de produção do conhecimento de modo colaborativo, objetivando a criação de valor de forma coletiva e caracterizado pelo protagonismo de todos os atores envolvidos (OSTROM, 1996; MEIJER, 2012, SCHUTTENBERG; GUTH, 2015; PACHECO, 2016). Para Pacheco (2016, p. 26), o processo de coprodução deve: "considerar conhecimentos de matizes diferentes, conflitos de visões, comunicação e criar espaços de coprodução com confiança mútua".

Existe uma relação íntima entre Coprodução e Transdisciplinaridade, visto que a primeira integra a definição da segunda. Segundo Schuttenberg e Guth (2015), a coprodução do conhecimento pode ser melhor compreendida como “uma categoria de pesquisa participativa e abordagens de governança colaborativa” cujo foco é a solução de questões relevantes, engajando diferentes *stakeholders* (p. 2). A coprodução do conhecimento, no contexto da Ciência Digital, demanda a participação ativa de atores acadêmicos e atores não acadêmicos. Esta atuação de diferentes *stakeholders* pressupõe a participação de ímpares, isto é, atores externos à comunidade acadêmica engajados nas atividades de planejamento, execução e avaliação das atividades de pesquisa (PACHECO, 2016).

A transdisciplinaridade, no contexto da Ciência Digital, tem como alvo a resolução de problemas complexos. Um problema complexo é único e possui características que o distingue de qualquer outro problema (seja ele de qualquer natureza), ou seja, suas condições são únicas e sua própria compreensão enquanto problema é singular. Esse tipo de problema não possui uma solução do tipo "VERDADEIRO OU FALSO", ao contrário, as soluções propostas são "BOAS OU RUINS", "MELHORES OU PIORES". Em relação aos meios de se abordar problemas dessa natureza, os métodos científicos tradicionais, em geral, não são eficazes para que uma solução seja alcançada, visto que são permeados por incertezas e instabilidades (GLOUBERMAN; ZIMMERMAN, 2002; LAWRENCE et al., 2022).

Muitos problemas do mundo real contemporâneo são caracterizados como complexos, uma vez que não possuem definição clara, são multifacetados, altamente interconectados e incertos em relação aos seus padrões de mudanças em um determinado contexto. Nesse sentido, desafios dessa natureza "requerem a colaboração não só de vários indivíduos com uma ampla variedade de competências, mas, particularmente, de processos de resolução de problemas interdisciplinares (colaboração entre várias disciplinas) e transdisciplinares (aprendizagem mútua entre ciência e sociedade)" (RISOPOULOS-PICHLER; DAGHOFER; STEINER, 2020, p. 2). A transdisciplinaridade se apresenta, portanto, como uma forma eficaz de atacar problemas considerados complexos.

Se a transdisciplinaridade tem como alvo a resolução problemas complexos, este se dá em vista do bem comum quando analisamos o contexto da Ciência Digital. *Commons* ou bem comum é um "termo geral que se refere a um recurso compartilhado por um grupo de pessoas, sujeito a dilemas sociais" (HESS; OSTROM, 2007, p. 3). Inicialmente o constructo era percebido como qualquer tipo de recurso natural (Ostrom, 1990) e só mais tarde teve a sua definição ampliada e, por isso, hoje, por exemplo, o conhecimento é também considerado um *Commons* ou Bem Comum.

O bem comum oferece um referencial de meta para a pesquisa que seja compreendido e do interesse de todos os coletivos que participam do processo de coprodução do conhecimento (OSTROM, 1997). Nesse sentido, é mister que, nos projetos de pesquisa, faça-se o uso de múltiplas linguagens para comunicar seus objetivos tanto à comunidade científica como aos demais atores socioeconômicos partícipes e/ou potenciais beneficiários.

2.3.4.1.3 Cultura *Openness*

Nesta pesquisa, a Cultura *Openness* na Ciência é percebida como

uma nova abordagem do processo científico baseada no trabalho colaborativo e em novas formas de difusão do conhecimento por meio do uso de tecnologias digitais e novas ferramentas colaborativas. Trata-se de uma mudança sistêmica na forma como a ciência e a pesquisa foram realizadas nos últimos cinquenta anos: a mudança das práticas padrão de publicação dos resultados de pesquisa em publicações científicas para o compartilhamento e o uso de todo o conhecimento disponível em seus estágios iniciais, intermediários e finais do processo de pesquisa (EC, 2016, p. 33).

A cultura *openness* se trata, portanto, da prática tácita profundamente enraizada na vida cotidiana da comunidade em que se insere (KERA et al., 2019). No contexto científico essa cultura abrange diferentes práticas que contemplam a abertura da pesquisa em todo o seu ciclo de vida (SANTOS, 2017; VICENTE-SAEZ; MARTINEZ-FUENTES, 2018; EC, 2019). Essas práticas são identificadas a partir da lente (escola de pensamento) pela qual se observa o constructo, visto que este possui múltiplas facetas (ALBAGLI; CLINIO; RAYCHTOCCK, 2014; FECHER; FRIESIKE, 2014; EISFELD-RESCHKE; HERB; WENZLAFF, 2014).

Em todos os setores, a Transformação Digital requer identificar os fatores críticos do processo que está sendo transformado. Para a pesquisa, a cultura *openness* tem sido, nas últimas décadas, um fator promotor de mudanças, primeiro nas formas de acesso aos seus resultados (ex. acesso livre a artigos), posteriormente à produção de conhecimento (ex. periódicos gratuitos) e mais recentemente a todo o ciclo de produção de pesquisa (ex. planejamento aberto e/ou feito com atores externos à IES).

3 ESTADO DA ARTE

O presente capítulo tem como objetivo levantar o estado da arte acerca de ferramentas ou instrumentos de mensuração ou análise de aderência das IES à Transformação Digital, considerando seis documentos analisados, após processo de busca em base de dados (ver subseção 4.4.2).

Foram encontrados um *framework* e três modelos de mensuração de maturidade digital de IES (Quadro 3), uma vez que três documentos tratavam do mesmo instrumento (DMFHEI).

Quadro 3 - Instrumentos de Análise ou Mensuração de Aderência de IES à Transformação Digital

Modelo	Autor	Ano	Título
Digital Maturity Framework for Higher Education Institutions (DMFHEI)	Durek, V.; Kadoic, N.; Redep, N. B.	2018	Assessing the digital maturity level of higher education institutions
	Durek, V.; Redep, N. B.; Divjak, B.	2017	Digital Maturity Framework for Higher Education Institutions
	Durek, V.; Kadoic, N.; Dobrovic, Z.	2018	Digital Maturity of Higher Education Institution: A Meta Model of the Analytical Network Process (ANP) and Decision EXpert (DEX)
N/A	Zulunova, M.; Mudrak, S.	2023	Determination of key drivers of digital transformation of company by the example of assessment of digital maturity level of educational establishment education
UniDigMaturity	Doneva, R.; Gaftandzhieva, S.; Totkov, G.	2019	Digital Maturity Model for Bulgarian Higher Education Institutions
N/A	Shindina, T. et al.	2022	University Digital Maturity Profile as a Tool of Higher Education System Digital Transformation

Fonte: Autoria Própria.

Para Durek, Redep e Divjak (2017, p. 100), o desenvolvimento de um instrumento de maturidade digital visa “identificar áreas e elementos de maturidade digital das IES”, bem como “identificar áreas e elementos-chave necessários para elevar seus níveis de maturidade digital”.

Doneva, Gaftandzhieva e Totkov (2022, p. 6112) corroboram com os autores, argumentando que esses instrumentos

[...]orientam as organizações na transformação digital e permitem avaliar o seu nível de maturidade digital com base em indicadores específicos (áreas e elementos-chave), identificar as áreas que devem ser melhoradas, determinar as áreas e elementos em que o nível de maturidade digital deve

ser elevado, dando recomendações para a realização das melhorias necessárias.

3.1 *FRAMEWORK* DE MATURIDADE DIGITAL PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (DMFHEI)

O *Framework* de Maturidade Digital para Instituições de Ensino Superior (DMFHEI) é composto por áreas e elementos que não são desarticulados ou isolados, ao contrário, são complementares e interligados, “formando assim um todo unificado” (DUREK; REDEP; DIVJAK, 2017, p. 100). Nesse sentido, os autores compreendem a Transformação Digital das IES como um sistema, corroborando com a visão de Pacheco, Nascimento e Weber (2018).

O DMFHEI foi baseado no *Framework* de Maturidade Digital desenvolvido por Redep et al. (2017) para escolas de ensino primário e secundário da Croácia (DUREK; KADOIC; REDEP, 2018) e é composto por 7 áreas e 43 elementos (DUREK; KADOIS; DOBROVIC, 2018), descritos no Quadro 4.

Quadro 4 - Áreas e Elementos do *Framework* DMFHEI

Area	Elementos
Liderança, Planejamento e Gestão	1. Investimento financeiro na utilização das TICs no ensino-aprendizagem, na pesquisa e desenvolvimento e nos processos de negócios da instituição
	2. Planejamento estratégico da integração das TICs nas IES
	3. Gestão da integração das TICs no ensino-aprendizagem na IES
	4. Gestão da integração das TICs na pesquisa científica na IES
	5. Atuação de sistemas de informação para apoiar os processos de negócios da IES
	6. Planejamento e implementação de treinamento para funcionários de IES na área de competências digitais e uso de TICs
	7. Relação entre a IES e o estado, sob o aspecto da integração das TIC
	8. Desenvolvimento de Política Institucional de integração de TICs e monitoramento de tendências globais
Garantia da Qualidade	1. Políticas de garantia da qualidade das TICs
	2. Monitoramento e revisão periódica dos programas de estudo quanto ao uso/aplicação das TICs
	3. Avaliação do trabalho do corpo docente, pesquisadores, corpo técnico e administrativo
	4. Monitoramento contínuo dos resultados e progressos do trabalho científico-pedagógico
	5. Procedimentos para determinar as necessidades, desenvolvimento ou aquisição de recursos de TICs e seu uso/aplicação
	6. Aprovações e acompanhamento da matrícula do aluno, de sua progressão e conclusão dos estudos apoiados pelas TICs
Pesquisa Científica	1. Uso das TICs na preparação e publicação de artigos científicos

	2. Apoio das TICs na preparação e gestão de projetos de pesquisa
	3. Pesquisa em TICs (pesquisa colaborativa em TICs na IES)
	4. Sistema de apoio aos pesquisadores em início de carreira quanto ao uso das TICs na pesquisa científica
	5. Formação contínua de pesquisadores quanto ao uso das TICs na pesquisa científica
	6. Trabalho em rede e a colaboração de pesquisadores com apoio das TIC
Transferência de Tecnologia e Serviço à Sociedade	1. Colaboração com as partes interessadas (ou seja, empresas, comunidade local e demais atores não acadêmicos) apoiada pelas TICs
	2. Pesquisa aplicada e projetos profissionais apoiados pelas TICs e/ou para as TICs
	3. Rede de pesquisadores e beneficiários da pesquisa (<i>stakeholders</i>) apoiada pelas TICs
Ensino-Aprendizagem	1. Preparação, armazenamento e uso de conteúdo digital no ensino-aprendizagem
	2. Métodos inovadores de ensino-aprendizagem com TICs
	3. Desenvolvimento da competência digital dos professores
	4. Desenvolvimento da competência digital dos alunos
	5. Uso de <i>analytics</i> para aperfeiçoar o ensino-aprendizagem
	6. Aprendizagem ubíqua e currículos abertos
	7. Personalização e suporte para grupos sub-representados usando as TICs no ensino-aprendizagem
Cultura Digital	1. Presença da IES na Internet
	2. Utilização das TICs na promoção da IES
	3. Desenvolvimento do letramento digital e promoção da inovação no uso das TICs junto aos colaboradores das IES
	4. Autoconfiança e motivação dos colaboradores quanto à importância do uso das TICs
	5. Fornecimento de acesso e suporte quanto ao uso da infraestrutura de TICs
	6. Aplicação de padrões éticos, direitos autorais e propriedade intelectual no campo das TICs
Recursos Digitais e Infraestrutura	1. Disponibilidade de recursos de TICs (hardware e software) para aprender e ensinar
	2. Disponibilidade de recursos de TICs para pesquisa científica
	3. Infraestruturas de rede na IES
	4. Acesso a recursos de TICs para alunos (dentro e fora da sala de aula)
	5. Ambiente digital e sistemas de informação disponíveis para funcionários e alunos
	6. Suporte técnico e manutenção dos recursos de TICs na IES
	7. Sistema de segurança da informação

Fonte: Adaptado de Durek, Kadoic e Redep (2018)

O DMFHEI, quando aplicado em uma IES, encaixa a instituição em um dos 5 níveis de maturidade (DUREK; KADOIC; REDEP, 2018):

- 1) Básico: não há indícios de ações de Transformação Digital na IES;
- 2) Inicial: existem ações de Transformação Digital em estágio inicial na IES;

- 3) Digitalmente Habilitada: a IES está parcialmente comprometida com a Transformação Digital;
- 4) Digitalmente Confiante: a IES possui meios institucionais para encorajar ações de Transformação Digital
- 5) Digitalmente Madura: a Transformação Digital na IES é institucionalizada e todos os níveis da instituição possuem ações que contribuem para sua implementação.

O modelo é aplicado apresentando os elementos e os respondentes avaliam quanto cada elemento é satisfeito pela IES, considerando uma escala *Likert* de 4 pontos: baixo, adequado, bom, excelente (DEREK; KADOIC; REDEP, 2018).

3.2 ZULUNOVA E MUDRAK (2023)

Para Zulunova e Mudrak (2023), o sucesso da Transformação Digital em IES depende fundamentalmente da qualidade dada à fase de planejamento para implementação da Transformação Digital. Nesse sentido, os autores argumentam que a condução adequada de uma estratégia de Transformação Digital em uma IES passa por três etapas distintas:

- 1) Mensuração do nível atual de maturidade digital (Onde estamos?)
- 2) Definição do nível de maturidade digital a ser alcançado (Aonde queremos chegar?)
- 3) Plano estratégico para alcançar o nível em questão (Como faremos para chegar)

Os autores apresentam uma lista de 7 elementos-chave a serem avaliados para se mensurar o nível de maturidade digital de uma organização, a saber:

Quadro 5 - Elementos-chave para Mensuração da Maturidade Digital

Elemento-chave	Nível de Análise
Cultura Digital	Avalia-se a maturidade da cultura digital da instituição: como é realizada a comunicação entre os funcionários e seus departamentos durante o fluxo de trabalho, métodos de definição de tarefas (as tecnologias digitais estão implementadas?), até que ponto os funcionários estão envolvidos na busca de

	meios para concluir tarefas e na determinação de critérios de qualidade de execução de tarefas
Capital Humano	Avalia-se o nível de competências digitais dos funcionários: revela-se a lista de habilidades digitais de uma pessoa, como ela aprimora suas habilidades, avalia se a IES oferece meios para o desenvolvimento de competências digitais para seu corpo docente, técnico e administrativo
Processos	Avalia-se o conhecimento dos funcionários acerca dos processos organizacionais e dos indicadores de desempenho desses processos; avalia-se também a taxa de implementação de ferramentas de otimização de processos e a eficiência de seu uso
Produtos Digitais	Avalia-se o conhecimento dos fundamentos e princípios da criação de produtos digitais (objeto de informação ou serviço digital que atende a demanda final de um usuário externo, beneficiando-o de alguma maneira)
Modelos	Avalia quanto os funcionários são proficientes em métodos analíticos e com que frequências esses métodos são aplicados
Dados	Avalia-se o nível de sistematização e completude dos dados com os quais os funcionários trabalham, bem como as tecnologias disponíveis para trabalhar com dados (<i>Cloud Computing</i> , entre outros)
Infraestrutura e Ferramentas	Avalia o nível de conscientização dos funcionários sobre a disponibilidade de serviços digitais internos para trabalho e comunicação, bem como a qualidade da infraestrutura e das ferramentas digitais disponíveis

Fonte: Adaptado de Zulunova e Mudrak (2023).

Considerando os elementos-chave a serem considerados para mensuração da maturidade digital de uma IES, os autores desenvolveram um modelo a partir de uma escala *Likert* de 4 pontos, de acordo com a aderência aos níveis de análise:

- 0) Nível Baixo/Básico
- 1) Nível Médio (houve implantação de soluções de TI para automação de processos)
- 2) Acima da Média (os processos existentes foram melhorados com a introdução das TICs)
- 3) Alto Nível (a instituição está totalmente digitalizada)

O modelo proposto por Zulunova e Mudrak (2023) é, na verdade, um modelo genérico que foi aplicado em uma IES e, por isso, não abrange questões inerentes ao escopo dessas instituições.

Ao final, as IES são classificadas segundo seu modelo organizacional: Informal, Centralizado, Independente e Híbrido (ZULUNOVA; MUDRAK, 2023).

As IES cujos modelos organizacionais são classificados como INFORMAL estão na primeira etapa do processo de Transformação Digital: uma parte da instituição começa implementar ações de Transformação Digital por si só e pode obter sucesso, todavia essas ações não abrangem toda a instituição. Já nas IES cujo modelo é

classificado como CENTRALIZADO, os gestores têm total compreensão da importância da Transformação Digital para a instituição e, neste estágio, é criado um departamento específico responsável por toda estratégia de Transformação Digital a ser executada. As IES cujos modelos são classificados como INDEPENDENTE são divididas em duas partes: instituição inovadora e instituição antiga; escritórios digitais são criados dentro de cada divisão da IES inovadora e, por isso, as mudanças surgem rapidamente. Por fim, as IES cujos modelos organizacionais são classificados com híbrido se deparam com a necessidade de escritórios digitais no nível estratégico da instituição para que regras institucionais sejam desenvolvidas e orientem todo o fluxo de trabalho da IES (ZULUNOVA; MUDRAK, 2023).

Essa forma de evolução do modelo organizacional da IES não é citada em nenhum outro documento que propõe uma ferramenta de análise de aderência das IES à Transformação Digital e parece se dar em um contexto específico da Rússia, já que os autores aplicaram o instrumento em IES desse país.

3.3 UNIDIGMATURITY

Doneva, Gaftandzhieva e Totkov (2022) propõem um modelo de maturidade digital (UniDigMaturity) que se adequa às IES búlgaras e busca avaliá-las de forma integral, considerando 88 elementos-chave agrupados em 10 áreas (Quadro 6).

Quadro 6 - Áreas e Elementos-chave do UniDigMaturity

Área	Elementos-chave
Política de Garantia da Qualidade	1.1. A cultura digital institucional é parte da cultura corporativa institucional comum que é constantemente controlada, atualizada e aprimorada.
	1.2. A estratégia digital é um elemento da visão e estratégia institucional e é baseada numa infraestrutura de TIC adequada.
	1.3. A IES conduz sua política digital ampliando e otimizando o conjunto de processos, serviços e produtos institucionais realizados com o uso das TIC.
	1.4. A IES disponibiliza recursos, orçamento e investimento financeiro para implementar e utilizar as TIC nas atividades universitárias (aprendizagem, ensino, pesquisa, etc.), que sejam adequados e suficientes para suportar as comunicações, atividades e serviços digitais.
	1.5. A integração das TIC nas atividades institucionais é um elemento do planejamento estratégico da IES.
	1.6. A IES mantém um sistema de segurança da informação e medidas para acesso autorizado e confiável a serviços e recursos eletrônicos, inclusive para a proteção da confidencialidade das informações.
	1.7. Os planos de transformação digital (incluindo o aumento do grau de digitalização institucional) estão alinhados ao processo de integração das TIC com as atividades universitárias.

	1.8. A IES aplica padrões éticos e garante o respeito aos direitos autorais e à propriedade intelectual no campo das TIC.
	1.9. O sistema de garantia de qualidade institucional usa TIC para coletar e analisar informações e as partes interessadas (especialmente estudantes) estão envolvidas em sua aplicação, inclusive com acesso remoto.
	1.10. Os processos de negócios e sistemas de informação da universidade são baseados nas necessidades do usuário e gerenciados com canais digitais.
	1.11. Políticas digitais, procedimentos eletrônicos e serviços eletrônicos são realmente usados na prática institucional diária.
Concepção e aprovação de programas	2.1. As IES desenvolveram procedimentos e padrões para desenvolvimento, avaliação e aprovação de documentação educacional, que compartilham boas práticas europeias e nacionais de TIC e levam em consideração as opiniões de alunos e usuários.
	2.2. Existem critérios/normas para a concepção, desenvolvimento e aprovação de currículos em cursos acompanhados de atividades e recursos digitais de aprendizagem (incluindo objetos de aprendizagem, atividades de aprendizagem baseadas na web, formas eletrônicas de comunicação e consulta, etc.) para formação.
	2.3. O currículo reflete práticas pedagógicas inovadoras sobre a utilização das TIC no ensino superior e está sincronizado com a política de transformação digital das IES.
	2.4. A infraestrutura de informação institucional permite o acesso aos programas de estudo.
	2.5. Currículos e materiais de aprendizagem relevantes são fornecidos com ferramentas de aprendizagem onipresentes, garantindo acesso a processos eletrônicos e recursos de informação para ensino e aprendizagem, inclusive para alunos com necessidades educativas especiais.
	2.6. Os professores e autores envolvidos na concepção/desenvolvimento/avaliação curricular estão conscientes das vantagens/desvantagens da utilização de formas digitais de formação no contexto da disciplina.
	2.7. O perfil e os papéis dos sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem dependem dos modelos pedagógicos utilizados e das TIC.
Aprendizagem, ensino e avaliação centrados no aluno	3.1. A IES usa um repositório institucional de dados digitais (incluindo um currículo, programas, materiais de aprendizagem e unidades de teste) que atende às expectativas do usuário e oferece oportunidades para organizar treinamento de alta tecnologia.
	3.2. Existe uma organização e sistema de integração das TIC na infraestrutura de informação institucional que assegura e suporta todo o ciclo de vida da formação.
	3.3. Novos métodos de treinamento e gestão e estruturas organizacionais de IES são integrados à infraestrutura de informação institucional.
	3.4. As e-atividades e os e-materiais de aprendizagem cumprem o modelo pedagógico e a metodologia de ensino utilizando as TIC e são escolhidos para motivar e alcançar resultados pessoais dos formadores.
	3.5. Existe um sistema de controlo e transparência dos procedimentos de exame e avaliação de conhecimentos e competências com TIC (inclusive remoto), onde os resultados dos formadores atestam adequadamente o grau de cumprimento dos objetivos de aprendizagem.
	3.6. O feedback dos formandos e do pessoal com as ferramentas TIC é encorajado e as conclusões tiradas nesta base são aplicadas.
	3.7. A competência digital dos alunos está melhorando.
	3.8. A prática institucional é analisar as necessidades educacionais futuras e as novas TIC, estudar e experimentar métodos inovadores de aprendizagem, ensino e pesquisa com TIC em um ambiente digital

<p>Admissão, progressão, reconhecimento e certificação do aluno</p>	<p>4.1. Existe uma organização para informar, atrair, apoiar e adaptar estudantes e doutorandos búlgaros e estrangeiros com acesso remoto.</p> <p>4.2. A IES propõe um conjunto de e-serviços de interação com os alunos que os motivam a iniciar, continuar e concluir com sucesso a sua formação.</p> <p>4.3. Procedimentos disponíveis e acompanhamento para matrícula, ensino e graduação de alunos apoiados pelas TIC.</p> <p>4.4. Os alunos pobres recebem apoio pessoal no processo de aprendizagem usando as TIC.</p> <p>4.5. IES oferece e-services para reconhecimento de aprendizagem prévia.</p>
<p>Corpo Docente</p>	<p>5.1. Foram adotados um quadro normativo e procedimentos para estimular e promover as inovações TIC e a participação dos professores em formas eletrônicas de educação de qualidade, na concepção e desenvolvimento de recursos virtuais de aprendizagem.</p> <p>5.2. A IES está planejando e realizando treinamentos para professores e funcionários para melhorar sua competência digital.</p> <p>5.3. É estabelecido um sistema para gerir a integração das TIC na pesquisa na IES, inclusive de apoio a professores em início de carreira na aplicação das TIC na pesquisa.</p> <p>5.4. É fornecido suporte tecnológico, pedagógico e técnico adequado e acessível aos professores, inclusive uma vasta gama de e-services e ferramentas de apoio, comunicação e interação.</p> <p>5.5. A instituição aplica procedimentos adequados para recrutar e capacitar o pessoal acadêmico para trabalhar em ambiente digital e aplicar as TIC na pesquisa.</p> <p>5.6. Professores e funcionários têm habilidades e competências digitais e são motivados a aplicar as TIC em seu trabalho.</p> <p>5.7. Existem condições para inclusão de professores em atividades de aprendizagem e desenvolvimento de métodos e ferramentas para melhorar a qualidade dos e-serviços universitários e sua eficiência com o auxílio das TIC</p> <p>5.8. Os professores utilizam as TIC na preparação e publicação de artigos científicos.</p> <p>5.9. A IES realiza pesquisas no campo das TIC (inclusive em cooperação com outras IES, organizações e empresas).</p> <p>5.10. A instituição desenvolve e utiliza TIC, métodos e ferramentas para a automação do trabalho docente.</p> <p>5.11. A instituição participa de pesquisa aplicada, projetos profissionais de TIC e/ou projetos apoiados por TIC, e está envolvida em redes de colaboração de professores com apoio de TIC.</p> <p>5.12. A instituição disponibiliza aos seus associados acesso a bibliotecas eletrônicas especializadas e dispõe de recursos de TIC para a realização de pesquisas.</p>
<p>Recursos de aprendizado e suporte ao aluno</p>	<p>6.1. Padrões, boas práticas e ferramentas para a preparação, armazenamento e uso de conteúdo digital em treinamento e ensino estão disponíveis para professores, tutores, equipe técnica, etc.</p> <p>6.2. A IES oferece uma variedade de e-atividades e recursos de aprendizagem (incluindo acesso a bibliotecas digitais, redes sociais, etc.), bem como uma variedade de ferramentas de comunicação (utilizadas intensivamente no processo de aprendizagem por alunos, consultores e formadores).</p> <p>6.3. A IES aplica modelos pedagógicos e de aprendizagem flexíveis para fornecer conteúdo e mobilidade virtual de diferentes usuários (incluindo usuários com necessidades educacionais especiais).</p> <p>6.4. A IES fornece ferramentas de software para aumentar a eficiência pedagógica das TICs utilizadas e ferramentas de aprendizagem, adaptáveis aos diversos formatos atuais e futuros de conteúdos de aprendizagem.</p>

	<p>6.5. IES tem uma base material e tecnológica, inclusive infraestrutura de rede, sistemas de informação para colaboradores e alunos e recursos TIC (hardware e software) para formação e ensino - quer em sala de aula quer fora da sala de aula.</p> <p>6.6. A instituição desenvolve e/ou usa e-procedimentos e e-serviços para apoiar os alunos de forma eficaz, sem restrições de tempo, especialmente para alunos com fraco desempenho, independentemente da sua localização.</p> <p>6.7. Existe uma base material e tecnológica adequada ao desenvolvimento de uma vasta gama de e-serviços para o ensino superior.</p> <p>6.8. A IES fornece acesso à internet para os usuários à infraestrutura inteligente de informação e comunicação.</p> <p>6.9. Existem procedimentos para determinar as necessidades de novos conteúdos de e-learning, desenvolvimento ou aquisição de recursos TIC e sua aplicação.</p> <p>6.10. A instituição fornece suporte técnico e atendimento à infraestrutura de TI e recursos de TIC da IES.</p> <p>6.11. A IES desenvolveu metodologia, organização, e-services e recursos de informação para suporte a designers e autores de conteúdo educacional e e-services educacionais, bem como para transformação de formas convencionais e recursos de aprendizagem em digital.</p>
Gestão da Informação	<p>7.1. O sistema de gestão de informações institucionais é baseado em informações relevantes, atualizadas e confiáveis - resultado de uma análise inteligente das atividades universitárias realizadas.</p> <p>7.2. O feedback contínuo na gestão de IES, bem como a otimização dos processos eletrônicos universitários e e-services são incentivados e aplicados.</p> <p>7.3. O sistema de informação institucional é usado para modelar e manter os processos de negócios institucionais.</p> <p>7.4. Uma ampla gama de tecnologias de TIC e sistemas de hardware virtual são usados para fornecer processos de negócios relacionados às atividades universitárias básicas.</p> <p>7.5. É realizada uma análise inteligente dos processos de negócio universitário implementados para gestão da informação, aceitação e acompanhamento das decisões de gestão.</p> <p>7.6. Apoio das TIC na preparação e gestão de trabalhos e projetos de pesquisa científica</p> <p>7.7. Na auditoria de qualidade do produto educativo são utilizados procedimentos e ferramentas automatizadas de gestão e análise de informação sobre o processo de aprendizagem (incluindo para avaliação dinâmica do progresso dos formadores).</p> <p>7.8. A IES oferece acesso 24 horas em alta velocidade e confiabilidade do sistema de entrega de conteúdo e e-services, bem como suporte para estagiários (se necessário).</p> <p>7.9. As IES adotam medidas de gestão de riscos e segurança da informação, principalmente para o restabelecimento da infraestrutura de comunicação institucional e de dados em caso de falha ou colapso.</p>
Informação Pública	<p>8.1. A instituição está visivelmente representada na rede e as TIC são utilizadas para representação pública de suas atividades centrais.</p> <p>8.2. A colaboração com as partes interessadas (empregadores, comunidades locais, educação pré-superior, etc.) é apoiada pelas TIC.</p> <p>8.3. Na realização de modalidades de e-learning, as IES disponibilizam informação pública aos candidatos e alunos sobre o nível necessário da sua pré-formação (conhecimentos e competências), ferramentas utilizadas e métodos de formação; natureza e nível de apoio, sistema de avaliação, etc.</p>

	8.4. A instituição disponibiliza acesso remoto público a informação atualizada sobre programas de formação (reconhecimento de habilitações, objetivos de aprendizagem, créditos, requisitos, métodos de avaliação, prazos, etc.), dados de sucesso, ferramentas/contatos para apoio técnico, etc.
	8.5. A instituição participa em redes de investigação e de utilizadores de resultados/produtos científicos suportados em TIC.
Monitoramento contínuo e revisão periódica dos programas	9.1. Acompanhamento e revisão periódica dos currículos na vertente da aplicação das TIC modernas.
	9.2. Os novos serviços e produtos institucionais introduzidos são maioritariamente digitais.
	9.3. Os serviços, processos e produtos de IES a serem reestruturados (incluindo os não digitais) são atualizados na forma digital e são entregues na forma de e-services para usuários que usam TIC.
	9.4. O sistema interno de monitoramento contínuo e garantia de qualidade inclui feedback das partes interessadas (especialmente dos alunos).
	9.5. As abordagens pedagógicas aplicadas à formação estão de acordo com a estratégia institucional para a digitalização.
	9.6. A instituição dispõe de ferramentas e recursos para prever, analisar e utilizar novos desenvolvimentos de TIC e inovações digitais nos casos em que são adequados para o ensino superior.
	9.7. A IES possui e mantém repositórios de dados digitais para análise, predição e tomada de decisão no processo de gestão.
	9.8. A análise de aprendizagem é usada para melhorar a aprendizagem, o ensino e o desempenho dos alunos. As avaliações do desempenho dos alunos estão disponíveis e são usadas para o gerenciamento adaptativo do processo de aprendizagem.
Garantia de qualidade externa cíclica	10.1. A IES coordena a relação com o estado sob o aspecto da integração das TIC.
	10.2. A IES está a conduzir políticas e atividades de integração das TIC na sua atividade, acompanhadas do acompanhamento das tendências globais relevantes.
	10.3. A IES fornece acesso remoto para realização de auditorias externas usando TIC, inclusive pelo acompanhamento da implementação das recomendações feitas por agências reconhecidas a nível nacional e internacional.
	10.4. A IES fornece acesso autorizado (externo) à infraestrutura institucional de TIC e e-services e suporte aos usuários em seu uso.
	10.5. A IES usa as TIC para redefinir os serviços a fim de obter benefícios competitivos.
	10.6. Os resultados das auditorias relacionadas às avaliações do grau de digitalização das IES devem ser reportados e levados em consideração no desenvolvimento da infraestrutura de informação institucional.

Fonte: Adaptado de Doneva, Gaftandzhieva e Totkov (2022)

É importante ressaltar que o modelo apresentado pelos autores se baseou no DMFHEI (ver subseção 3.1).

No artigo, os autores informam que a próxima fase da pesquisa deverá focar no desenvolvimento de uma ferramenta para avaliação do nível de maturidade digital das IES com base no modelo apresentado e cada elemento-chave deverá ser avaliado por meio de uma escala *Likert* de cinco pontos (DONEVA; GAFTANDZHIEVA; TOTKOV, 2022), todavia os autores não definem a escala.

3.4 SHINDINA ET AL. (2022)

Shindina et al (2022) apresentam um modelo para o perfil de maturidade digital de uma IES, isto é, o modelo identifica o nível atual de digitalização dessas instituições para que, a partir desse levantamento, as IES possam construir uma estratégia de Transformação Digital, levando em conta seu estado atual e suas prioridades de desenvolvimento.

O modelo de perfil de maturidade digital de IES

se baseia na divisão de fatores das condições de Transformação Digital, bem como indicadores do resultado da Transformação Digital. Os fatores das condições revelam as condições de infraestrutura que garantem a ativação da digitalização na universidade, os fatores dos resultados da digitalização são apresentados com a alocação do resultado em termos de parâmetros digitais, ou seja, o grau de digitalização dos processos de negócio da universidade, bem como os parâmetros do efeito socioeconômico, refletindo o papel da digitalização como ferramenta para o desenvolvimento do sistema socioeconômico (SHINDINA et al., 2022, p. 3).

O modelo foi construído a partir de 9 áreas (Quadro 7) e torna-se uma ferramenta para “diagnosticar o estado atual da digitalização, identificando os pontos fortes e as prioridades do desenvolvimento digital” (SHINDINA et al., 2022, p. 5).

Quadro 7 - Áreas e Fatores de Condições e de Resultados

Condições para a Transformação Digital	Resultados da Transformação Digital	
	Resultados em Termos de Parâmetros Digitais	Efeitos em Termos de Resultado Socioeconômicos
Modelo de Universidade Digital		
Disponibilização de canais online de interação com consumidores de serviços educacionais (estudantes, público em geral)	A proporção de cursos de formação disponíveis em plataformas educacionais abertas	a) O número de pessoas que concluíram a formação em cursos online abertos da universidade b) O número de diplomas emitidos pelos cursos aprovados aos alunos
Métodos Digitais de Ensino e a Formação da Experiência do Aluno		

<p>a) Disponibilização de plataforma de prestação de serviços em formato online: serviços de admissão, base de dados/biblioteca de cursos online,</p> <p>b) Ferramentas de análise e avaliação da efetividade do processo educativo, livro de registro eletrônico, assistente digital para construção de um plano educacional individual; serviços para comunicação bidirecional com empregadores; uma plataforma para manter contato com ex-alunos</p>	<p>a) Percentual de candidatos admitidos por meio de serviços online</p> <p>b) Percentual de alunos que utilizam serviços online durante os seus estudos</p> <p>c) Percentual de egressos que utilizam serviços para se conectar com a universidade</p>	<p>a) Percentual de alunos que concluíram os seus estudos</p> <p>b) Duração média da formação, tendo em conta a tendência individual de estudo</p> <p>c) Percentual de licenciados empregados</p> <p>d) Salário médio dos graduados</p> <p>e) Percentual de alunos que retornam para estudar em programas de educação profissional e educação continuada</p>
Digitalização em Pesquisa e Desenvolvimento		
<p>a) Disponibilização de plataforma digital para gestão de P&D para monitoramento, controle, despacho de aplicações.</p> <p>b) Disponibilidade de acesso dos pesquisadores a sistemas de informação digital (bibliotecas, bases de dados, etc.)</p>	<p>a) Aumento do número de candidaturas de P&D submetidas pela universidade</p> <p>b) Quota de P&D incluída no módulo da plataforma digital para gestão de P&D</p> <p>c) Quota de P&D realizada com USO DE sistemas de informação digital</p>	<p>a) Crescimento das receitas de P&D</p> <p>b) Percentual de P&D que entrou na fase de implementação</p>
Digitalização do Campus e da Vida Estudantil		
<p>a) Disponibilidade de plataformas de feedback sobre questões domésticas</p> <p>b) Disponibilidade de uma plataforma de comunicação unificada</p> <p>c) Disponibilidade de sistema unificado de controle e contabilidade (videomonitoramento, controle de acesso, monitoramento de recursos)</p> <p>d) Disponibilidade de cartão único de estudante</p>	<p>a) Disponibilidade de serviços para estudantes</p> <p>b) Os serviços estão disponíveis para todos os alunos</p> <p>c) Nível de utilização de um único cartão</p>	<p>a) Aumento da satisfação dos alunos</p> <p>b) Diminuição das taxas de criminalidade no campus</p>
Digitalização das Funções Administrativas		
<p>a) Disponibilidade de um sistema eletrônico de gerenciamento de documentos</p> <p>b) Disponibilização de módulos para a implementação das funções especializadas dos departamentos</p>	<p>Nível de digitalização dos principais processos</p>	<p>a) Redução de gastos com manutenção de pessoal administrativo</p> <p>b) Aumento da velocidade dos processos e sua qualidade</p>
Digitalização da Função dos Professores		
<p>a) Disponibilização de plataforma e recursos de infraestrutura para a criação de e-cursos</p> <p>b) Capacidade de realizar uma avaliação eletrônica da competência dos alunos</p>	<p>a) Quota de professores que trabalham no ambiente de informação e educação</p> <p>b) Percentual de digitalização de dados sobre o aproveitamento dos alunos</p>	<p>Otimização de tempo para produção de cursos, redução de custos de mão de obra de professores</p>

Digitalização do Modelo de Gestão e Financiamento da Universidade		
a) A presença da Transformação Digital na estratégia de desenvolvimento da universidade b) Disponibilidade de um programa de digitalização atualizado c) Existência de um órgão vertical de controle dos processos de visualização digital d) Posição de destaque do setor de Transformação Digital	a) Existência um sistema de informação unificado a nível universitário b) Parcela de projetos de digitalização supervisionados por um único centro	A eficiência do gerenciamento de projetos de digitalização (eficiência orçamentária, cumprimento de prazos, implementação de KPI)
Pessoal		
Disponibilização de cursos de formação para melhorar o letramento digital	Nível de letramento digital dos funcionários	Melhorar a qualidade dos recursos de trabalho
Tecnologias de Informação de Comunicação		
a) Fornecimento de acesso à Internet b) Fornecimento de estações de trabalho automatizadas e computadores pessoais c) Capacidade suficiente para armazenar e processar dados d) Desenvolvimento de um sistema de segurança da informação	Todos os sujeitos do sistema têm a possibilidade de acesso ininterrupto aos sistemas de informação	Aumento da produtividade do trabalho

Fonte: Adaptado de Shindina et al. (2022)

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Os instrumentos apresentados consideram as IES como um todo e, por isso, cabe identificarmos áreas e elementos que dizem respeito à atividade de pesquisa, cerne desta tese.

O instrumento apresentado por Zulunova e Mudrak (2022), por ser um instrumento de uso geral (e aplicado à IES), não apresenta áreas, elementos, dimensões, fatores e/ou indicadores diretamente relacionados à Transformação Digital da Ciência nas IES. Dito isso, as áreas, elementos-chave e fatores dos demais instrumentos são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 - Áreas, Elementos-chave e Fatores relacionados à Transformação Digital da Ciência em IES

Framework de Maturidade Digital para Instituições de Ensino Superior (DMFHEI)	
Area	Elementos
Garantia da Qualidade	Avaliação do trabalho do corpo docente, pesquisadores, corpo técnico e administrativo
	Monitoramento contínuo dos resultados e progressos do trabalho científico-pedagógico
Pesquisa Científica	Uso das TICs na preparação e publicação de artigos científicos
	Apoio das TICs na preparação e gestão de projetos de pesquisa
	Pesquisa em TICs (pesquisa colaborativa em TICs na IES)
	Sistema de apoio aos pesquisadores em início de carreira quanto ao uso das TICs na pesquisa científica
	Formação contínua de pesquisadores quanto ao uso das TICs na pesquisa científica
	Trabalho em rede e a colaboração de pesquisadores com apoio das TIC
Transferência de Tecnologia e Serviço à Sociedade	Colaboração com as partes interessadas (ou seja, empresas, comunidade local e demais atores não acadêmicos) apoiada pelas TICs
	Pesquisa aplicada e projetos profissionais apoiados pelas TICs e/ou para as TICs
	Rede de pesquisadores e beneficiários da pesquisa (<i>stakeholders</i>) apoiada pelas TICs
Recursos Digitais e Infraestrutura	Disponibilidade de recursos de TICs para pesquisa científica
UniDigMaturity	
Área	Elementos-chave
Política de Garantia da Qualidade	A IES disponibiliza recursos, orçamento e investimento financeiro para implementar e utilizar as TIC nas atividades universitárias (aprendizagem, ensino, pesquisa, etc.), que sejam adequados e suficientes para suportar as comunicações, atividades e serviços digitais.
	Os planos de transformação digital (incluindo o aumento do grau de digitalização institucional) estão alinhados ao processo de integração das TIC com as atividades universitárias.
Aprendizagem, ensino e avaliação centrados no aluno	A prática institucional é analisar as necessidades educacionais futuras e as novas TIC, estudar e experimentar métodos inovadores de aprendizagem, ensino e pesquisa com TIC em um ambiente digital
Corpo Docente	Os professores utilizam as TIC na preparação e publicação de artigos científicos.
	A IES realiza pesquisas no campo das TIC (inclusive em cooperação com outras IES, organizações e empresas).
	A instituição participa de pesquisa aplicada, projetos profissionais de TIC e/ou projetos apoiados por TIC, e está envolvida em redes de colaboração de professores com apoio de TIC.
	A instituição disponibiliza aos seus associados acesso a bibliotecas eletrônicas especializadas e dispõe de recursos de TIC para a realização de pesquisas.
Gestão da Informação	Apoio das TIC na preparação e gestão de trabalhos e projetos de investigação científica
Informação Pública	A instituição está visivelmente representada na rede e as TIC são utilizadas para representação pública de suas atividades centrais.

	A instituição participa em redes de investigação e de utilizadores de resultados/produtos científicos suportados em TIC.	
Garantia de qualidade externa cíclica	A IES está a conduzir políticas e atividades de integração das TIC na sua atividade, acompanhadas do acompanhamento das tendências globais relevantes.	
Shindina et al. (2022)		
Condições para a Transformação Digital	Resultados da Transformação Digital	
	Resultados em Termos de Parâmetros Digitais	Efeitos em Termos de Resultado Socioeconômicos
Digitalização em Pesquisa e Desenvolvimento		
a) Disponibilização de plataforma digital para gestão de P&D para monitoramento, controle, despacho de aplicações. b) Disponibilidade de acesso dos pesquisadores a sistemas de informação digital (bibliotecas, bases de dados, etc.)	a) Aumento do número de candidaturas de P&D submetidas pela universidade b) Quota de P&D incluída no módulo da plataforma digital para gestão de P&D c) Quota de P&D realizada com uso de sistemas de informação digital	a) Crescimento das receitas de P&D b) Percentual de P&D que entrou na fase de implementação

Fonte: Autoria Própria.

O DMFHEI e o UniDigMaturity apresentam como critério de análise a utilização de TICs no processo de desenvolvimento e publicação de artigos científicos, bem como o desenvolvimento de pesquisas na IES no campo das TICs.

Além disso, os instrumentos abordam a colaboração no desenvolvimento das pesquisas com atores acadêmicos ou atores não acadêmicos. Esse tópico está presente também na definição de Ciência Digital apresentada por Pacheco, Nascimento e Weber (2018), bem como pela Comissão Europeia (2013).

No que tange à integração de tecnologias digitais ao processo de pesquisa, os instrumentos não as especificam, todavia, de modo geral, ressaltam a importância de uma infraestrutura tecnológica adequada, que suporte as ações de Transformação Digital adotadas pelas IES.

Existem alguns elementos que não estão diretamente relacionados à pesquisa, mas nos remetem às dimensões levantadas na subseção 2.3.4.1 – aqui consideramos também o modelo de Zulunova e Mudrak (2022) –, como a integração da Transformação Digital às ações estratégicas da IES; letramento digital de pesquisadores, corpo técnico e administrativo; presença efetiva da IES em meio digital divulgando suas principais ações (aqui podemos considerar as ações de pesquisa); corpo técnico qualificado para suportar pesquisadores quanto ao uso das tecnologias

digitais; o desenvolvimento de pesquisas com colaboração de atores não acadêmicos que efetivamente agreguem valor social, entre outros.

Em contrapartida, o modelo proposto por Shindina et al. (2022) considera o uso de tecnologias para fomento da Pesquisa e Desenvolvimento, culminando no aumento das receitas de P&D, bem como a efetiva transformação desses resultados de pesquisa em produtos, serviços, etc.

É possível observar que os instrumentos encontrados na literatura consideram a IES em todas as suas atividades (ensino, pesquisa e extensão), bem como questões de gestão e governança dessas instituições e, por isso, são escassos os indicadores relacionados à Ciência e à atividade de pesquisa.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Nesta seção apresentamos a caracterização da pesquisa, a visão epistemológica da qual partimos, bem como os procedimentos metodológicos que nos conduziram neste processo de pesquisa e de concepção do instrumento de análise proposto.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O conhecimento técnico tem se desenvolvido desde o momento em que o ser humano começa a fabricar e utilizar diferentes utensílios. Portanto, este tipo de conhecimento é tão antigo quanto a humanidade. O homem primitivo, com o intuito de sobreviver, desenvolveu diversas técnicas, como a descoberta do fogo, o polimento da pedra e o cultivo da terra, ou agricultura (VARGAS, 1985; FREITAS JUNIOR et al., 2014). Neste sentido, Cupani (2004, p. 194) afirma que a técnica é “a capacidade humana de modificar deliberadamente materiais, objetos e eventos”, podendo, inclusive, desenvolver elementos novos que, até então, não poderiam ser encontrados na natureza.

Quando se trata da ciência, Kneller (1980, p. 11) a define como “conhecimento da natureza e exploração deste conhecimento” e envolve, entre outros aspectos, uma história, um método de investigação e uma comunidade de investigadores. De maneira geral, acredita-se que nada, na natureza, acontece de maneira aleatória, pelo contrário, nela existe uma ordem. Neste sentido, o conhecimento científico surge para explicar os fatos relacionados à natureza.

O conhecimento tecnológico, por sua vez, surge a partir do avanço do conhecimento científico e do aprimoramento das técnicas desenvolvidas pelos seres humanos (FREITAS JUNIOR et al., 2014). Dessa forma, a tecnologia trata do “estudo dos materiais e processos utilizados pela técnica, empregando-se, para isso, teorias e conclusões da ciência” (VARGAS, 1985, p. 14).

O conhecimento científico, segundo Cupani (2006) busca estabelecer regras capazes de governar os fenômenos naturais, enquanto o conhecimento tecnológico, por sua vez, busca formular leis responsáveis por dar início a fenômenos artificiais. Embora distintos, o conhecimento científico e o conhecimento tecnológico se

relacionam há bastante tempo. Mitcham (1994, p. 198) afirma que “o conhecimento científico busca conhecer o universo”. Todavia, o conhecimento tecnológico tem como objetivo controlar ou manipular este universo conhecido pelo conhecimento científico.

Diante do exposto, a presente pesquisa é caracterizada como tecnológica, uma vez que busca manipular um aspecto da realidade por meio de um artefato. Bunge (1983) relaciona a tecnologia com desenho de artefatos ou processos que possam agregar valor para indivíduos ou para um determinado grupo de pessoas e tem como base o conhecimento adquirido por meio da pesquisa científica.

4.2 VISÃO EPISTEMOLÓGICA

A visão epistemológica pela qual o problema de pesquisa é observado e a própria pesquisa deverá ser conduzida é a *design science*, que trata do estudo do artificial.

As pesquisas realizadas sob o paradigma das ciências tradicionais, como as naturais e as sociais, resultam em estudos que se concentram em explicar, descrever, explorar ou prever fenômenos e suas relações. Entretanto, quando se deseja estudar o projeto, a construção ou criação de um novo artefato, ou realizar pesquisas orientadas à solução de problemas, as ciências tradicionais podem apresentar limitações. O caminho, então, é utilizar a *design science*, um novo paradigma epistemológico para a condução de pesquisas (DRESCH; LACERTA; ANTUNES JÚNIOR, 2015, p. 49).

A *Design Science* surge a partir de críticas pontuais às ciências tradicionais (Quadro 8). Para Dresch, Larcerda e Antunes Júnior (2015, p. 51), *design*, neste sentido, “significa realizar mudanças em um determinado sistema a fim de transformar as situações em busca da sua melhoria. A mudança é feita pelo homem que, para tanto, aplica o conhecimento para criar, isto é, desenvolver artefatos que ainda não existem”.

Quadro 9 - Principais críticas às ciências tradicionais

Crítica	Autores
O mundo em que vivemos é mais artificial do que natural; logo, uma ciência que se ocupe do artificial é necessária.	Simon (1996) Le Moigne (1994)
As ciências tradicionais não se ocupam com o projeto ou estudo de sistemas que ainda não existem.	Simon (1996) Romme (2003) Van Aken (2004, 2005)
Falta relevância às pesquisas realizadas única e exclusivamente sob os paradigmas das ciências tradicionais.	Romme (2003)

	Van Aken (2004, 2005)
Uma adequada construção do conhecimento deve ocorrer a partir do processo de pesquisa, incluindo a interação entre objeto e observador	Le Moigne (1994)

Fonte: Adaptado de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 51)

Inicialmente chamada de *science of design* e, posteriormente ganhando traduções como “ciência do artificial”, “ciência do projeto” e até mesmo “ciência da engenharia”, a *Design Science* passou a se preocupar com “a maneira como as coisas devem ser para alcançar determinados objetivos, seja para solucionar um problema conhecido ou para projetar algo que ainda não existe” (SIMON, 1996; DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015, p. 52).

As ciências tradicionais “têm como objetivos centrais explorar, descrever, explicar e, quando possível, prever” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015, p. 52), todavia, conforme explicam Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 52), “alguns estudos podem ter outros objetivos, como, por exemplo, prescrever soluções e métodos para resolver determinado problema ou projetar um novo artefato”.

(...) uma ciência que tem como objetivo a prescrição de uma solução pode auxiliar na redução da distância entre a teoria e a prática. Assim, as pesquisas que resultam em uma prescrição têm sua aplicação facilitada, inclusive por parte dos profissionais nas organizações, e pode favorecer o reconhecimento de sua relevância para a prática. É nesse sentido que a *design Science* se posiciona como um paradigma epistemológico que pode guiar as pesquisas orientadas à solução de problemas e ao projeto de artefatos (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015, p. 52).

Os artefatos tidos como produtos das pesquisas orientadas pela *Design Science* podem ser de tipos variados, conforme descrito no Quadro 9:

Quadro 10 - Artefatos da Design Science

Tipo de Artefato	Descrição
Constructos	Conceitos usados para descrever os problemas dentro de um determinado domínio e para especificar as respectivas soluções
Modelos	Conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre constructos; representam a realidade de um determinado sistema, suas variáveis e as relações entre estas
Métodos	Conjunto de passos necessários para desempenhar determinada tarefa.
Instanciações	Execução do artefato em seu ambiente; artefatos que operacionalizam outros artefatos (constructos, modelos e métodos).
Design Propositions	Contribuições teóricas que podem ser feitas por meio da aplicação da DSR; <i>template</i> genérico que pode ser utilizado para o desenvolvimento de soluções para uma determinada classe de problemas

Fonte: Adaptado de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015)

Tendo a *Design Science* como base epistemológica da pesquisa, uma vez que a presente pesquisa trata do estudo da Ciência Digital Aberta, um sistema artificial, naturalmente adotamos a *Design Science Research* como método para fundamentar e operacionalizar a condução da pesquisa que terá como produto um instrumento de análise, isto é, um artefato.

4.3 MÉTODO DE PESQUISA

A *Design Science Research*, ou DSR, é um método de pesquisa orientado à solução de problemas (HEVNER et al., 2004) e “busca, a partir do entendimento do problema, construir e avaliar artefatos que permitam transformar situações, alterando suas condições para estados melhores ou desejáveis. Ela é utilizada nas pesquisas como forma de diminuir o distanciamento entre teoria e prática” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015, p. 67).

Para Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), a DSR tem compromisso com dois fatores fundamentais para o bom êxito da pesquisa: o rigor e a relevância.

A relevância da pesquisa para as organizações é muito importante. Serão os profissionais dessas organizações a fazer uso dos resultados dessas investigações e do conhecimento gerado para solucionar seus problemas práticos. O rigor também é fundamental para uma pesquisa ser considerada válida, confiável e poder contribuir para o aumento da base de conhecimento existente em determinada área (p. 68).

Hevner et al. (2004) definem sete critérios que devem ser considerados pelos pesquisadores na condução de uma pesquisa utilizando como método a DSR: (1) criação de um novo artefato; (2) definição de um problema especial/específico relevante; (3) explicitação da utilidade do artefato e avaliação adequada do mesmo; (4) esclarecimento das contribuições da pesquisa, tanto para profissionais interessados na área, bem como para o meio acadêmico; (5) condução das investigações com rigor, visando assegurar a validade e a confiabilidade da pesquisa; (6) realização de pesquisas tanto para o entendimento do problema, bem como para buscar possíveis formas de solucioná-lo; (7) comunicação dos resultados da pesquisa a todos os interessados.

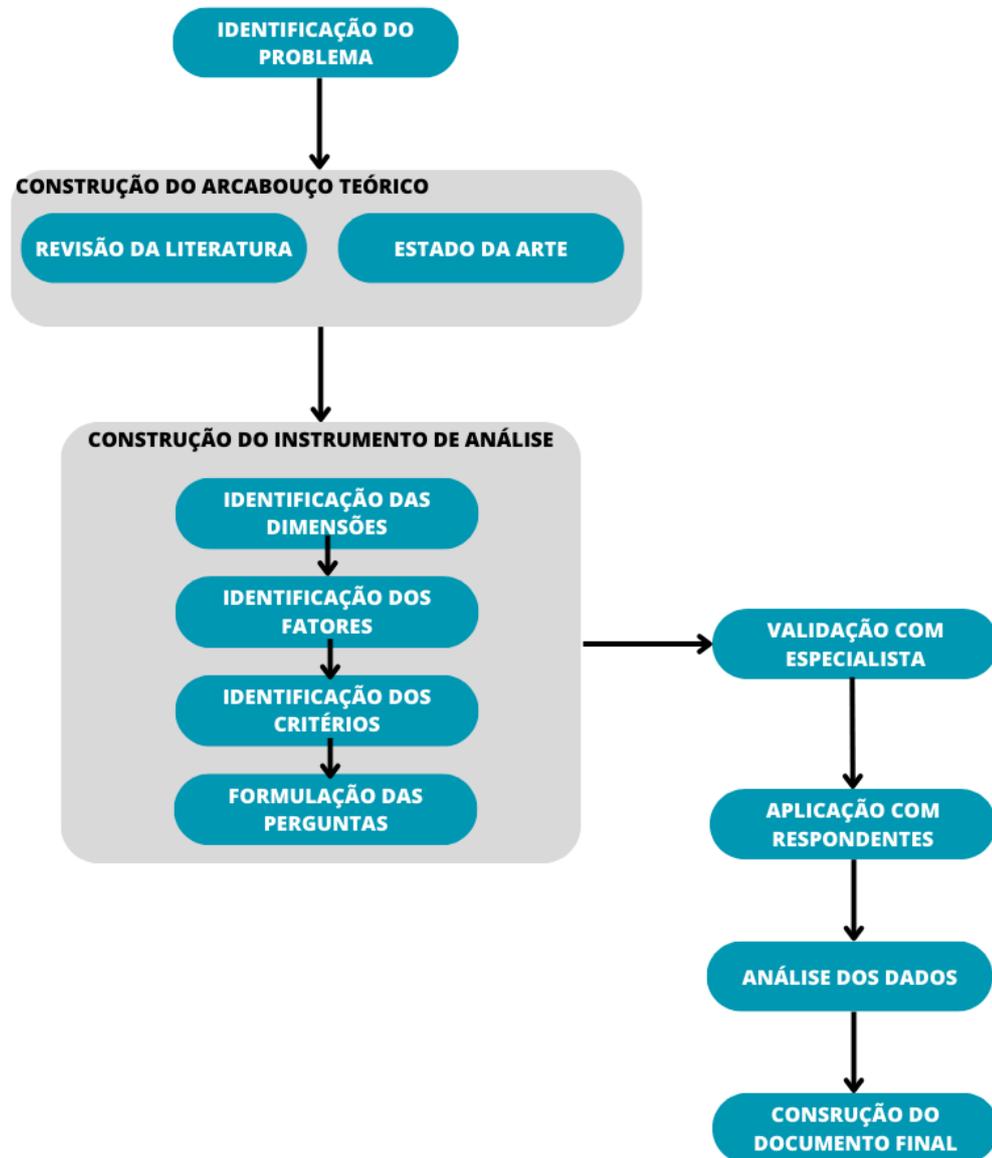
Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) aumentam que métodos propostos e formalizados para a condução de pesquisas apoiadas na visão epistemológica da *Design Science* são diversos e surgiram a partir de áreas distintas, “sendo a maioria proveniente de sistemas de informação” (p. 72). Os autores fazem um breve histórico destes métodos e os localizam numa linha do tempo: Bunge (1980); Takeda et al. (1990); Eekels e Roozemburg (1991); Nunamaker, Chen e Purdin (1991); Walls, Wyidmeyer e Sawy (1992); Vaishnavi e Kuechler (2004); Cole et al. (2005); Manson (2006); Peffers et al. (2007); Gregor e Jones (2007); Baskerville, Pries-Heje e Veneble (2009); Alturki, Gable e Bandara (2011); Van Aken, Berends & Van der Bij (2012). Nesta pesquisa a operacionalização da DSR adotada foi baseada na proposta de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

4.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos dizem respeito à condução da pesquisa em si, fazendo menção às etapas que compõem este processo. Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) propõem um conjunto de procedimentos metodológicos para a condução de pesquisas utilizando a DSR que nortearam a definição dos procedimentos metodológicos para a presente pesquisa (Figura 8). São estas as principais etapas do processo de pesquisa desta tese: (1) Identificação do Problema, (2) Construção do Arcabouço Teórico, (3) Proposição do Artefato, (4) Validação do Artefato e (5) Comunicação dos Resultados.

A etapa de Construção do Arcabouço Teórico é formada por duas subetapas: (1) Revisão da Literatura e (2) Levantamento de Estado da Arte. Da mesma forma, a etapa de Proposição do Artefato é composta por quatro subetapas: (1) Identificação das Dimensões, (2) Identificação dos Fatores, (3) Identificação dos Critérios e (4) Formulação das Perguntas. A etapa de Validação do Artefato se deu em duas subetapas: (1) Verificação com Especialista e (2) Aplicação com Respondentes.

Figura 9 - Procedimentos Metodológicos usando a DSR



Fonte: Autoria Própria

4.4.1 Identificação do Problema

A pesquisa se dá a partir da identificação de um *gap* de pesquisa ou a identificação de um problema de pesquisa. Para Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 85), “é importante que nesta etapa o pesquisador justifique a importância da pesquisa, considerando sua relevância e a importância do problema que está sendo investigado, além da aplicabilidade da solução que será proposta”. Os autores ainda argumentam que

(...) o problema a ser investigado por meio da *design science research surge*, principalmente, do interesse do pesquisador em estudar uma nova ou interessante informação, encontrar resposta para uma questão importante, ou a solução para um problema prático ou para uma classe de problemas (p. 126).

Larcerda et al. (2013, p, 744) afirmam que as classes de problemas “permitem que os artefatos e, por consequência, suas soluções, não sejam apenas uma resposta pontual a certo problema em determinado contexto”, mas convém que o conhecimento produzido possa ser generalizável para um conjunto de casos ou, neste contexto, uma classe de problemas.

Entende-se, reforça-se, que o problema real, e, por consequência, os artefatos que geram soluções satisfatórias para este, é sempre singular em seu contexto. Contudo, tanto os problemas quanto as soluções satisfatórias podem compartilhar características comuns que permitam uma organização do conhecimento de uma dada *Design Science* por “classes de problemas” – habilitando assim a generalização e o avanço do conhecimento na área (LACERDA et al., 2013, 744).

Nesta pesquisa, a definição da classe de problema foi fundamental para atestar o ineditismo da tese (uma vez que identificamos a ausência de instrumentos de análise de aderência à Ciência Digital aplicáveis para a solução do problema levantado), bem como para o levantamento de artefatos já desenvolvidos não aplicáveis ao problema em questão, mas com elementos que poderiam corroborar para a construção do instrumento proposto. Nosso problema de pesquisa faz parte das seguintes classes de problemas: Análise Descritiva e Análise de Aderência à Ciência Digital.

Eekels e Roozenburg (1991), ainda sobre a etapa de Identificação do Problema, afirmam que um problema é identificado a partir da análise da discrepância entre os fatos, como são, e o conjunto de valores desejados para este fato. Conforme explicitado no primeiro capítulo deste documento, de fato, percebeu-se o *gap* de pesquisa observando o que seria o mundo ideal (Ciência Digital institucionalizada nas IES) e o mundo real (falta de aderência das IES à Ciência Digital).

Ao final desta etapa, obtivemos algumas saídas importantes para avançarmos para as etapas seguintes, a saber: problema definido e delimitado, pergunta de pesquisa formalizada, justificativa da pesquisa e objetivos de pesquisa, todos apresentados no primeiro capítulo deste documento.

4.4.2 Construção do Arcabouço Teórico

Na segunda etapa iniciamos a construção do arcabouço teórico (quadro teórico). Fizemos o levantamento do estado da arte por meio de uma revisão sistemática da literatura nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*¹¹, utilizando o critério PICO (população, intervenção, comparação e resultados), descrito no Quadro 5, cujo objetivo foi identificar, na literatura, instrumentos ou ferramentas que mensurassem ou analisassem a aderência das IES à Transformação Digital.

Quadro 11 - Critérios para Revisão Sistemática (PICO)

POPULAÇÃO	Instituições de Ensino Superior
INTERVENÇÃO	Ferramentas/Instrumentos de Mensuração ou Análise da Aderências de IES à Transformação Digital
COMPARAÇÃO	N/A
RESULTADOS	Dimensões, Fatores, Critérios, Áreas, Elementos de Análise da Aderências de IES à Transformação Digital

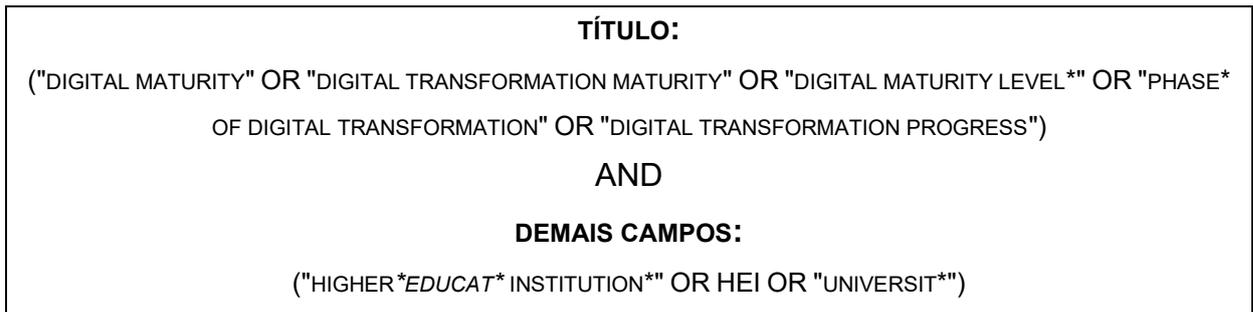
Fonte: Autoria Própria.

Nesse sentido, a revisão sistemática da literatura foi conduzida pela seguinte pergunta de pesquisa: Quais são as principais ferramentas ou instrumentos de mensuração ou análise da aderência de IES à Transformação Digital? Para isso, buscamos documentos com as seguintes características:

- a) Tipo: artigos finais publicados em periódicos ou conferências
- b) Idioma: inglês, com o objetivo de evitar viés, considerando que este idioma é reconhecido como universal

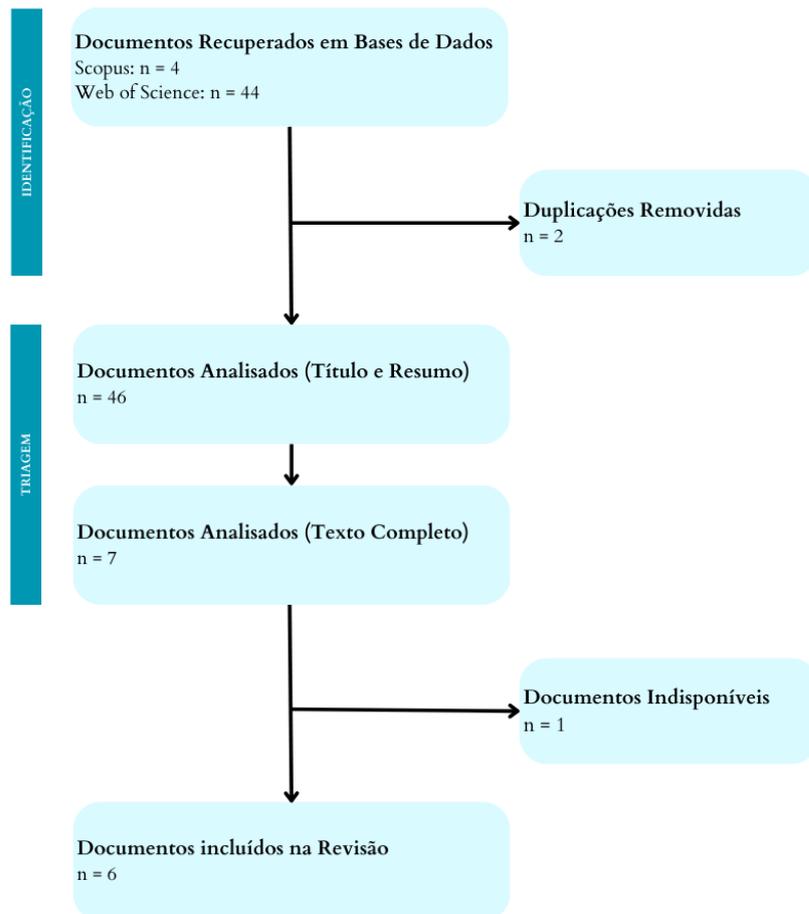
O seguinte termo de busca foi utilizado para recuperação de documentos nas bases de dados:

¹¹ A escolha por essas bases de dados se deu por serem “as plataformas de informação científica mais relevantes que acessam as bases de dados científicos e as publicações mais significativas das diversas áreas do conhecimento” (BENEVIDES et al., 2020, p. 3).



Obtivemos 48 documentos resultantes dessa busca (Figura 10) e, após remoção de duas duplicações, 46 documentos tiveram título e resumo analisados. Destes, 39 documentos foram excluídos porque não apresentavam instrumentos ou ferramentas de análise de aderência de IES à Transformação Digital, ou seja, não estavam aderentes ao contexto da pesquisa.

Figura 10 - Processo da Revisão Sistemática



Fonte: Autoria Própria.

Buscamos, posteriormente, os sete documentos restantes para analisá-los integralmente, todavia um documento estava indisponível e, dessa forma, seis documentos foram analisados e incluídos na Revisão Sistemática, cujos resultados foram apresentados no capítulo 3 deste documento.

Quadro 12 - Artigos Incluídos na Revisão Sistemática

Autor	Ano	Título
Durek, V.; Kadoic, N.; Redep, N. B.	2018	Assessing the digital maturity level of higher education institutions
Durek, V.; Redep, N. B.; Divjak, B.	2017	Digital Maturity Framework for Higher Education Institutions
Durek, V.; Kadoic, N.; Dobrovic, Z.	2018	Digital Maturity of Higher Education Institution: A Meta Model of the Analytical Network Process (ANP) and Decision EXpert (DEX)
Zulunova, M.; Mudrak, S.	2023	Determination of key drivers of digital transformation of company by the example of assessment of digital maturity level of educational establishment education
Doneva, R.; Gaftandzhieva, S.; Totkov, G.	2019	Digital Maturity Model for Bulgarian Higher Education Institutions
Shindina, T. et al.	2022	University Digital Maturity Profile as a Tool of Higher Education System Digital Transformation

Fonte: Autoria Própria.

Estes artigos apresentaram um *framework* de maturidade digital e três modelos de maturidade digital, todos aplicáveis a IES.

Dos artigos excluídos, a maior parte (21) tratava da análise ou mensuração da maturidade digital de organizações, em suas mais diversas áreas. Outros artigos analisavam contextos de cidades inteligentes (3), saúde (4), países (2), escolas secundárias (5), indústria (1), aeroporto (1) e maturidade digital de pessoas (2).

4.4.3 Proposição do Artefato

A construção do arcabouço teórico nos permitiu identificar as dimensões da Ciência Digital. Nos aprofundamos na caracterização e definição de cada dimensão e, por isso, foi possível identificar os fatores que compõem cada uma delas.

Tendo identificado dimensões e fatores, buscamos critérios de análise aderentes que nos ajudassem a avaliar quão aderente uma IES está à Ciência Digital. As dimensões, fatores e critérios de análise foram especificados o capítulo 4.

É importante ressaltar que o desenvolvimento deste artefato não se deu *from scratch*, ou, em português, a partir do nada. Os *drivers* da Transformação Digital nas organizações identificados por Verhoef et al. (2021) foram fundamentais para que pudéssemos identificar as dimensões da Ciência Digital.

Peppers et al. (2007) afirmam que as funcionalidades desejadas e a estrutura do artefato devem ser desenvolvidas nesta etapa e o conhecimento teórico do pesquisador deverá apoiá-lo nesta tarefa.

Esta etapa é necessária, pois a identificação [...] de artefatos desenvolvidos tratava da visualização de possíveis artefatos genéricos para resolver um problema genérico. No entanto, mesmo tais soluções, quando consolidadas, precisam ser adaptadas à realidade em estudo. Dessa forma, o pesquisador irá propor os artefatos, considerando essencialmente a sua realidade, o contexto de atuação, a sua viabilidade etc. (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015, p.130).

Para Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 131):

Os autores que propõem um método para condução da *design science research* sugerem uma etapa que se ocupe do desenvolvimento do artefato. Na sua construção, podem ser utilizadas diferentes abordagens, como algoritmos computacionais, representações gráficas, protótipos, maquetes, etc.

Na presente tese, o instrumento de análise proposto (ver Capítulo 4) foi desenvolvido a partir de perguntas considerando a hierarquia DIMENSÃO – FATOR – CRITÉRIO DE ANÁLISE. A construção do artefato foi suportada pela ferramenta *Forms*, da Plataforma de Ferramentas *Google*.

Nesse sentido, Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) relatam que o desenvolvimento de um artefato não se refere única e exclusivamente ao desenvolvimento de produtos. Um produto pode ser o resultado de uma pesquisa conduzida a partir da DSR, todavia esta possui um objetivo mais amplo: “gerar conhecimento que seja aplicável e útil para soluções de problemas, melhoria de sistemas existentes e criação de novas soluções e/ou artefatos” (p. 131).

4.4.4 Verificação do Artefato

Em um primeiro momento, enviamos o instrumento de análise em sua primeira versão (Apêndice A) para um especialista de domínio. Este especialista é pesquisador

na área de Ciência Digital, atual em uma IES como pró-reitor em uma das áreas estratégicas e possui publicações relevantes acerca do tema.

Após verificar o instrumento, o especialista nos retornou sugestões pontuais com o intuito de tornar as perguntas que compuseram o questionário mais claras. Em aspectos gerais, o especialista entendeu que as questões contidas no questionário eram suficientes para a análise de aderência das IES à Ciência Digital. Fizemos ajustes pontuais que foram, ao fim, suficientes para que o especialista de domínio acreditasse o instrumento proposto. Incluímos também descrições robustas de cada dimensão e fator para que os respondentes fossem contextualizados sobre o que estariam respondendo e chegamos à versão final do instrumento de análise, denominado IAA/CD – Instrumento de Análise de Aderência à Ciência Digital (ver Capítulo 5).

Em um segundo momento, enviamos o questionário a 3 pessoas vinculadas a uma IES brasileira, atuantes na área da Pesquisa em nível estratégico da organização. Após a coleta de dados, utilizamos o *software* Excel para apoiar a tarefa de análise. Nesta etapa foi possível verificar visões distintas sobre a aderência da IES à Ciência Digital.

4.4.5 Comunicação dos Resultados da Pesquisa

Nesta etapa, o conhecimento produzido pela pesquisa a partir da DSR deve ser difundido, comunicado. Peffers et al. (2007) afirma que nesta etapa, o pesquisador deve apresentar o problema estudado, bem como sua relevância, com todo o rigor esperado de uma pesquisa bem conduzida. Para Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 132), o objetivo desta etapa “é assegurar que a pesquisa realizada possa servir de referência e como subsídio para a geração de conhecimento, tanto no campo prático quanto no teórico”.

Esta tese faz parte do processo de comunicação dos resultados da pesquisa, todavia este processo deverá continuar por meio de artigos científicos, apresentando o instrumento de análise como produto desta pesquisa.

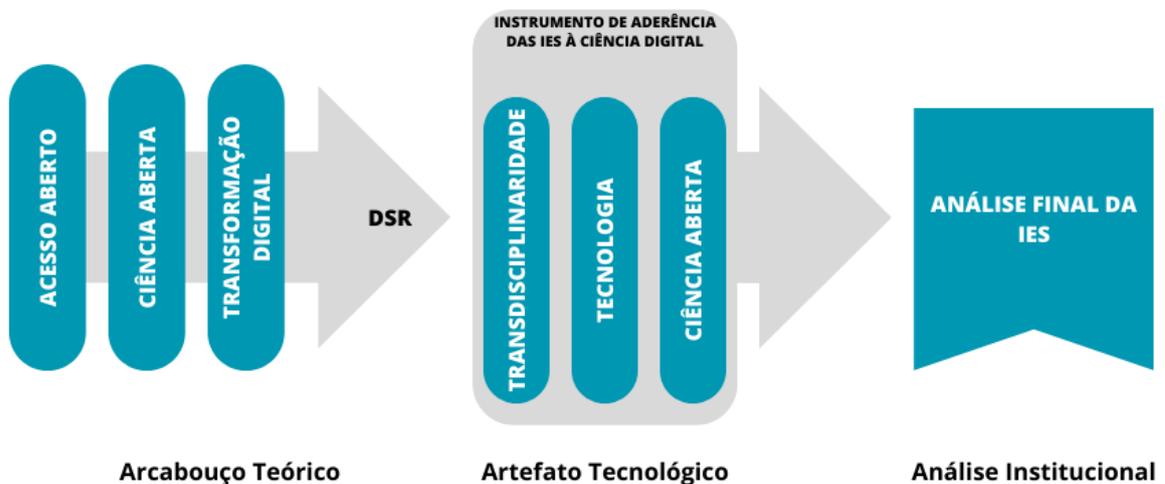
É um desejo nosso que os resultados desta pesquisa cheguem também às IES brasileiras e possam apoiá-las no processo de institucionalização da Ciência Digital. O problema aqui estudado é real dentro das IES e acreditamos que o

instrumento de análise pode fornecer o panorama geral das IES para que estas possam traçar estratégias eficazes para aderir à Ciência Digital.

5 INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE ADERÊNCIA DAS IES À CIÊNCIA DIGITAL (IAA/CD/CD)

Neste capítulo apresentaremos o Instrumento de Análise de Aderência das IES brasileiras à Ciência Digital e, para isso, retomamos o processo de pesquisa (1) até aqui transcorrido para que este instrumento pudesse ser concebido.

Figura 11 - Processo de Construção do Instrumento de Análise de Aderência das IES brasileiras à Ciência Digital



Fonte: Autoria Própria

O IAA/CD foi concebido a partir de três constructos: Acesso Aberto, Ciência Aberta e Ciência Digital. A *Design Science Research* foi fundamental para a construção deste artefato tecnológico. Conforme apresentado no Capítulo 2, a trajetória da ciência tem sido, ao longo do tempo, impactada por estes 3 constructos.

Aprofundando-nos na literatura cerca da Transformação Digital na Ciência, observamos 3 pilares que sustentam e potencializam este fenômeno: a Tecnologia, a Transdisciplinaridade e a Ciência Aberta. Aqui é importante retomar as dimensões impactadas pela Transformação Digital, de modo geral: tecnológica, organizacional e social (LIU; CHEN; CHOU, 2011; FITZGERALD et al., 2013; REIS et al., 2018; LIERENETHELER; PACKMOHR; VOGELSSANG, 2018; MERGEL; EDELMAN; HAUG, 2019).

Na Ciência Digital, a dimensão da Tecnologia, conforme já exposto no Capítulo 2, engloba o uso de sistemas computacionais, dados, recursos de

informação, redes sensoriais digitais, entre outros, integrados de ponta a ponta, propiciando a colaboração na condução da pesquisa (COUNCIL, 2017; PACHECO; NASCIMENTO; WEBER., 2018). Por isso, não se trata meramente da inserção de tecnologias no processo científico (RIBES; LEE, 2010). Ao contrário, trata-se da incorporação estratégica de diferentes tecnologias digitais no processo científico para que um objetivo seja atingido: a coprodução do conhecimento.

A dimensão organizacional, na Ciência Digital, se torna Transdisciplinaridade. Isso porque, em geral, nesta dimensão vê-se os processos organizacionais transformados e novos modelos de negócio criados (LIU; CHEN; CHOU, 2011; FITZGERALD et al., 2013; REIS et al., 2018; LIERE-NETHELER; PACKMOHR; VOGELSANG, 2018; MERGEL; EDELMAN; HAUG, 2019). A Transdisciplinaridade se trata propriamente da transformação dos processos científicos, de modo que estes viabilizem a solução de problemas complexos em vista do bem comum (SCHUTTENBERG; GUTH, 2015).

Por fim, a dimensão social é vista, na Ciência Digital, como a Cultura *Openness*. Se a Transformação Digital é um fenômeno que, por fim, influencia todos os aspectos da vida humana, a cultura *Openness* entranha a prática de abertura na comunidade científica (KERA et al., 2019), de modo que o conhecimento produzido gere impactos relevantes na sociedade, em geral.

Dito isso, apresentamos, no Quadro 13, as dimensões, os fatores e os critérios de análise sobre os quais o IAA/CD foi construído.

O IAA/CD foi construído a partir de perguntas objetivas, de única escolha, considerando a escala de resposta psicométrica Likert de 5 pontos, onde os respondentes puderam especificar sua percepção do nível da IES com relação a cada critério de análise.

Além disso, utilizamos a ferramenta *Forms*¹², do Google, para a construção do IAA/CD, desse modo pudemos disponibilizar o *link* aos respondentes e exportarmos as respostas em arquivo .xls e, com o apoio da ferramenta *Excel*, da *Microsoft*, fazemos posteriormente a análise dos resultados obtidos.

O formulário foi dividido em seções e em cada seção abordamos uma dimensão. Apresentamos inicialmente um breve texto explicativo acerca da dimensão

¹² O formulário está disponível em:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfCd46c3bRny_JPI33LtqhTk_8z1Zp7iKOUPO2E85AqMRm4ig/viewform?usp=sharing

e do fator em questão (apresentamos este modo de apresentação abaixo) e, logo depois, apresentamos as perguntas associadas a estes, destacando o critério de análise a que a pergunta se refere.

Quadro 13 - Dimensões, Fatores e Critérios de Análise do IAA/CD

Dimensão	Fator	Critério
Transdisciplinaridade	Bem Comum	Motivação da Pesquisa
	Problemas Complexos	Natureza do Problema
		Perfil de Formação e Intencionalidade da Pesquisa
	Coprodução	Formação de Equipes de Projetos de Pesquisa
Previsão de Atores em Equipes segundo a Política de Pesquisa da IES		
Tecnologia	Interoperabilidade	Propósito das Tecnologias <i>Web</i>
	Infraestrutura Tecnológica	Suporte à Serviços pela Infraestrutura de TI
	Cultura e Letramento em Dados	Atuação <i>data-driven</i> da Equipe de Projetos de Pesquisa
		Suporte de Profissionais <i>data-driven</i> à Pesquisa
Capital Humano em Tecnologia	Atuação dos Profissionais de TI	
Ciência Aberta	Compartilhamento do Conhecimento	Perfil de Publicação de Resultados de Pesquisa
		Perfil de Armazenamento de Dados de Pesquisa
	Disseminação do Conhecimento	Divulgação de Portfólio de Pesquisa
		Política de Divulgação de Resultados
	Trabalho Cooperativo	Perfil de Coautorias
	Mudança Sistêmica	Evolução da Política Institucional
Adesão à Ciência Aberta		

Fonte: Autoria Própria.

A dimensão Transdisciplinaridade foi avaliada a partir de 5 perguntas objetivas de única escolha, considerando 3 fatores (Bem Comum, Problemas Complexos e Coprodução) e seus critérios de análise.

A dimensão Tecnologia também foi avaliada a partir de 5 perguntas objetivas de única escolha, considerando 4 fatores (Interoperabilidade, Infraestrutura Tecnológica, Cultura e Letramento em Dados e Capital Humano em Tecnologia) e seus critérios de análise.

Por fim, a dimensão Cultura *Openness* foi avaliada a partir de 7 perguntas objetivas de única escolha, considerando 4 fatores (Cultura de Compartilhamento, Difusão do Conhecimento, Trabalho Colaborativo e Mudança Sistêmica) e seus critérios de análise.

É fundamental ressaltar que o IAA/CD não busca analisar os critérios a partir de indicadores objetivos que podem ser mensurados ou aferidos instrumentalmente. Ao contrário, este instrumento busca construir a análise de aderência da IES à Ciência Digital a partir da percepção dos respondentes acerca da atuação da IES em relação a cada critério de análise. Isto quer dizer que estes critérios são analisados individualmente por cada respondente, considerando sua própria visão de mundo que pode ser discordante dos demais respondentes.

5.1 DIMENSÃO 1: TRANSDISCIPLINARIDADE

O que é: um modo de coprodução do conhecimento orientado à resolução de problemas complexos em vista do bem comum. Pode ser melhor compreendida como "uma categoria de pesquisa participativa e abordagens de governança colaborativa" (SCHUTTENBERG; GUTH, 2015, p. 2) cujo foco é a solução de questões relevantes, engajando diferentes *stakeholders*.

O que resulta: conhecimento transdisciplinar, ou seja, resultante da coprodução de atores científicos e não acadêmicos, dos setores público e/ou privado (FRODEMAN, 2014).

Pressuposto: a coprodução entre atores de diferentes origens demanda um ambiente em que as partes interessadas tenham sua voz ouvida "para que a confiança, a criatividade e o entendimento compartilhado possam se desenvolver (SCHUTTENBERG; GUTH, 2015, p. 2). A coprodução do conhecimento acontece quando as interações entre os diferentes atores acabam por minimizar as diferenças culturais, ressaltando a natureza coletiva do contexto em que se insere o problema a ser resolvido (POHL, 2011; SCHUTTENBERG; GUTH, 2015).

Relevância para a Ciência Digital: a sociedade do conhecimento espera das IES que estas gerem não somente profissionais titulados em diferentes áreas do conhecimento, ao contrário, o momento atual exige dessas instituições a formação de profissionais baseada em competências (e não em conteúdos), verificáveis na prática (mercado ou sociedade). Da mesma forma, espera-se que as IES não atuem somente no desenvolvimento de pesquisas com potencial para se tornarem tecnologia e inovação, mas que o conhecimento e as ferramentas criados pelas IES estejam mais próximas de sua viabilização (preferencialmente já sejam fruto de coautoria com atores não acadêmicos).

FATOR 1.1: BEM COMUM

Commons ou bem comum é um “termo geral que se refere a um recurso compartilhado por um grupo de pessoas, sujeito a dilemas sociais” (HESS; OSTROM, 2007, p. 3). Inicialmente o constructo era percebido como qualquer tipo de recurso natural (Ostrom, 1990) e só mais tarde teve a sua definição ampliada e, por isso, hoje, por exemplo, o conhecimento é também considerado um *Commons* ou Bem Comum.

Por que é relevante para a Transdisciplinaridade?

Como a transdisciplinaridade de coprodução pressupõe equipes com atuação de pesquisadores e de integrantes não acadêmicos, recomenda-se a definição de propósito, de objetivos e de visão coletivas, bem como comunicação eficaz e, especialmente, processo de governança de múltiplos níveis. A Teoria de Commons oferece diretrizes adequadas para tratar desses elementos.

Critério de Análise: Motivação da Pesquisa

A maioria dos projetos de pesquisa desenvolvidos pela IES tem como ponto de partida:

- (1) o interesse dos autores da pesquisa, sem participação externa (acadêmica e/ou não acadêmica)
- (2) o interesse dos autores da pesquisa, com participação externa (acadêmica e/ou não acadêmica)
- (3) demandas de interesse social ou de comunidades específicas, sem participação externa (acadêmica e/ou não acadêmica)
- (4) demandas de interesse social ou de comunidades específicas, com participação externa (acadêmica e/ou não acadêmica)
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

FATOR 1.2: PROBLEMAS COMPLEXOS

Um problema complexo é único e possui características que o distingue de qualquer outro problema (seja ele de qualquer natureza), ou seja, suas condições são únicas e sua própria compreensão enquanto problema é singular. Esse tipo de problema não possui uma solução do tipo "VERDADEIRO OU FALSO", ao contrário, as soluções propostas são "BOAS OU RUINS", "MELHORES OU PIORES". Em relação aos meios de se abordar problemas dessa natureza, os métodos científicos tradicionais, em geral, não são eficazes para que uma solução seja alcançada, visto que são

permeados por incertezas e instabilidades (GLOUBERMAN; ZIMMERMAN, 2002; LAWRENCE et al., 2022).

Por que é relevante para a Transdisciplinaridade?

Muitos problemas do mundo real contemporâneo são caracterizados como complexos, uma vez que não possuem definição clara, são multifacetados, altamente interconectados e incertos em relação aos seus padrões de mudanças em um determinado contexto. Nesse sentido, desafios dessa natureza "requerem a colaboração não só de vários indivíduos com uma ampla variedade de competências, mas, particularmente, de processos de resolução de problemas interdisciplinares (colaboração entre várias disciplinas) e transdisciplinares (aprendizagem mútua entre ciência e sociedade)" (RISOPOULOS-PICHLER; DAGHOFER; STEINER, 2020, p. 2). A transdisciplinaridade se apresenta, portanto, como uma forma eficaz de atacar problemas considerados complexos.

Critério de Análise: Natureza do Problema

Quanto ao problema de pesquisa que orienta os projetos, estes, em sua maioria:

- (1) são bem definidos e delimitados, a solução é clara e se dá por meio de métodos já conhecidos e consagrados na literatura
- (2) são bem definidos e delimitados, a solução demanda a adaptação de métodos já conhecidos e descritos na literatura
- (3) não são tão bem definidos e delimitados, a solução demanda a adaptação de métodos já conhecidos e descritos na literatura
- (4) não há formulação definitiva e escopo claro, são permeados por ambiguidades e incertezas, a solução proposta é uma entre uma gama de soluções possíveis, todas com diferentes custos e benefícios para os envolvidos (em geral, as soluções demandam a criação de novos métodos, uma vez que o uso ou adaptação dos métodos já existentes não conduzem a uma solução aceitável)
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Critério de Análise: Perfil de Formação e Intencionalidade da Pesquisa

Quanto à formação e propósito das equipes dos projetos de pesquisa, **seus integrantes**, em sua maioria:

- (1) têm formação na mesma área e buscam avanço no conhecimento de sua área por meio de projetos aplicados
- (2) têm formações em diferentes áreas e trabalham em conjunto para resolver problemas práticos
- (3) têm formação em diferentes áreas e trabalham em conjunto tanto para resolver problemas práticos, como para desenvolverem novos conhecimentos combinando seus saberes de origem
- (4) há integrantes acadêmicos de diferentes formações que trabalham em equipe e interagem com atores não acadêmicos no planejamento e desenvolvimento de suas pesquisas
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

FATOR 1.2: COPRODUÇÃO

Trata-se do processo de produção do conhecimento de modo colaborativo, objetivando a criação de valor de forma coletiva e caracterizado pelo protagonismo de todos os atores envolvidos (OSTROM, 1996; MEIJER, 2012, SCHUTTENBERG; GUTH, 2015; PACHECO, 2016). Para Pacheco (2016, p. 26), o processo de coprodução deve: "considerar conhecimentos de matizes diferentes, conflitos de visões, comunicação e criar espaços de coprodução com confiança mútua" (PACHECO, 2016, p. 26).

Por que é relevante para a Transdisciplinaridade?

Existe uma relação íntima entre Coprodução e Transdisciplinaridade, visto que a primeira integra a definição da segunda. Segundo Schuttenberg e Guth (2015), a transdisciplinaridade é um modo de coprodução do conhecimento orientado à resolução de problemas complexos em vista do bem comum. Para as autoras, a coprodução do conhecimento pode ser melhor compreendida como "uma categoria de pesquisa participativa e abordagens de governança colaborativa" cujo foco é a solução de questões relevantes, engajando diferentes *stakeholders* (p. 2). A coprodução do conhecimento, no contexto da Ciência Digital, demanda a participação ativa de atores acadêmicos e atores não acadêmicos. Esta atuação de diferentes *stakeholders* pressupõe a participação de ímpares, isto é, atores externos

à comunidade acadêmica engajados nas atividades de planejamento, execução e avaliação das atividades de pesquisa.

Critério de Análise: Formação de Equipes de Projetos de Pesquisa

Na maioria das vezes, a equipe dos projetos de pesquisa é formada por atores acadêmicos:

- (1) sem participação de atores não acadêmicos
- (2) com participação de atores não acadêmicos como beneficiários finais da pesquisa
- (3) com benefício e participação de atores não acadêmicos na coleta de dados
- (4) com benefício e participação de atores não acadêmicos na coleta e análise de dados, refinamento de objetivos e/ou disseminação dos resultados de pesquisa
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Critério de Análise: Previsão de Atores em Equipes segundo a Política de Pesquisa da IES

A política de pesquisa da IES prevê:

- (1) atores não acadêmicos majoritariamente como beneficiários da pesquisa
- (2) atores não acadêmicos como partícipes em atividades iniciais do processo de pesquisa, como coleta de dados
- (3) atores não acadêmicos como partícipes em atividades estratégicas, como análise de dados, refinamento do escopo do projeto, disseminação dos resultados de pesquisa, entre outros
- (4) o engajamento de atores não acadêmicos com atores acadêmicos em todo o ciclo de vida da pesquisa, ambos atuando ativamente neste processo
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

5.2 DIMENSÃO 2: TECNOLOGIA

O que é: no contexto da Ciência Digital, TECNOLOGIA refere-se à "infraestrutura tecnológica que suporta pesquisas orientadas a dados, apoiadas pelo uso intensivo de computação, redes e recursos de informação distribuídos" (SALES; SAYÃO, 2013, p. 1866).

Pressuposto: como todo fenômeno de Transformação Digital, a IES deve ter políticas, recursos e competências que alinhem suas tecnologias com as demandas da Ciência Digital.

FATOR 2.1: INTEROPERABILIDADE

Segundo o Guia de Interoperabilidade do Governo Federal Brasileiro, a interoperabilidade pode ser entendida como "a capacidade de diversos sistemas e organizações trabalharem em conjunto (interoperar)", a fim de garantir que pessoas, organizações e sistemas computacionais interajam e troquem informações de modo eficaz e eficiente (BRASIL, 2012). Pan et al. (2021) corroboram com esta definição e argumentam que a interoperabilidade digital permite a troca rápida, contínua, segura e confiável de dados e informações entre diferentes instâncias, seja governo, empresas, sociedade civil, IES, entre outras.

Por que é relevante para a Tecnologia?

Se a tecnologia, na Ciência Digital, suporta pesquisas orientadas a dados, apoiadas pelo uso intensivo de computação, redes e recursos de informação distribuídos, é pela capacidade de interoperabilidade que atores acadêmicos e não acadêmicos, envolvidos no processo de pesquisa, são capazes de trabalhar de forma colaborativa, independente dos recursos tecnológicos individuais, isso porque não existe dependência tecnológica quando há interoperabilidade.

Critério de Análise: Propósito das Tecnologias Web

A IES está presente na *Web* por meio de tecnologias que:

- (1) visam principalmente disponibilizar informações institucionais ao público
- (2) implementam serviços interativos, possibilitando contato entre o público e a IES (via portal ou email)
- (3) implementam serviços transacionais, possibilitando que usuários (inclusive empresas e cidadãos) possam realizar transações completas de forma online (como inscrição em processos seletivos, realização de matrícula, entre outros)
- (4) são integradas e se comunicam com outros órgãos governamentais, bem como órgãos não governamentais (Portal gov.br, Capes, CNPq, empresas parceiras, entre outros)
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

FATOR 2.2: INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA

A Infraestrutura tecnológica suporta pesquisas orientadas a, apoiadas “pelo uso intensivo de computação, redes e recursos de informação distribuídos” (SALES; SAYÃO, 2013, p. 1866). Todavia, não se trata apenas da inserção de tecnologias no processo científico (RIBES; LEE, 2010). Ao contrário, trata-se de “uma integração de ponta a ponta realizada pela colaboração interdisciplinar com impacto na maneira como a ciência é conduzida” (PACHECO; NASCIMENTO; WEBER., 2018, p. 379). No contexto da Ciência Digital a tecnologia desempenha papel crucial, uma vez que engloba “sistemas de computação, dados, recursos de informação, redes, sensores digitais, instrumentos, organizações virtuais e observatórios, juntamente com um conjunto interoperável de serviços e ferramentas de *software*”, compartilhados por equipes de profissionais que desenvolvem, implantam e usam “abordagens transformadoras para a descoberta e aprendizagem científica” (COUNCIL, 2007, p. 2).

Por que é relevante para a Tecnologia?

Uma infraestrutura adequada é o fundamento da Ciência Digital, quando considerada a dimensão TECNOLOGIA, isso porque ela se trata, na verdade, dos recursos tecnológicos necessários para que todo o sistema da Ciência Digital funcione, do ponto de vista técnico.

Critério de Análise: Suporte à Serviços pela Infraestrutura de TI

No que tange à infraestrutura tecnológica da IES, esta fornece:

- (1) serviços básicos aos níveis estratégico, tático e operacional da IES, como acesso à internet, portal do aluno, e-mail institucional, entre outros
- (2) laboratórios equipados com computadores de média/alta capacidade de processamento
- (3) infraestrutura tecnológica robusta capaz de criar ambientes virtuais internos, onde pesquisadores e acadêmicos da IES podem desenvolver suas pesquisas colaborativamente, compartilhando recursos computacionais e dados
- (4) avançada infraestrutura tecnológica que integra o ambiente virtual da IES com ambientes virtuais de pesquisa externos à instituição, criando espaços virtuais onde pesquisadores podem realizar suas pesquisas independentemente da localização física, interagindo com demais colegas, acessando instrumentos, compartilhando dados e recursos computacionais e acessando informações em bibliotecas digitais
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

FATOR 2.3: CULTURA E LETRAMENTO EM DADOS

De modo geral, a cultura e letramento em dados trata da capacidade de ler, trabalhar, analisar e argumentar com dados. O letramento em dados desenvolve a cultura *data-driven* (orientada a dados), isto é, as pessoas aprender a criar, limpar e gerenciar dados, entendendo o que estes representam. São capazes também de analisá-los e desenvolvem uma comunicação apoiada por estes (D'IGNAZIO; BHARGAVA, 2015).

Por que é relevante para a Tecnologia?

Se a Tecnologia, no contexto da Ciência Digital, diz respeito à infraestrutura tecnológica que suporta pesquisas orientadas a dados, a cultura e letramento em dados se faz fundamental, visto que torna os atores acadêmicos e não acadêmicos envolvidos na pesquisa capazes de fazer uso dos dados em todo o seu potencial, por meio de análises suportadas pela tecnologia. Trata-se de elevar a capacidade analítica das pessoas por meio de uma infraestrutura tecnológica adequada.

Critério de Análise: Atuação *data-driven* da Equipe de Projetos de Pesquisa

Os integrantes das equipes dos projetos de pesquisa, em geral, são capazes de:

- (1) entender o que são dados e os aspectos do mundo que estes representam
- (2) criar, adquirir, limpar e gerenciar dados
- (3) analisar dados a partir de operações analíticas como filtragem, classificação, agregação, comparação, entre outras
- (4) argumentar com dados, isto é, utilizar os dados para apoiar uma narrativa maior que se destina a comunicar alguma mensagem ou história a um público específico
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Critério de Análise: Suporte de Profissionais *data-driven* à Pesquisa

No que tange ao papel dos bibliotecários, biblioteconomistas, cientistas de dados e cientistas de informação que atuam na IES, este:

- (1) se restringe à organização de acervos físicos e virtuais da IES, bem como demandas administrativas internas
- (2) atua também no suporte à comunidade acadêmica no que tange à descoberta de dados em bases de dados
- (3) além dos citados anteriormente, atua no suporte à comunidade acadêmica no que tange à limpeza e análise de dados a partir de operações analíticas diversas
- (4) atua no suporte à comunidade acadêmica em todo o ciclo de vida do dado de pesquisa, desde sua descoberta e criação até sua preservação e disseminação
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

FATOR 2.4: CAPITAL HUMANO EM TECNOLOGIA

Para Blizkiy, Malinenko e Lebedinskaya (2021, p. 1322), capital humano se trata de "um conjunto razoável de conhecimentos e habilidades, saúde e capacidade de sobrevivência, educação e cultura, que são acumulados ao longo da vida humana e permitem ao indivíduo desenvolver seu potencial como propriedades úteis e resultados do desenvolvimento na sociedade". Nesse sentido, quanto mais as pessoas envolvidas no processo de pesquisa e na atividade de suporte a esta aderirem às mudanças causadas pela Transformação Digital, mais provável que este fenômeno alcance todo o seu potencial dentro das IES (OSMUNSEN; IDEN; BYGSTAD, 2018).

Por que é relevante para a Tecnologia?

No contexto da Ciência Digital, a tecnologia precisa fazer parte da estratégia da IES, compondo sua visão e missão, permeando suas políticas e suportando sua estratégia. Nesse sentido, é fundamental a atuação ativa de Capital Humano em Tecnologia em todos os níveis organizacionais da IES, sobretudo, no nível estratégico.

Critério de Análise: Atuação dos Profissionais de TI

Os profissionais de TI vinculados ou contratados pela IES:

- (1) atuam majoritariamente para manter a infraestrutura de rede e serviços básicos, como portal da IES, e-mail institucional, portal do aluno, entre outros
- (2) além de ofertarem suporte aos serviços básicos, atendem demandas encaminhadas pela comunidade acadêmica no suporte à pesquisa
- (3) possuem um plano de tecnologia da informação e comunicação capaz de atender tanto às demandas operacionais e táticas, quanto às solicitações estratégicas da IES quanto à sua pesquisa
- (4) participam das decisões estratégicas de Transformação Digital na IES, trabalhando com tecnologias digitais disruptivas como computação em nuvem, computação em grade, inteligência artificial, tecnologias conectivas, entre outras, com impacto mensurável na atividade de pesquisa da IES
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

5.3 DIMENSÃO 3: CULTURA OPENNESS

O que é: nesta pesquisa, a Cultura *Openness* é percebida como uma

nova abordagem do processo científico baseada no trabalho colaborativo e em novas formas de difusão do conhecimento por meio do uso de tecnologias digitais e novas ferramentas colaborativas. Trata-se de uma mudança sistêmica na forma como a ciência e a pesquisa foram realizadas nos últimos cinquenta anos: a mudança das práticas padrão de publicação dos resultados de pesquisa em publicações científicas para o compartilhamento e o uso de todo o conhecimento disponível em seus estágios iniciais, intermediários e finais do processo de pesquisa (EC, 2016, p. 33).

Pressuposto: a cultura *openness* se trata da prática tácita profundamente enraizada na vida cotidiana da comunidade em que se insere (KERA et al., 2019). No contexto científico essa cultura abrange diferentes práticas que contemplam a abertura da pesquisa em todo o seu ciclo de vida (SANTOS, 2017; VICENTE-SAEZ; MARTINEZ-FUENTES, 2018; EC, 2019). Essas práticas são identificadas a partir da lente (escola

de pensamento) pela qual se observa o constructo, visto que este possui múltiplas facetas (ALBAGLI; CLINIO; RAYCHTOCCK, 2014; FECHER; FRIESIKE, 2014; EISFELD-RESCHKE; HERB; WENZLAFF, 2014).

Relação com a Ciência Digital: em todos os setores, a Transformação Digital requer identificar os fatores críticos do processo que está sendo transformado. Para a pesquisa, a cultura *openness* tem sido, nas últimas décadas, um fator promotor de mudanças, primeiro nas formas de acesso aos seus resultados (ex. acesso livre a artigos), posteriormente à produção de conhecimento (ex. periódicos gratuitos) e mais recentemente a todo o ciclo de produção de pesquisa (ex. planejamento aberto e/ou feito com atores externos à IES).

FATOR 3.1: CULTURA DE COMPARTILHAMENTO

A cultura do compartilhamento, sob a perspectiva do Movimento Acesso Aberto e Ciência Aberta, diz respeito ao modo como os dados ou o conhecimento é disponibilizado aos que dele tem interesse. No que tange ao conhecimento, isso acontece por meio de duas vias principais: via verde e via dourada. Entende-se por via verde o compartilhamento de resultados de pesquisa em repositórios abertos. Por sua vez, a via dourada pressupõe o compartilhamento de resultados de pesquisa em periódicos de acesso aberto (SUBER, 2012). Em relação aos dados, motiva-se o compartilhamento de dados intermediários de pesquisa em repositórios de acesso aberto para que estes suportem outros pesquisadores e/ou novas pesquisas.

Por que é relevante para a Ciência Aberta?

A comunicação do conhecimento científico sempre foi uma etapa importante do processo científico. Uma pesquisa científica não tem valor algum se os seus resultados não forem divulgados para a comunidade científica como um todo ou, ao menos, para a comunidade científica de interesse do pesquisador (KUHN; STERNFELD, 1970; MEADOWS, 1974; ZIMAN, 1979; MERTON, 1993; STUMPF, 1996; BARTLING; FRIESIKE, 2014). Nesse sentido, a cultura do compartilhamento é uma prática fundamental para o progresso científico e, no contexto da Ciência Aberta, se tornou um requisito, inclusive, para o financiamento de pesquisas (TENNANT et al., 2022). É comum que órgão financiadores de pesquisa exijam que as publicações finais sejam feitas sob acesso aberto ou que os dados coletados sejam disponibilizados em repositórios de acesso aberto.

Critério de Análise: Perfil de Publicação de Resultados de Pesquisa

Na maioria dos projetos de pesquisa, a produção intelectual consiste em publicações de:

- (1) artigos e/ou livros sob acesso pago
- (2) artigos e/ou livros sob acesso aberto
- (3) artigos e/ou livros sob acesso aberto e, também disponíveis em repositórios oficiais institucionais (biblioteca digital, banco de teses e dissertações etc.), sem restrições quanto ao seu acesso e reuso
- (4) resultados intermediários (pré-prints) e finais (artigos, livros, teses, dissertações etc.) de pesquisa compartilhados em ambientes de acesso aberto, sem restrições quanto ao seu reuso
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Critério de Análise: Perfil de Armazenamento de Dados de Pesquisa

Na maioria dos projetos, os conjuntos de dados (*datasets*) produzidos na pesquisa são armazenados, em sua forma final:

- (1) localmente, dependendo da infraestrutura do laboratório e/ou dos pesquisadores
- (2) em repositórios privados em nuvem (Google Drive, One Drive, Dropbox etc.) e apenas a equipe envolvida na pesquisa tem acesso
- (3) em repositórios em nuvem e disponibilizados sob demanda ao público em geral
- (4) em repositórios de dados abertos e disponibilizados sob licença aberta ao público em geral
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

FATOR 3.2: DIFUSÃO DO CONHECIMENTO

A difusão do conhecimento diz respeito aos esforços conscientes empenhados para que o conhecimento chegue a públicos-alvo específicos ou para um público em geral (GREEN et al., 2009). Trata-se de uma parte crucial na atividade de Gestão do Conhecimento que tem por objetivo distribuir o conhecimento para aqueles que dele necessitam (KINGSTON, 2012) de forma que este [o conhecimento] precisa ser, por vezes, traduzido para uma linguagem apropriada para os que o recebem e pode, então, ser internalizado e compreendido (ERNST; KIM, 2002).

Por que é relevante para a Ciência Aberta?

Para minimizar a lacuna que existe entre o conhecimento desenvolvido na academia e o que efetivamente é aplicado na indústria, nas organizações e na sociedade, em geral, é mister que as IES divulguem suas ações de pesquisa para que, então, esses entes possam trabalhar de forma colaborativa. Nesse sentido, a difusão do conhecimento pode ser entendida como a "ponte" pela qual a Ciência Aberta pode alcançar espaços extra-acadêmicos.

Critério de Análise: Divulgação do Portfólio de Pesquisa

A comunidade externa à IES:

- (1) não tem nenhum conhecimento acerca das ações de pesquisa da IES
- (2) se acadêmica, tem conhecimento do portfólio de pesquisa divulgado pela IES
- (3) se não acadêmica, tem conhecimento de algumas ações de pesquisa da IES que ganham notoriedade na mídia local
- (4) se acadêmica ou não, tem conhecimento do portfólio de pesquisa divulgado pela IES em diferentes mídias
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Critério de Análise: Política de Divulgação de Resultados

Quanto à divulgação dos resultados de suas pesquisas, a IES:

- (1) não possui ação institucional e delega a divulgação aos próprios autores
- (2) possui ações pontuais para tornar as pesquisas conhecidas pela comunidade acadêmica (interna e externa)
- (3) possui ações contínuas para tornar as pesquisas conhecidas pela comunidade acadêmica interna e externa
- (4) além do item 3, divulga também as competências, a estrutura organizacional, os processos, os instrumentos, a infraestrutura e, sobretudo, os resultados e impactos das pesquisas desenvolvidas na IES
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

FATOR 3.3: TRABALHO COLABORATIVO

As atividades coletivas podem se dar em diferentes estágios, em níveis diferentes de interação. Isso significa que o trabalho cooperativo, em seu nível mais básico, se dá a partir da simples coexistência de atores em um mesmo ambiente/local/organização

e, em seu nível mais elevado, leva a formas de trabalho coordenado em equipe que culmina na produção de autoria conjunta (coautoria) (PACHECO, 2016).

Por que é relevante para a Ciência Aberta?

O trabalho colaborativo na pesquisa é fundamental para o avanço do conhecimento (MCKIERNAN et al., 2016) e faz parte da própria definição da Ciência Aberta. Para Santos e Freitas (2020, p. 7), por exemplo, a Ciência Aberta é entendida como "a atividade científica praticada de modo aberto, colaborativo e transparente [...]". Para Vicente-Saez e Martinez-Fuentes (2018, p. 428), a Ciência Aberta é um conjunto de "conhecimento transparente e acessível que é compartilhado e desenvolvido por meio de uma rede colaborativa". Em síntese, a Ciência Aberta é entendida a partir, também, do trabalho cooperativo, ou colaboração.

Critério de Análise: Perfil de Coautoria

As pesquisas que ganham notoriedade externa são publicadas:

- (1) em trabalhos de autoria individual
- (2) em trabalhos de um ou mais autores, porém setorizados por contribuição específica de cada área
- (3) em trabalhos de um ou mais autores com a síntese de todas as áreas de contribuição na pesquisa multi/interdisciplinar
- (4) em trabalhos de múltiplos autores com síntese e proposições de novos conhecimentos multi/interdisciplinares
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

FATOR 3.4: MUDANÇA SISTÊMICA

A Transformação Digital tem impactado fortemente a área da ciência, "introduzindo ferramentas digitais na maneira como os pesquisadores coletam dados, realizam análises e trocam resultados" (AALBERSBERG et al., 2014, p. 275), "mudando a forma como as pessoas trabalham juntas" (DOUGHERTY; DUNNE, 2012, p. 1469) e tornando a ciência "mais aberta, mais global e colaborativa, mais criativa e mais próxima da sociedade" (EC, 2013, *Executive Summary*). Pacheco et al. (2018, p. 382) afirmam que a Era Digital é "um fenômeno multidimensional caracterizado pela convergência e integração com impactos em aspectos institucionais, políticos, tecnológicos, econômicos, sociais e culturais de toda atividade coletiva".

Por que é relevante para a Ciência Aberta?

A mudança causada pelos impactos da Transformação Digital no modo de se "fazer ciência" se dá em todo o ciclo de vida da pesquisa que passa a ser mais transparente e acessível (GALLAGHER et al., 2020). Todavia, para além do ciclo de vida da pesquisa, estas mudanças impactam e transformam os próprios processos das IES, suas políticas institucionais, sua estratégia e até mesmo sua estrutura (BENAVIDES et al., 2020).

Critério de Análise: Evolução da Política Institucional

Considerando a política de pesquisa da IES, na última década:

- (1) não houve mudanças significativas
- (2) a política institucional passou por adequações, considerando as mudanças observadas na entrega dos resultados de pesquisa no que tange à publicação em acesso aberto
- (3) a política institucional sofreu mudanças significativas, considerando as mudanças observadas em todo o processo científico no que tange ao compartilhamento de resultados intermediários e finais da pesquisa (dados abertos, repositórios institucionais abertos, entre outros)
- (4) a política institucional foi totalmente reformulada, buscando atender diretrizes contemporânea da transdisciplinaridade, ciência cidadã e ciência digital
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Critério de Análise: Adesão à Ciência Aberta

Considerando as mudanças no processo científico com o advento da Ciência Aberta, a IES:

- (1) não aderiu às suas diretrizes
- (2) aderiu às suas diretrizes em nível estratégico, mas as mudanças não foram consolidadas nos demais níveis
- (3) aderiu às diretrizes em níveis estratégico e tático, mas as mudanças são incipientes no nível operacional
- (4) institucionalizou a Ciência Aberta em nível estratégico e houve total adesão por Programas de Pós-graduação e seus respectivos grupos de pesquisa
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

5.4 FONTE DOS CRITÉRIOS DE ANÁLISE

Após apresentar os critérios de aceite, vinculando-os aos respectivos fatores e dimensões, faz-se necessário apresentar a fonte desses critérios de aceite para a construção do IAA/CD. Parte dos critérios de análise que constituem o referido instrumento desta pesquisa foram trazidos dos *frameworks* e modelos encontrados na literatura, apresentados no capítulo 3 e outra parte tem como fonte a literatura basilar desta pesquisa, explanada no capítulo 2.

Quadro 14 - Fonte dos Critérios de Análise

Dimensão	Fator	Critério	Framework de Maturidade Digital para Instituições de Ensino Superior (DMFHEI)	UniDigMaturity	Shindina et al. (2022)	Zulunova e Mudrak (2023)	Literatura
Transdisciplinaridade	Bem Comum	Motivação da Pesquisa	Pesquisa aplicada e projetos profissionais apoiados pelas TICs e/ou para as TICs	N/A	N/A	N/A	O bem comum oferece um referencial de meta para a pesquisa que seja compreendido e do interesse de todos os coletivos que participam do processo de coprodução do conhecimento (OSTROM, 1997)
	Problemas Complexos	Natureza do Problema	N/A	N/A	N/A	N/A	Lawrence et al. (2022, p. 47) apontam o "foco em situações ou problemas específicos, complexos, socialmente relevantes e do mundo real" como uma característica-chave da transdisciplinaridade. Stainer e Posch (2006, p. 888) argumentam ainda que "os estudos de caso transdisciplinares desempenham um papel extremamente importante para iniciar e apoiar a reorientação da pesquisa científica inserida em um sistema social complexo e incerto".
		Perfil de Formação e Intencionalidade da Pesquisa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

	Coprodução	Formação de Equipes de Projetos de Pesquisa	1. Trabalho em rede e a colaboração de pesquisadores com apoio das TIC 2. Colaboração com as partes interessadas (ou seja, empresas, comunidade local e demais atores não acadêmicos) apoiada pelas TICs	1. A instituição participa de pesquisa aplicada, projetos profissionais de TIC e/ou projetos apoiados por TIC, e está envolvida em redes de colaboração de professores com apoio de TIC. 2. A colaboração com as partes interessadas (empregadores, comunidades locais, educação pré-superior, etc.) é apoiada pelas TIC.	N/A	N/A	Para Pacheco (2016, p. 26), o processo de coprodução deve: "considerar conhecimentos de matizes diferentes, conflitos de visões, comunicação e criar espaços de coprodução com confiança mútua"
		Previsão de Atores em Equipes segundo a Política de Pesquisa da IES	N/A	1. A IES conduz sua política digital ampliando e otimizando o conjunto de processos, serviços e produtos institucionais realizados com o uso das TIC. 2. A integração das TIC nas atividades institucionais é um elemento do planejamento estratégico da IES.	N/A	N/A	N/A
Tecnologia	Interoperabilidade de	Propósito das Tecnologias Web	1. Presença da IES na Internet 2. Utilização das TICs na promoção da IES	1. A IES disponibiliza recursos, orçamento e investimento financeiro para implementar e utilizar as TIC nas atividades universitárias (aprendizagem, ensino, pesquisa etc.), que sejam adequados e suficientes para suportar as comunicações, atividades e serviços digitais. 2. Políticas digitais, procedimentos eletrônicos e serviços eletrônicos são realmente usados na prática institucional diária.	N/A	N/A	É pela capacidade de interoperabilidade que atores acadêmicos e não acadêmicos, envolvidos no processo de pesquisa, são capazes de trabalhar de forma colaborativa, independente dos recursos tecnológicos individuais, isso porque não existe dependência tecnológica quando há interoperabilidade (BRASIL, 2012)

	<p>Infraestrutura Tecnológica</p>	<p>Suporte à Serviços pela Infraestrutura de TI</p>	<p>Disponibilidade de recursos de TICs para pesquisa científica</p>	<p>A instituição disponibiliza aos seus associados acesso a bibliotecas eletrônicas especializadas e dispõe de recursos de TIC para a realização de pesquisas.</p>	<p>Disponibilidade de acesso dos pesquisadores a sistemas de informação digital (bibliotecas, bases de dados, etc.)</p>	<p>N/A</p>	<p>A infraestrutura tecnológica, no contexto da Ciência Digital, desempenha papel crucial, uma vez que engloba “sistemas de computação, dados, recursos de informação, redes, sensores digitais, instrumentos, organizações virtuais e observatórios, juntamente com um conjunto interoperável de serviços e ferramentas de software”, compartilhados por equipes de profissionais que desenvolvem, implantam e usam “abordagens transformadoras para a descoberta e aprendizagem científica” (NSF, 2007, p. 1).</p>
	<p>Cultura e Letramento em Dados</p>	<p>Atuação <i>data-driven</i> da Equipe de Projetos de Pesquisa</p>	<p>1. Desenvolvimento do letramento digital e promoção da inovação no uso das TICs junto aos colaboradores das IES 2. Autoconfiança e motivação dos colaboradores quanto à importância do uso das TICs</p>	<p>A instituição disponibiliza aos seus associados acesso a bibliotecas eletrônicas especializadas e dispõe de recursos de TIC para a realização de pesquisas.</p>	<p>Disponibilização de cursos de formação para melhorar o letramento digital</p>	<p>1. Avalia-se o nível de competências digitais dos funcionários: revela-se a lista de habilidades digitais de uma pessoa, como ela aprimora suas habilidades, avalia se a IES oferece meios para o desenvolvimento de competências digitais para seu corpo docente, técnico e administrativo 2. Avalia quanto os funcionários são proficientes em métodos analíticos e com que frequências esses métodos são aplicados</p>	<p>Para Benavides et al. (2020, p. 14), “na economia digital, surge a necessidade de uma nova força de trabalho altamente profissional com habilidades e competências digitais no campo da tecnologia e da comunicação”.</p>

		Suporte de Profissionais data-driven à Pesquisa	<p>1. Sistema de apoio aos pesquisadores em início de carreira quanto ao uso das TICs na pesquisa científica</p> <p>2. Formação contínua de pesquisadores quanto ao uso das TICs na pesquisa científica</p>	<p>1. É estabelecido um sistema para gerir a integração das TIC na pesquisa na IES, inclusive de apoio a professores em início de carreira na aplicação das TIC na pesquisa.</p> <p>2. A instituição aplica procedimentos adequados para recrutar e capacitar o pessoal acadêmico para trabalhar em ambiente digital e aplicar as TIC na pesquisa.</p>	N/A	N/A	N/A
	Capital Humano em Tecnologia	Atuação dos Profissionais de TI	<p>1. Disponibilidade de recursos de TICs para pesquisa científica</p> <p>2. Infraestruturas de rede na IES</p> <p>3. Suporte técnico e manutenção dos recursos de TICs na IES</p>	A instituição fornece suporte técnico e atendimento à infraestrutura de TI e recursos de TIC da IES.	N/A	Avalia o nível de conscientização dos funcionários sobre a disponibilidade de serviços digitais internos para trabalho e comunicação, bem como a qualidade da infraestrutura e das ferramentas digitais disponíveis	Quanto mais as pessoas envolvidas no processo de pesquisa e na atividade de suporte a esta aderirem às mudanças causadas pela Transformação Digital, mais provável que este fenômeno alcance todo o seu potencial dentro das IES (OSMUNDSEN; IDEN; BYGSTAD, 2018).
Cultura Openness	Compartilhamento do Conhecimento	Perfil de Publicação de Resultados de Pesquisa	N/A	<p>1. Apoio das TIC na preparação e gestão de trabalhos e projetos de investigação científica</p> <p>2. Os professores utilizam as TIC na preparação e publicação de artigos científicos.</p>	N/A	N/A	N/A
		Perfil de Armazenamento de Dados de Pesquisa	Uso das TICs na preparação e publicação de artigos científicos	<p>1. Os professores utilizam as TIC na preparação e publicação de artigos científicos.</p> <p>2. Apoio das TIC na preparação e gestão de trabalhos e projetos de investigação científica</p>	N/A	Avalia-se o nível de sistematização e completude dos dados com os quais os funcionários trabalham, bem como as tecnologias disponíveis para	N/A

					trabalhar com dados (<i>Cloud Computing</i> , entre outros)	
Disseminação do Conhecimento	Divulgação de Portfólio de Pesquisa	Rede de pesquisadores e beneficiários da pesquisa (stakeholders) apoiada pelas TICs	A instituição está visivelmente representada na Rede e as TIC são utilizadas para representação pública de suas atividades centrais.	N/A	N/A	N/A
	Política de Divulgação de Resultados	N/A	A instituição está visivelmente representada na rede e as TIC são utilizadas para representação pública de suas atividades centrais.	N/A	N/A	N/A
Trabalho Cooperativo	Perfil de Coautorias	N/A	N/A	N/A	N/A	Para Pacheco (2016, p. 28), "ao coproduzirem, os integrantes de uma equipe se tornam coautores do resultado de sua atividade coletiva. Para tal, mais do que colaboração (necessária à explicitação de responsabilidades, a ação coletiva deve produzir resultados passíveis de propriedade intelectual aos integrantes do grupo produtor".
Mudança Sistêmica	Evolução da Política Institucional	N/A	1. Os planos de transformação digital (incluindo o aumento do grau de digitalização institucional) estão alinhados ao processo de integração das TIC com as atividades universitárias. 2. A IES está a conduzir políticas e atividades de integração das TIC na sua atividade, acompanhadas do acompanhamento das tendências globais relevantes. 3. A IES está a conduzir políticas e atividades de integração das TIC na sua	1. A presença da Transformação Digital na estratégia de desenvolvimento da universidade 2. Disponibilidade de um programa de digitalização atualizado	N/A	A mudança cultural nas universidades pode se dar, em parte, pelo desenvolvimento de políticas que considerem iniciativas abertas, bem como pela avaliação das pesquisas e seus resultados em relação a critérios abertos (LERU, 2018).

				atividade, acompanhadas do acompanhamento das tendências globais relevantes.			
		Adesão à Ciência Aberta	N/A	<p>1. A prática institucional é analisar as necessidades educacionais futuras e as novas TIC, estudar e experimentar métodos inovadores de aprendizagem, ensino e pesquisa com TIC em um ambiente digital.</p> <p>2. Apoio das TIC na preparação e gestão de trabalhos e projetos de pesquisa científica.</p>	N/A	N/A	A adesão à Ciência Aberta abrange diferentes práticas que contemplam a abertura da pesquisa em todo o seu ciclo de vida (SANTOS, 2017; VICENTE-SAEZ; MARTINEZ-FUENTES, 2018; EC, 2019).

Fonte: Autoria Própria.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O IAA/CD foi aplicado em uma universidade federal brasileira de grande porte, com atuação intensa na área da pesquisa. A IES possui mais de 500 grupos de pesquisa cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP)¹³ e mais de 3 mil projetos de pesquisa ativos. Atualmente a IES oferta mais de 120 cursos de graduação e mais de 150 cursos de pós-graduação (considerando cursos de especialização, mestrado acadêmico e profissional e doutorado acadêmico e profissional).

Para aplicarmos o IAA/CD, contamos com 3 respondentes vinculados à IES em questão, exercendo as seguintes funções:

- Respondente 1: Pró-reitor de Pesquisa da IES (atua na gestão estratégica da IES)
- Respondente 2: Secretário de Inovação da IES (atuação na gestão do impacto da pesquisa da IES)
- Respondente 3: Membro da Câmara de Extensão da IES (atua na governança da pesquisa da IES)

Os respondentes atuam direta ou indiretamente na área da Pesquisa em níveis tático ou estratégico, no mesmo campus.

6.1 ANÁLISE GERAL

A Tabela 3 e o Gráfico 3 apresentam a avaliação geral dos respondentes considerando todos os critérios de análise. Destacamos em negrito as avaliações congêneres entre os respondentes e, observando a Tabela 3, é possível notar que, em geral, estes possuem visões diferentes acerca da atuação da IES em relação a cada critério de análise.

Não houve consenso entre os respondentes em nenhum critério de análise e, dos 17 critérios de análise, em 9 deles 2 respondentes avaliaram a IES de forma congruente. Em certo grau, esta heterogeneidade é esperada visto que o IAA/CD busca captar a percepção de cada respondente acerca dos critérios analisados. As divergências destas percepções, além dos aspectos subjetivos inerentes à

¹³ Inventário dos grupos de pesquisa em atividade no Brasil, gerenciado pelo CNPq.

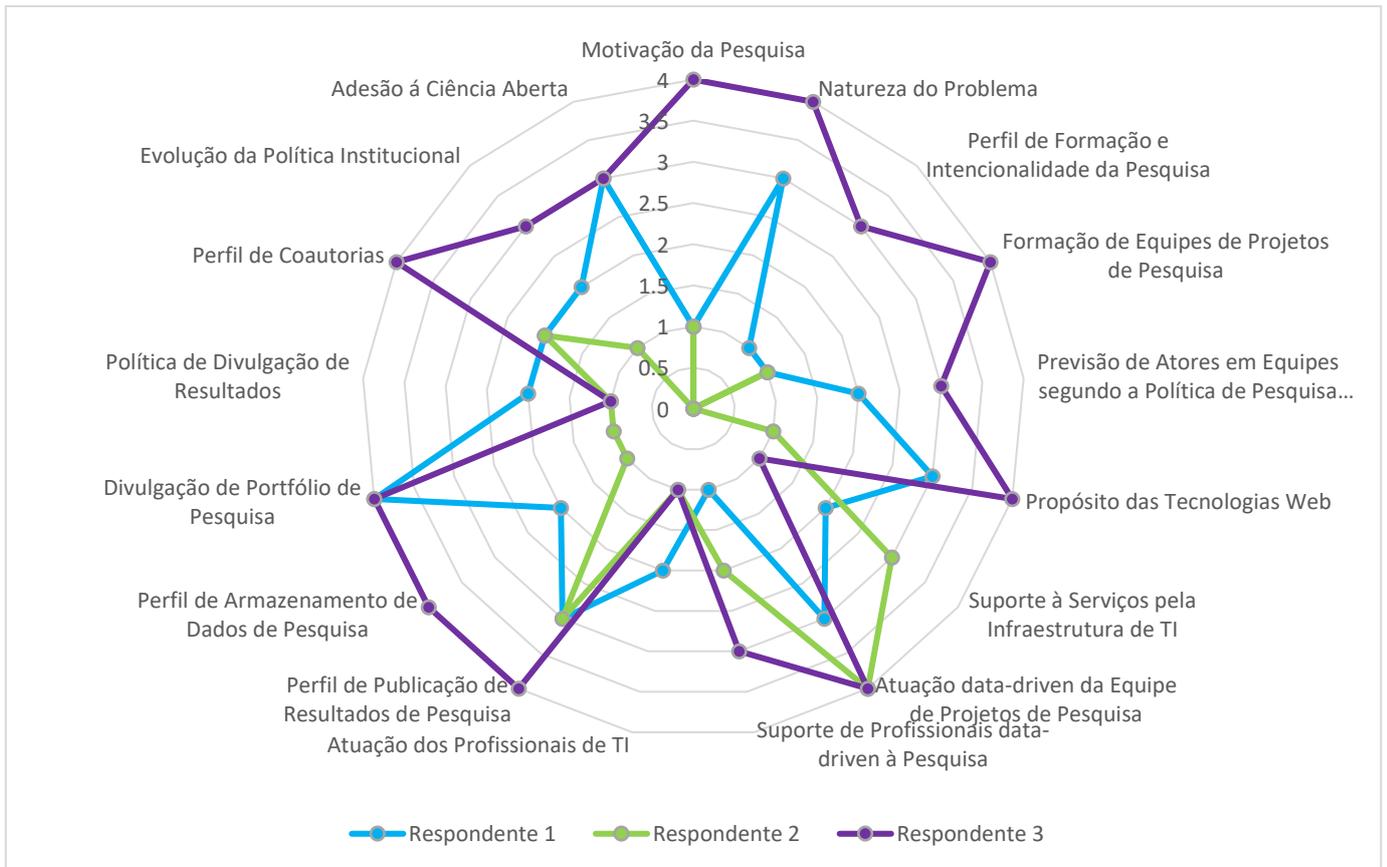
individualidade de cada pessoa, podem ser acentuadas pelas funções específicas de cada respondente que lhes confere pontos de vista também díspares.

Tabela 2 - Avaliação Geral por Respondente

		Respondente 1	Respondente 2	Respondente 3	Média
Transdisciplinaridade	CA 1	1	1	4	2
	CA 2	3	0	4	2.33
	CA 3	1	0	3	1.33
	CA 4	1	1	4	2
	CA 5	2	0	3	1.67
Tecnologia	CA 6	3	1	4	2.67
	CA 7	2	3	1	2
	CA 8	3	4	4	3.67
	CA 9	1	2	3	2
	CA 10	2	1	1	1.33
Cultura Openness	CA 11	3	3	4	3.33
	CA 12	2	1	4	2.33
	CA 13	4	1	4	3
	CA 14	2	1	1	1.33
	CA 15	2	2	4	2.67
	CA 16	2	1	3	2
	CA 17	3	0	3	2

Fonte: Autoria Própria.

Gráfico 3 - Avaliação dos Critérios de Análise por Respondente



Fonte: Autoria Própria.

É possível observar no Gráfico 3 que o Respondente 3 possui uma visão mais otimista acerca da aderência da IES à Ciência Digital. O Respondente 1, por sua vez, possui uma visão mais cética no que tange a este tema. O Respondente 2 considerou-se inapto, sem informações suficientes para responder sobre alguns critérios de análise.

6.2 ANÁLISE DA DIMENSÃO 1: TRANSDISCIPLINARIDADE

A dimensão TRANSDISCIPLINARIDADE recebeu as menores avaliações e a média geral, considerando os 5 critérios de análise, foi de 1,86 ponto. O Respondente 2 considerou, em 3 dos critérios avaliados, não dispor de informações necessárias para responder (Tabela 4) e isso impactou para a obtenção dessa menor média. Se desconsiderarmos essas respostas do Respondente 2, a média geral da dimensão sobe para 2,4 pontos.

Tabela 3 - Avaliação da TRANSDISCIPLINARIDADE por Respondente

Critério de Análise	Respondente 1	Respondente 2	Respondente 3	Média
Motivação da Pesquisa	1	1	4	2
Natureza do problema	3	0	4	2.33
Perfil de Formação e Intencionalidade da Pesquisa	1	0	3	1.33
Formação de Equipes de Projetos de Pesquisa	1	1	4	2
Previsão de Atores em Equipes segundo a Política de Pesquisa da IES	2	0	3	1.67

Fonte: Autoria Própria.

Os critérios de análise 1 e 4 receberam avaliações em extremos (Gráfico 5), ou seja, parte dos respondentes consideraram que a IES está no pior cenário possível em relação a estes critérios e análise e a outra parte dos respondentes considerou que a mesma IES está inserida no melhor cenário possível considerando estes mesmos critérios.

Em relação à MOTIVAÇÃO DA PESQUISA, dois respondentes percebem que os projetos de pesquisa, em geral, têm como ponto de partida o interesse dos próprios pesquisadores e não há participação externa nessa definição. Um respondente, ao contrário, considera que o ponto de partida dos projetos de pesquisa é, em geral, proveniente de demandas sociais e a comunidade externa participa dessa definição.

No que diz respeito à FORMAÇÃO DAS EQUIPES DE PROJETOS DE PESQUISA, dois respondentes consideram que estas não formadas somente por atores acadêmicos, sem nenhum envolvimento de atores não acadêmicos. Um respondente considera que estas equipes contam com atores acadêmicos e não acadêmicos, participando de etapas importantes, como coleta e análise dos dados, refinamento de objetivos e/ou disseminação dos resultados de pesquisa.

Essa heterogeneidade, considerando os extremos dos cenários possíveis, pode se dar pela visão de mundo de cada respondente. Neste sentido, respondentes que atuam diretamente em grupos de pesquisa, podem utilizar apenas estes grupos como referência e acabar por reduzir a aderência da IES à Ciência Digital à aderência destes grupos específicos à Ciência Digital.

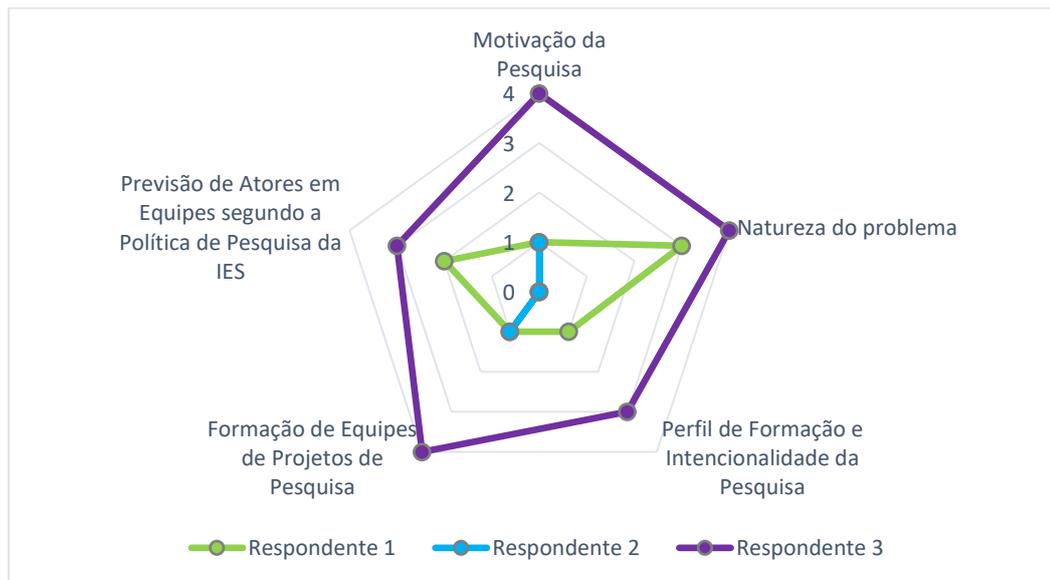
O critério de análise PERFIL DE FORMAÇÃO E INTENCIONALIDADE DA PESQUISA obteve a menor média (mesmo desconsiderando a avaliação do Respondente 2 que considerou não dispor de informações suficientes para responder). Na percepção do

Respondente 1, as equipes dos projetos são, em geral, compostas por pessoas com formação na mesma área e buscam, com suas pesquisas, avançar no conhecimento da área por meio de projetos aplicados.

Por outro lado, o Respondente 3 considera que, em geral, as equipes são compostas por atores oriundos de diferentes áreas de formação e trabalham juntos para a resolução de problemas práticos, bem como para o desenvolvimento de novos conhecimentos combinando seus saberes de origem.

Essa divergência de percepção pode, novamente, se dar pela referência tomada para responder o questionário: se um ou mais respondentes tomam como referência os grupos de pesquisa onde atuam, a realidade entre estes pode ser bastante distinta.

Gráfico 4 - Avaliação da Dimensão TRANSDISCIPLINARIDADE por Respondente



Fonte: Autoria Própria.

No que tange à NATUREZA DO PROBLEMA, considerando as pesquisas desenvolvidas na IES, segundo os respondentes, estes possuem complexidade média a alta e há indícios de que, de fato, existem grupos de pesquisa na IES atuando na resolução de Problemas Complexos. Considerando o processo de Transformação Digital das IES, este é um ponto positivo, visto que a atuação na resolução desses problemas requer equipes transdisciplinares. Aqui temos um indício de que, em algum nível, a IES avaliada está aberta à Transformação Digital da Pesquisa e já começa ser impactada por este fenômeno.

Por fim, em relação ao critério de análise PREVISÃO DE ATORES EM EQUIPES SEGUNDO A POLÍTICA DE PESQUISA DA IES, este obteve média de 2,5 pontos (desconsiderando a avaliação do Respondente 2, que não dispunha de informações suficientes para responder). Na percepção de Respondente 1, a Política de Pesquisa da IES prevê a participação de atores não acadêmicos em atividades iniciais do processo de pesquisa. Por outro lado, o Respondente 3 entende que a Política de Pesquisa da IES prevê que atores não acadêmicos participem não apenas em atividades iniciais, mas em atividades estratégicas da pesquisa. Nesse sentido, é possível que a Política de Pesquisa da IES não ofereça clareza quanto a este critério e precise ser revista. De todo modo, a esta política já considera a participação de atores não acadêmicos no processo de pesquisa e reconhece o benefício da colaboração entre estes e os atores acadêmicos em algum nível.

No Gráfico 5 é possível observar quão heterogêneas foram as análises dos respondentes e a discrepância de análise entre os Respondentes 1 e 2 e o Respondente 3.

6.3 ANÁLISE DA DIMENSÃO 2: TECNOLOGIA

A dimensão TECNOLOGIA foi avaliada com notas superiores em relação à dimensão TRANSDISCIPLINARIDADE e não houve nenhum respondente que se considerou inapto, sem informações necessárias para avaliar algum dos critérios de análise. Essa dimensão obteve média geral de 2,33 pontos (Tabela 5) e o critério de análise com maior pontuação foi ATUAÇÃO *DATA-DRIVEN* DA EQUIPE DE PROJETOS DE PESQUISA. Por sua vez, o critério de análise com menor pontuação foi ATUAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE TI.

Tabela 4 - Avaliação da TECNOLOGIA por Respondente

Critério de Análise	Respondente 1	Respondente 2	Respondente 3	Média
Propósito das Tecnologias Web	3	1	4	2.67

Suporte à Serviços pela Infraestrutura de TI	2	3	1	2
Atuação data-driven da Equipe de Projetos de Pesquisa	3	4	4	3.67
Suporte de Profissionais <i>data-driven</i> à Pesquisa	1	2	3	2
Atuação dos Profissionais de TI	2	1	1	1.33

Fonte: Autoria Própria.

No que tange à ATUAÇÃO *DATA-DRIVEN* DA EQUIPE DE PROJETOS DE PESQUISA, um respondente considera que estes são capazes de fazer análises complexas dos dados, fazendo uso de operações analíticas como filtragem, classificação, agregação, comparação, entre outras. Para outros dois respondentes, além dessas análises, as pessoas envolvidas em projetos de pesquisa são capazes também de construir narrativas e argumentos a partir dos dados.

Considerando os impactos da Transformação Digital na pesquisa das IES, é fundamental que os pesquisadores desenvolvam uma cultura orientada a dados. Nesse sentido, a literatura aponta que capacidades relacionadas ao letramento em dados contribuem para que as IES sejam transformadas digitalmente (AMICIS et al., 2019; MARJANOVIC et al., 2022) e ações voltadas ao letramento de dados devem compor a estratégia de Transformação Digital das IES (Ferrari et al., 2014; Handley, 2018; SLAVKOVIC et al., 2023).

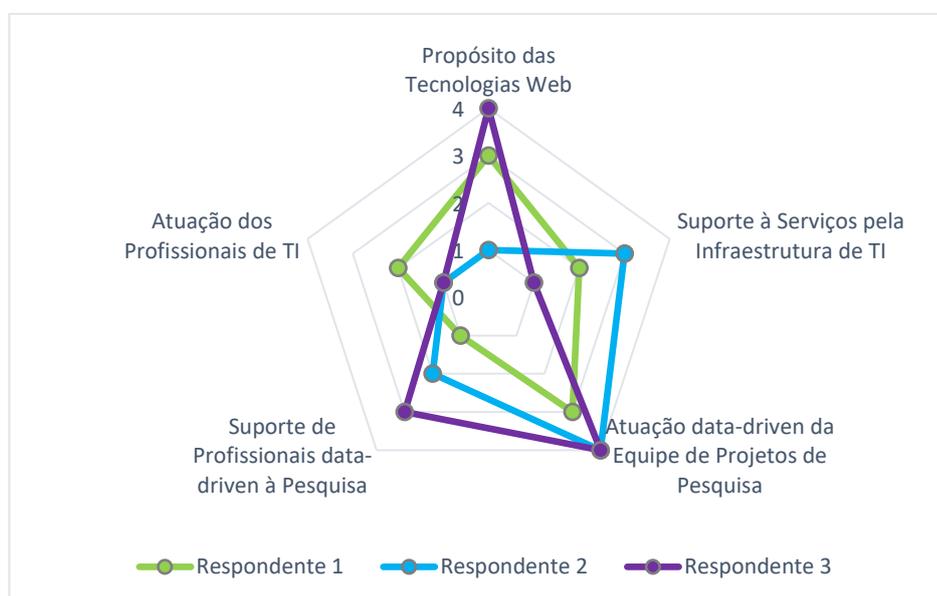
Quanto à ATUAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE TI, segundo dois respondentes, estes atuam basicamente na manutenção da infraestrutura de rede e serviços básicos da IES em questão. Para um respondente, esses profissionais atuam ainda no suporte à pesquisa a partir de demandas encaminhadas pela comunidade acadêmica. Nesse sentido, é possível observar que, quanto a este critério, a IES ainda se encontra em níveis básicos e há indícios de que os profissionais de TI não são consultados, tampouco engajados nas decisões estratégicas de Transformação Digital da IES e, portanto, não há um alinhamento entre capital humano especializado em tecnologia e estratégia da IES.

Sobre o critério de análise PROPÓSITO DAS TECNOLOGIAS *WEB*, é possível perceber que as avaliações foram consideravelmente heterogêneas. Nesse sentido, um respondente percebe que o uso de tecnologias *Web* pela IES visam principalmente a disponibilização de informações institucionais ao público e este é o menor nível que uma IES pode estar. Outro respondente considera que as tecnologias *Web* utilizadas

pela IES são integradas e se comunicam com outros órgãos governamentais e não governamentais, como Capes, CNPq, empresas parceiras, entre outros.

Nesse caso, é possível que, de fato, a infraestrutura tecnológica da IES já atue interoperando com órgãos externos, todavia esses serviços interoperáveis não estão sendo divulgados para a comunidade acadêmica, em geral. Se não há conhecimento acerca dos serviços e plataformas interoperáveis, estes estão sendo subutilizados e oportunidade de colaboração interinstitucional em projetos de pesquisa podem não estar sendo aproveitadas.

Gráfico 5 - Análise da Dimensão TECNOLOGIA por Respondente



Fonte: Autoria Própria.

No que tange ao SUPORTE À SERVIÇOS PELA INFRAESTRUTURA DE TI da IES e ao SUPORTE DE PROFISSIONAIS *DATA-DRIVEN* À PESQUISA, as respostas foram também dispersas e o motivo pode ser o mesmo citado anteriormente: falta de conhecimento da comunidade acadêmica acerca dos serviços de suporte por uma deficiência na divulgação.

O primeiro critério impacta diretamente na disponibilização ou não de plataformas colaborativas para pesquisa. A partir da análise dos respondentes, há indícios de que a IES não possui nenhum tipo de ambiente virtual integrado a ambientes virtuais externos à IES. Já em relação ao segundo, há indícios de que a IES não dispõe de profissionais *data-driven* (como bibliotecários, biblioteconomistas, cientistas de dados, cientistas da informação, entre outros) apoiando os

pesquisadores em todo o ciclo de vida da pesquisa e, nesse sentido, o desenvolvimento da cultura *data-driven* e o bom letramento em dados das equipes de pesquisa podem ser comprometidos.

6.4 ANÁLISE DA DIMENSÃO 3: CULTURA *OPENNESS*

A dimensão *CULTURA OPENNESS* obteve as maiores notas (Tabela 6), considerando as outras duas dimensões analisadas e o Respondente 2 se sentiu inapto, sem informações necessárias para avaliar um critério: ADESÃO À CIÊNCIA ABERTA. Essa dimensão obteve média geral de 2,5 pontos, desconsiderando a avaliação do Respondente 2 quando considerado inapto para avaliar o referido critério de análise. O critério de análise com maior pontuação foi PERFIL DE PUBLICAÇÃO DE RESULTADOS DE PESQUISA. Por sua vez, o critério de análise com menor pontuação foi POLÍTICA DE DIVULGAÇÃO DE RESULTADOS.

Tabela 5 - Avaliação da *CULTURA OPENNESS* por Respondente

Critério de Análise	Respondente 1	Respondente 2	Respondente 3	Média
Perfil de Publicação de Resultados de Pesquisa	3	3	4	3.33
Perfil de Armazenamento de Dados de Pesquisa	2	1	4	2.33
Divulgação do Portfólio de Pesquisa	4	1	4	3
Política de Divulgação de Resultados	2	1	1	1.33
Perfil de Coautoria	2	2	4	2.67
Evolução da Política Institucional	2	1	3	2
Adesão à Ciência Aberta	3	0	3	2

Fonte: Autoria Própria.

No que tange ao critério de análise PERFIL DE PUBLICAÇÃO DE RESULTADOS DE PESQUISA, dois respondentes consideraram que, em geral, os artigos e/ou livros contendo resultados das pesquisas desenvolvidas na IES são publicados sob acesso aberto e, paralelamente, disponibilizados em repositórios oficiais institucionais, sem restrições quanto a seu reuso. Um respondente entende que a IES vai além e, em geral, os resultados intermediários (pré-prints) e finais (artigos, livros, teses, dissertações, entre outros) de pesquisa são compartilhados em ambientes de acesso aberto, sem restrições quanto a seu reuso.

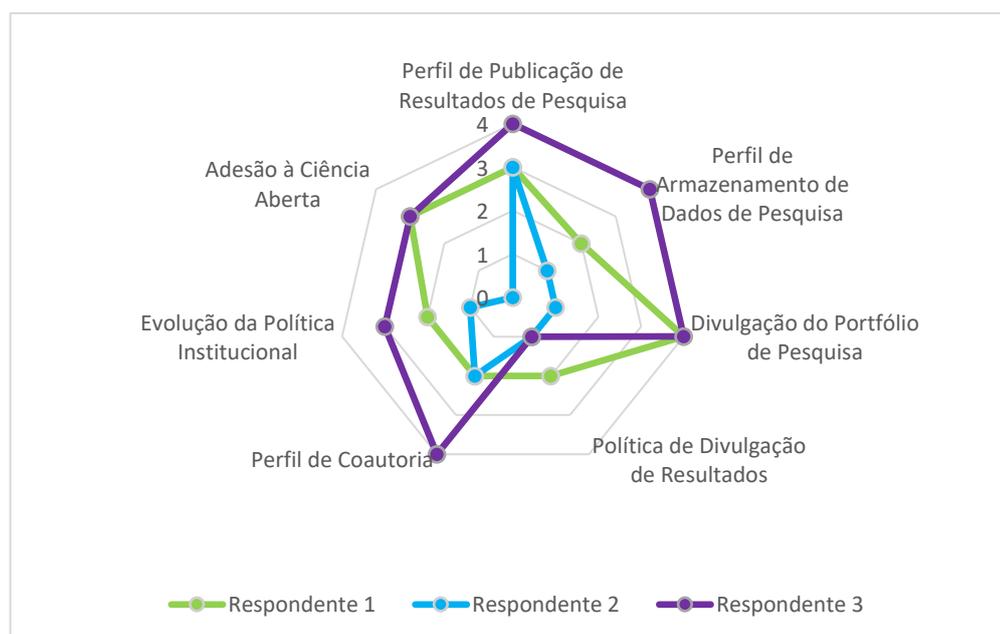
Considerando as percepções dos respondentes, existem indícios de que, de fato, a IES fomenta a publicação de resultados de pesquisa sob licença aberta e fornece alguma estrutura para isso.

Quando analisamos o critério PERFIL DE ARMAZENAMENTO DE DADOS DE PESQUISA, percebemos que os respondentes não consideram que esta tarefa, armazenamento de dados de pesquisa, esteja tão adiantada, quanto o critério anterior. De fato, na percepção do Respondente 2, em geral esses dados são armazenados localmente, dependendo da infraestrutura do próprio laboratório de pesquisa e/ou dos pesquisadores. Para o Respondente 1, esses dados são, normalmente, armazenados em repositórios privados em nuvem e são acessados apenas pela equipe envolvida na pesquisa. Por fim, o Respondente 3 avalia que os dados de pesquisa são, em geral, armazenados em repositório de dados abertos e disponibilizados sob licença aberta ao público em geral.

Essa heterogeneidade nas percepções dos respondentes pode se dar por estes considerarem a realidade que vivem em seus grupos de pesquisa ou Departamentos onde atuam. De modo geral,

Analisando o critério DIVULGAÇÃO DE PORTFÓLIO DE PESQUISA, um respondente considerou não ter informações suficientes para responder adequadamente à questão. Por outro lado, dois respondentes avaliam que a comunidade externa, acadêmica ou não acadêmica, tem conhecimento do portfólio de pesquisa divulgado pela IES em diferentes mídias. Há indícios, portanto, que a IES possui ações já consolidadas no que tange à divulgação de seu portfólio de pesquisa e, no contexto da Cultura *Openness*, isto colabora para que o objetivo central da Escola Democrática seja alcançado (FECHER; FRIESIKE, 2014).

Gráfico 6 - Análise da Dimensão CIÊNCIA ABERTA/CULTURA OPENNESS por Respondente



Fonte: Autoria Própria.

Em relação ao critério de análise POLÍTICA DE DIVULGAÇÃO DE RESULTADOS, dois respondentes consideraram não ter informações suficientes para responder à questão. O Respondente 1 considera que a IES não possui uma ação institucional consolidada de divulgação dos resultados das pesquisas e delega esta tarefa aos próprios pesquisadores e autores dos documentos finais.

Aqui percebemos uma fragilidade na IES, visto que, embora esta possua ações consolidadas de divulgação de seu portfólio de pesquisa, o resultado concreto não é institucionalmente divulgado e fica à critério dos próprios pesquisadores. A comunidade não acadêmica pode até ter conhecimento do que tem sido pesquisado pela IES, mas, neste contexto, pode não ter conhecimento dos resultados e, de fato, estes são os que podem gerar valor social.

No que tange ao critério de análise PERFIL DE COAUTORIA, dois respondentes consideram que as pesquisas da IES que ganham notoriedade externa são publicadas em trabalhos de um ou mais autores, setorizados por contribuição específica de cada área, ou seja, existe coautoria entre pesquisadores de uma mesma área. O Respondente 3 considera que esses trabalhos são publicados por múltiplos autores com síntese e proposições de novos conhecimentos multi/interdisciplinares.

Sobre o critério de análise EVOLUÇÃO DA POLÍTICA INSTITUCIONAL, os três respondentes percebem a atuação da IES neste quesito de forma diferente, isto é, um

respondente considera não haver mudanças significativas na política de pesquisa da IES na última década, outro respondente considera que a política institucional passou por adequações, considerando as mudanças na entrega dos resultados de pesquisa no que tange à publicação em acesso aberto e o último respondente considera que a política de pesquisa sofreu mudanças significativas, considerando as mudanças observadas em todo o processo científico no que tange ao compartilhamento de resultados intermediários e finais da pesquisa.

Por fim, analisando o critério ADESÃO À CIÊNCIA ABERTA, um respondente não se sentiu apto para responder à questão por falta de informações e os outros dois respondentes consideram que a IES institucionalizou a Ciência Aberta em níveis estratégicos e que houve total adesão por Programas de Pós-graduação e seus respectivos grupos de pesquisa.

É possível perceber que pode haver uma percepção equivocada acerca do que seja a Ciência Aberta, uma vez que, avaliando os demais critérios de análise de forma intermediária, não se esperava obter o nível mais alto da escala neste último quesito. Isso pode acontecer considerando a falta de definição consensual deste constructo na literatura, conforme afirmam diversos autores (FECHER; FRIESIKE, 2014; ALBAGLI, 2015; VICENTE-SAEZ; MARTINEZ-FUENTES, 2018; ARABITO; PITRELLI, 2015; KRAKER et al., 2011; WUTTKE; GEBERT, 2021). Se a IES considera que Ciência Aberta se resume em publicação de resultados finais de pesquisa em periódicos de acesso aberto, faz sentido que esta avaliação alcance o nível mais elevado da escala. Todavia, é importante que este conceito seja ampliado, visto que a Ciência Aberta deve impactar todas as etapas do processo de pesquisa.

7 CONCLUSÕES

Esta tese teve como objetivo desenvolver um instrumento de análise da aderência das IES brasileiras à Ciência Digital, considerando a literatura já existente acerca do constructo, bem como as especificidades das Instituições de Ensino Superior no contexto brasileiro.

7.1 QUANTO AO CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS DA TESE

Inicialmente apresentamos alguns objetivos específicos que nos permitiriam atender ao objetivo geral da tese. O primeiro objetivo específico, “Definir e caracterizar a *Ciência Digital* como resultado da Transformação Digital da Ciência”. Ao longo da subseção 2.3 deste documento, trouxemos a definição da literatura sobre Transformação Digital e definimos a Ciência Digital como fenômeno resultante da Transformação Digital na Pesquisa de uma IES. É importante ressaltar ainda que o constructo foi apresentado também a partir de seus antecedentes, isto é, constructos que evoluíram ao longo do tempo e levaram ao surgimento da Ciência Digital: Acesso Aberto e Ciência Aberta.

O segundo objetivo específico, “Identificar, na literatura, as dimensões e fatores que compõem o sistema da Ciência Digital” teve como resultado o descritivo das subseções 2.3.1.1, 2.3.1.2 e 2.3.1.3. O estado da arte, apresentado na seção 3 deste documento, também contribuiu para que este levantamento fosse consolidado. A literatura aponta que a Ciência Digital, como resultado da Transformação Digital na atividade de Pesquisa, tem como pilares a tecnologia, a transdisciplinaridade e a cultura *openness*. Estas dimensões vão ao encontro das dimensões apontadas pela literatura da Transformação Digital, como fenômeno macro: tecnológica, organizacional e social (LIU; CHEN; CHOU, 2011; FITZGERALD et al., 2013; REIS et al., 2018; LIERE-NETHELER; PACKMOHR; VOGELSANG, 2018; MERGEL; EDELMAN; HAUG, 2019). Levantamos 11 fatores e 17 critérios de análise associados a estas dimensões. Este levantamento foi fundamental, uma vez que foi a base do instrumento de análise desenvolvido nesta pesquisa.

O terceiro objetivo específico, “Relacionar as dimensões e fatores da Ciência Digital ao contexto das IES brasileiras, culminando em um instrumento de análise do estado atual dessas instituições”, foi alcançado e apresentado na seção 5. Nesta

seção apresentamos também o próprio instrumento de análise, o IAA/CD, com as questões associadas aos critérios de análise.

Por fim, para alcançar o quarto objetivo específico, “Validar o instrumento de avaliação com especialista do domínio”, o instrumento de análise foi submetido à avaliação de um especialista de domínio, que fez algumas considerações acerca de sua primeira versão. Posteriormente este instrumento de análise foi aplicado, contando com 3 pessoas de uma mesma IES ligadas à pesquisa e teve sua aplicabilidade verificada.

7.2 QUANTO AO IAA/CD

O IAA/CD tem suas bases na literatura de Transformação Digital para justificar suas dimensões de análise e nas literaturas específicas de cada dimensão em uma IES (a saber, Transdisciplinaridade, Cultura *Openness* e Tecnologia). Como tal, este instrumento pode ser evoluído ou mesmo dar lugar a três instrumentos de análise distintos quando se considera a complexidade de cada uma dessas dimensões em ambiente acadêmico. Nesse sentido, ao longo da tese, precisamos fazer algumas escolhas e, por isso, as dimensões definidas nesta pesquisa consideraram as dimensões gerais apresentadas pela literatura de Transformação Digital: tecnológica, organizacional e social.

Além disso, idealmente, o IAA/CD deveria ter sido aplicado em pelo menos três IES com diferentes condições de aderência à Ciência Digital (i.e., com Transformação Digital realizada, com Transformação Digital em curso e sem Transformação Digital na Pesquisa). Contudo, por limitações temporais, o instrumento foi aplicado em três níveis de gestão de uma mesma IES que não possui política institucional de Transformação Digital na Pesquisa. Isso se refletiu na compreensão dos fatores e nos resultados da análise feita sobre as respostas ao instrumento.

De todo modo, o IAA/CD mostrou-se abrangente, cobrindo pontos essenciais da Transformação Digital na Pesquisa, conforme atestado pelo especialista de domínio que verificou o instrumento.

Na aplicação do IAA/CD junto às pessoas ligadas à estratégia da IES, foi possível observar certa heterogeneidade na forma como cada pessoa percebe a IES no que tange a cada critério de análise. Isso pode se dar por fatores como: entendimento divergente acerca de determinado constructo (ainda que o instrumento de análise fornecesse definição das dimensões e fatores analisados), resposta ao instrumento de análise considerando sua visão de mundo (isto é, seu grupo de pesquisa, seu Programa de Pós-graduação, entre outros) e falta de conhecimento da real situação da IES acerca de cada critério de análise.

Sobre este último ponto, é importante ressaltar que pessoas vinculadas à estratégia de pesquisa da IES deveriam ter uma visão macro dos impactos da Transformação Digital neste pilar. Conforme ressaltam Alenezi e Akour (2023), a estratégia de Transformação Digital deve ser explicitada e causar mudanças significativas na missão, visão e na própria política da IES, trazendo visibilidade à estratégia e aos processos que a IES considera fundamentais para consolidação da Ciência Digital.

O IAA/CD foi aplicado em uma IES federal brasileira de grande porte, com intensa atuação na área da pesquisa e buscou captar a percepção de cada respondente, considerando cada critério de análise que compõe o instrumento.

O Respondente 2 considerou-se inapto para responder 4 questões referentes aos critérios analisados por não dispor de informações necessárias. Os demais respondentes responderam a todos os critérios de análise do IAA/CD. Desconsiderando a pontuação dos critérios em que o Respondente 2 se considerou inapto para responder, a dimensão *TECNOLOGIA* obteve a menor média final: 2,33. A dimensão *CULTURA OPENNESS* obteve a maior média geral: 2,5 e a dimensão *TRANSDISCIPLINARIDADE* obteve média 2,4.

A aplicação do IAA/CD mostra que, no que tange à aderência à Transformação Digital pela IES, esta se encontra em níveis intermediários e existem pontos divergentes a serem melhor analisados, por exemplo: embora a dimensão *CULTURA OPENNESS* tenha sido avaliada de forma intermediária, dois respondentes consideram que houve total adesão na IES às diretrizes da Ciência Aberta.

7.3 QUANTO AOS TRABALHOS FUTUROS

Como trabalho futuro, sugerimos que haja uma fase anterior e posterior ao questionário. A fase anterior teria como objetivo alinhar os constructos entre os respondentes, bem como enfatizar que o IAA/CD deve ser respondido considerando o todo da IES, não alguma realidade específica. No IAA/CD isto foi feito por meio de uma explanação das dimensões e fatores antes de se abordar os critérios de análise, todavia, considerando que pessoas de diferentes áreas de conhecimento devam responder ao IAA/CD, é possível que isto não seja suficiente.

A fase posterior ao questionário seria uma espécie de *workshop*, onde os respondentes discutiriam suas respostas e um questionário comum seria respondido. Dessa forma poderia se ter, além da percepção individual de cada respondente, a visão conjunta e alinhada destes.

Sugerimos ainda a ampliação do IAA/CD, de modo que este possa ser aplicado em todos os níveis da IES: estratégico, tático e operacional. O ideal é que o IAA/CD analise as mesmas dimensões, fatores e critérios de análise, todavia a forma como as perguntas deverão ser construídas deve ser adaptada à visão que as pessoas em cada nível organizacional possuem, por exemplo: se analisarmos a dimensão tecnologia, o nível estratégico deve ser avaliado sobre como esta dimensão está sendo considerada nas ações estratégicas e nas próprias políticas institucionais; o nível tático deve ser avaliado quanto à questões como infraestrutura tecnológica e capacitação de profissionais de TI; e, por fim, o nível operacional deve ser avaliado quanto à capacidade de uso das tecnologias disponibilizadas pela IES.

Além disso, seria de grande valia se o IAA/CD pudesse evoluir com o tempo, passando de um instrumento descritivo, para um instrumento prescritivo, apresentando à IES um conjunto de ações ou diretrizes para que esta alcance níveis mais altos em cada critério, fator e dimensão, conseqüentemente. Por fim, fazendo uso de métodos e ferramentas de Inteligência Artificial e *Big Data*, o IAA/CD poderia se tornar uma ferramenta preditiva para a alta gestão da IES, indicando modelos estratégicos que poderiam ser mais bem aceitos na IES a fim de que esta cresça na aderência à Ciência Digital.

REFERÊNCIAS

- AALBERSBERG, I. J.; ATZENI, S.; KOERS, H.; SPECKER, B.; ZUDILOVA-SEINSTRA, E. Bringing Digital Science Deep Inside the Scientific Article: the Elsevier Article of the Future Project. **Liber Quarterly**, v. 23, n. 4, p. 274-299, 2014.
- AGARWAL, R. et al. Research commentary—The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. **Information systems research**, v. 21, n. 4, p. 796-809, 2010.
- ALBAGLI, S. Ciência aberta em questão. **Ciência aberta, questões abertas**. Brasília: IBICT, p. 9-25, 2015.
- ALBAGLI, S.; CLINIO, A.; RAYCHTOCK, S. Ciência Aberta: correntes interpretativas e tipos de ação | Open Science: interpretive trends and types of action. **Liinc em Revista**, v. 10, n. 2, p. 434-450, 2014.
- ALENEZI, M. Deep dive into digital transformation in higher education institutions. **Education Sciences**, v. 11, n. 12, p. 770, 2021.
- ALTURKI, A.; GABLE, G. G.; BANDARA, W. A design science research roadmap. In: International Conference on Service-oriented Perspectives in Design Science Research, 6., 2011, Milwaukee. **Proceedings[...]** Milwaukee: Springer, 2011.
- ARABITO, S.; PITRELLI, N. Open Science training and education: challenges and difficulties on the researchers' side and in public engagement. **Journal of Science Communication**, v. 14, n. 4, 2015.
- ARAÚJO, A. C. M., GOUVEIA, L. B. Uma revisão sobre os princípios da teoria geral dos sistemas. **Estação Científica**, n 16, 2016.
- ATAMANCZUK, M. J.; SIATKOWSKI, A. Indústria 4.0: O panorama da publicação sobre a quarta revolução industrial no portal spell. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies**, v. 11, n. 3, p. 281-304, 2019.
- BARTLING, Sönke; FRIESIKE, Sascha. Towards another scientific revolution. In: _____ (eds). **Opening science: the evolving guide on how the internet is changing research, collaboration and scholarly publishing**. New York: Springer, 2014. p. 3-15.
- BASKERVILLE, R.; PRIES-HEJE, J.; VENABLE, J. Soft design science methodology. In: International Conference on Service-oriented Perspectives in Design Science Research, 4., 2009, Malvern. **Proceedings [...]** Malvern: ACM, 2009.
- BECKERS, S. F. M.; VAN DOORN, J.; VERHOEF, P. C. Good, better, engaged? The effect of company-initiated customer engagement behavior on shareholder value. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 46, p. 366-383, 2018.

BENAVIDES, L. M. C. et al. Digital transformation in higher education institutions: A systematic literature review. **Sensors**, v. 20, n. 11, p. 3291, 2020.

BERGHAUS, A.; BACK, A. Stages in digital business transformation: results of an empirical maturity study. In: Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS), Corfu. **Proceedings [...]** Cyprus: 2016. p. 1-17. Disponível em: <<https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1022&context=mcis2016>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1977.

BJÖRK, B. C.; WELLING, P.; LAAKSO, M.; MAJLENDER, P.; HEDLUND, T.; GUDNASON, G. Open access to the scientific journal literature: situation 2009. **PloS one**, v. 5, n. 6, p. 1-9, 2010.

BLIZKIY, R. S.; MALINENKO, V. E.; LEBEDINSKAYA, Y. S. Iterations of Digital Transformation of Human Capital in the Development of Economic Growth Drivers. In: **Socio-economic systems: paradigms for the future**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 1319-1328.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2022.

BRASIL. Padrões de interoperabilidade de governo eletrônico: guia de interoperabilidade. Brasília, MP, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/governanca-de-dados/Guia_de_Interoperabilidade_Manual_do_Gestor_2012.pdf>. Acesso em 27 jan 2023.

BUNGE, M. **Epistemologia**. São Paulo: TA Queiroz, 1980.

BUNGE, M. **Treatise on Basic Philosophy**: Volume 6: Epistemology & Methodology II: Understanding the World. Springer Science & Business Media, 1983.

CARNEIRO, Roberto. Transforming universities. In: EHLERS; SCHNECKENBERG (eds.). **Changing cultures in higher education**: moving ahead to future learning. New York: Springer, 2010. p. 55-67.

CHAIN, A. et al. **e-gov.br**: a próxima revolução brasileira. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 3ª Edição. S. Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1983.

CLINIO, A. Ciência aberta na América Latina: duas perspectivas em disputa. **Transinformação**, v. 31, 2019.

COLE, R.; PURAO, S.; ROSSI, M.; SEIN, M. Being proactive: where action research meets design research. In: International Conference On Information System, 26., 2005, Las Vegas. **Proceedings[...]** 2005.

COMISSÃO EUROPÉIA (EC). **Digital science in horizon 2020**. 2013. Disponível em: <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=2124>. Acesso em: 27 set. 2019.

COMISSÃO EUROPÉIA (EC). **Open innovation, open science, open to the world: a vision for Europe**. Brussels: European Commission, 2016. Disponível em: <<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3213b335-1cbc-11e6-ba9a-01aa75ed71a1>>. Acesso em: 17 set. 2019.

COMISSÃO EUROPÉIA (EC). **Open science monitor**. 2019. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/knowledge_publications_tools_and_data/documents/open_science_monitor_methodological_note_april_2019.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2022.

CUPANI, A. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. **Scientiae Studia**, v. 2, n. 4, p. 493-518, 2004.

CUPANI, A. La peculiaridad del conocimiento tecnológico. **Scientiae Studia**, v. 4, n. 3, p. 353-371, 2006.

D'IGNAZIO, C.; BHARGAVA, R. Approaches to building big data literacy. In: **Bloomberg Data for Good Exchange**. New York: 2015. Disponível em: <https://dam-prod2.media.mit.edu/x/2016/10/20/Edu_D'Ignazio_52.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2023.

DELEN; ZOLBANIN, Dursun; ZOLBANIN, Hamed M. The analytics paradigm in business research. **Journal of Business Research**, v. 90, p. 186-195, 2018.

DESHPANDE, P. S.; SHARMA, S. C.; PEDDOJU, S. K. Predictive and prescriptive analytics in big-data era. **Security and data storage aspect in cloud computing**, p. 71-81, 2019.

DIBIASE, D. Freeing CP: GIS&T and NACIS in the open educational resources movement. **Cartographic Perspectives**, n. 64, p. 5-20, 2009.

DONEVA, R.; GAFTANDZHIEVA, S.; TOTKOV, G. Digital maturity model for Bulgarian higher education institutions. In: **EDULEARN19 Proceedings**. IATED, 2019. p. 6111-6120.

DOUGHERTY, D.; DUNNE, D. D. Digital science and knowledge boundaries in complex innovation. **Organization Science**, v. 23, n. 5, p. 1467-1484, 2012.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DUREK, V.; KADOIC, N.; DOBROVIC, Z.. Digital maturity of higher education institution: A meta model of the analytical network process (ANP) and decision expert (DEX). In: **Proceedings of Central European Conference on Information and Intelligent Systems 2018**. Fakultet organizacije i informatike, Sveučilište u Zagrebu, 2018. p. 223-230.

DUREK, V.; KADOIC, N.; REDEP, N. B. Assessing the digital maturity level of higher education institutions. In: **2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)**. IEEE, 2018. p. 0671-0676.

DUREK, V.; REDEP, N. B.; DIVJAK, B. Digital maturity framework for higher education institutions. In: **Central European Conference on Information and Intelligent Systems**. Faculty of Organization and Informatics Varazdin, 2017. p. 99-106.

EEKELS, J.; ROOZENBURG, N. F. M. A methodological comparison of the structures of scientific research and engineering design: their similarities and differences. **Design studies**, v. 12, n. 4, p. 197-203, 1991.

EEKELS, J.; ROOZENBURG, N. F. M. A methodological comparison of the structures of scientific research and engineering design: their similarities and differences. **Design studies**, v. 12, n. 4, p. 197-203, 1991.

EISFELD-RESCHKE, J.; HERB, U.; WENZLAFF, K. Research funding in open science. In: BARTLING, S.; FRIESIKE, S. (ed.). **Opening science**: the evolving guide on how the internet is changing research, collaboration and scholarly publishing. New York: Springer, 2014. p. 237-253.

FECHER, B.; FRIESIKE, S. Open science: one term, five schools of thought. In: BARTLING, S.; FRIESIKE, S. (Eds.). **Opening science**: the evolving guide on how the internet is changing research, collaboration and scholarly publishing. New York: Springer, 2014. p. 17-47.

FITZGERALD, M.; KRUSCHWITZ, N.; BONNET, D.; WELCH, M. Embracing digital technology: A new strategic imperative. **MIT sloan management review**, v. 55, n. 2, p. 1, 2014.

FREITAS JUNIOR, V.; GONÇALVES, A. L. Ontologias como suporte à avaliação enquanto tarefa intensiva em conhecimento: uma revisão bibliométrica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 19, n. 3, p. 223-241, 2014.

FRODEMAN, R. Transdisciplinarity as sustainability. In: **Transdisciplinary Sustainability Studies**. Routledge, 2014. p. 210-225.

GALLAGHER, R. V. et al. Open Science principles for accelerating trait-based science across the Tree of Life. **Nature ecology & evolution**, v. 4, n. 3, p. 294-303, 2020.

GARCÍA-MORALES, V. J.; GARRIDO-MORENO, A.; MARTÍN-ROJAS, R. The transformation of higher education after the COVID disruption: emerging challenges in an online learning scenario. **Frontiers in psychology**, v. 12, p. 1-6, 2021.

GENSLER, S.; NESLIN, S. A.; VERHOEF, P. C. The showrooming phenomenon: it's more than just about price. **Journal of Interactive Marketing**, v. 38, n. 1, p. 29-43, 2017.

GKRIMPIZI, T.; PERISTERAS, V. Barriers to digital transformation in higher education institutions. In: International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (ICEGOV), Guimarães. **Proceedings [...]**. Guimarães: Association for Computing Machinery, 2022. p. 154-160.

GLOUBERMAN, S.; ZIMMERMAN, B. **Complicated and complex systems**: what would successful reform of Medicare look like?. 2002. Disponível em : < https://www.researchgate.net/profile/Sholom-Glouberman/publication/265240426_Complicated_and_Complex_Systems_What_Would_Successful_Reform_of_Medicare_Look_Like/links/548604670cf268d28f044afd/Complicated-and-Complex-Systems-What-Would-Successful-Reform-of-Medicare-Look-Like.pdf >. Acesso em: 17 jan. 2023

GOBBLE, MaryAnne M. Digital strategy and digital transformation. **Research-Technology Management**, v. 61, n. 5, p. 66-71, 2018.

GRAY, J.; RUMPE, B. Models for the digital transformation. **Software & Systems Modeling**, v. 16, p. 307-308, 2017.

GREGOR, S.; JONES, D. The anatomy of a design theory. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 8, n. 5, p. 312-335, 2007.

HANELT, A.; BOHNSACK, R.; MARZ, D.; MARANTE, C. A. A systematic review of the literature on digital transformation: Insights and implications for strategy and organizational change. **Journal of Management Studies**, v. 58, n. 5, p. 1159-1197, 2021.

- HEILIG, L.; SCHWARZE, S.; VOSS, S. Intelligent decision support and big data for logistics and supply chain management. In: Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Hawaii. **Proceedings [...]** Hawaii: 2017. p. 1341-1350. Disponível em: <<https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1198&context=hicss-50>>. Acesso em: 21 jul. 2023.
- HESS, C.; OSTROM, E. Introduction: an overview of the knowledge commons. In: OSTROM, E.; HESS, C. (Eds.). **Understanding knowledge as a Commons: from theory to practice**. Cambridge: MIT Press, 2007. p. 3-26.
- HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design science in information systems research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.
- IGNAT, T.; AYRIS, P. Built to last! Embedding open science principles and practice into European universities. **Insights: the UKSG journal**, v. 33, n. 1, 2021.
- JENSENIUS, A. R. **Open research vs open science**. 2018. Disponível em: <<http://www.arj.no/2018/12/22/open-research-vs-open-science/>>. Acesso em: 17 set. 2019.
- KANNAN, P. K.; LI, H. A. Digital marketing: A framework, review and research agenda. **International journal of research in marketing**, v. 34, n. 1, p. 22-45, 2017.
- KENSKI, Vani Moreira; MEDEIROS, Rosângela Araújo; ORDÉAS, Jean. Higher education in times mediated by digital technologies. **Trabalho & Educação [Internet]**, v. 21, n. 28, p. 1, 2019.
- KNELLER, G. F. **A Ciência como Atividade Humana**. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.
- KUHN, T. S.; STERNFELD, R. The structure of scientific revolutions. **The Physics Teacher**, v. 8, n. 2, p. 96-98, 1970.
- LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & produção**, v. 20, p. 741-761, 2013.
- LAMBERTON, C.; STEPHEN, A. T. A thematic exploration of digital, social media, and mobile marketing: research evolution from 2000 to 2015 and an agenda for future inquiry. **Journal of marketing**, v. 80, n. 6, p. 146-172, 2016.
- LARGO, F. L. La biblioteca universitaria como difusor de la innovación educativa. estrategia y política institucional de la universidad de Alicante. **ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura**, v. 187, n. Extra 3, p. 89-100, 2011.
- LAWRENCE, M. G. et al. Characteristics, potentials, and challenges of transdisciplinary research. **One Earth**, v. 5, n. 1, p. 44-61, 2022.

LEAGUE OF EUROPEAN RESEARCH UNIVERSITIES (LERU). **Open Science and its role in universities**: a roadmap for cultural change. 2020. Disponível em: <<https://www.leru.org/files/LERU-AP24-Open-Science-full-paper.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

LIERE-NETHELER, K.; PACKMOHR, S.; VOGELSANG, K. Drivers of digital transformation in manufacturing. In: Hawaii International Conference on System Sciences, 51., 2018, Big Island. **Proceedings [...]** Big Island: AIS eLibrary, 2018. p. 3926-3935.

LIU, D. Y.; CHEN, S. W.; CHOU, T. C. Resource fit in digital transformation: Lessons learned from the CBC Bank global e-banking project. **Management Decision**, v. 49, p. 1728-1742, 2011.

MAJCHRZAK, A.; MALHOTRA, A. Towards an information systems perspective and research agenda on crowdsourcing for innovation. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 22, n. 4, p. 257-268, 2013.

MAJCHRZAK, A.; MARKUS, M. L.; WAREHAM, J. Designing for digital transformation. **MIS quarterly**, v. 40, n. 2, p. 267-278, 2016.

MANSON, N. J. Is operations research really research?. **Orion**, v. 22, n. 2, p. 155-180, 2006.

McKIE, D. The Scientific Periodicals from 1665 to 1789. In: MEADOWS, A. J. (Ed.). **The Scientific Journal**. London: ASLIB, 1979.

MEADOWS, J. **Communication in science**. England: Butterworth & Co. Ltd, 1974.

MEIJER, A. Co-production in an information age: Individual and community engagement supported by new media. **VOLUNTAS: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations**, v. 23, p. 1156-1172, 2012.

MERGEL, I. Digital service teams: Challenges and recommendations for government. 2017. Disponível em: <<http://www.businessofgovernment.org/sites/default/files/Digital%20Service%20Teams%20-%20Challenges%20and%20Recommendations%20for%20Government.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2019.

MERGEL, I.; EDELMANN, N.; HAUG, N. Defining digital transformation: Results from expert interviews. **Government information quarterly**, v. 36, n. 4, p. 1-16, 2019.

MITCHAM, C. **Thinking through technology**: the path between engineering and philosophy. Chicago: University of Chicago Press, 1994.

MOITA, F. M. G. S. C.; ANDRADE, F. C. B. Ensino-pesquisa-extensão: um exercício de indissociabilidade na pós-graduação. **Revista brasileira de educação**, v. 14, n. 41, p. 269-280, 2009.

MOORE, G. The phenomenon of openness. **Idea&s: the arts & science review**, v. 4, n. 2, p. 28-32.

MORIN, E. **Cultura de massas no século XX**: o espírito do tempo. Riode Janeiro: Forense-Universitária, 1977.

MUNAFÒ, M. R. et al. A manifesto for reproducible science. **Nature human behaviour**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2017.

NADKARNI, S.; PRÜGL, R. Digital transformation: a review, synthesis and opportunities for future research. **Management Review Quarterly**, v. 71, p. 233-341, 2021.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NSF). Cyberinfrastructure vision for 21st century discovery. 2007. Disponível em: <<https://www.nsf.gov/pubs/2007/nsf0728/nsf0728.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2022.

NUNAMAKER, J. R.; CHEN, M.; PURDIN, T. D. M. Systems development in information systems research. **Journal of management information systems**, v. 7, n. 3, p. 89-106, 1990.

OECD. Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. Paris, 2019. Disponível em: <<https://read.oecd.org/10.1787/9789264311992-en?format=pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

OECD. **Recommendation of the council on digital government strategies**. 2014. Disponível em: <<http://www.oecd.org/gov/digital-government/Recommendation-digital-government-strategies.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2019.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas de informações gerenciais**: estratégias, táticas, operacionais. 8.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

OSMUNDSEN, K.; IDEN, J.; BYGSTAD, B. Digital transformation: drivers, success factors, and implications. In: Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS), Corfu. **Proceedings [...]** Corfu: 2018. p. 1-15. Disponível em: <<https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1004&context=mcis2018>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

OSTROM, E. A behavioral approach to the rational choice theory of collective action: Presidential address, American Political Science Association, 1997. **American political science review**, v. 92, n. 1, p. 1-22, 1998.

OSTROM, E. Crossing the great divide: coproduction, synergy, and development. **World development**, v. 24, n. 6, p. 1073-1087, 1996.

OSTROM, E. **Governing the commons: The evolution of institutions for collective action**. Cambridge university press, 1990.

PACHECO, R. C. S.; FERNANDES, V. Ciência digital e democratização do conhecimento. In: ANDREOLI, C. V.; TORRES, P. L. (org.). **Ciência, inovação e ética: tecendo redes e conexões para a sustentabilidade**. Curitiba: SENAR AR-PR., 2021. p. 79-104. Disponível em: <https://senar-es.org.br/data/filemanager/uploads/Professor_Sustentabilidade_compressed_compressed_compressed.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2022.

PACHECO, R. C. S.; SANTOS, N.; WAHRHAFTIG, R. Transformação Digital na Educação Superior: modos e impactos na universidade. **Revista Nuvem**, v. 12, n. 27, p. 94-128, 2020.

PACHECO, R. C. S; R NASCIMENTO, E.; WEBER, R. O. Digital science: cyberinfrastructure, e-Science and citizen science. **Knowledge Management in Digital Change: New Findings and Practical Cases**, p. 377-388, 2018.

PACHECO, R. Coprodução em Ciência, tecnologia e inovação: fundamentos e visões. In: PEDRO, J. M.; FREIRE, P. S. (org.). **Interdisciplinaridade: Universidade e Inovação Social e Tecnológica**. Curitiba: CRV, 2016.p. 21-62.

PAN, S. et al. Digital interoperability and transformation in logistics and supply chain management. **Computers in Industry**, v. 129, p. 103462, 2021.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, A.; CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

POHL, C. What is progress in transdisciplinary research?. **Futures**, v. 43, n. 6, p. 618-626, 2011.

PONTIKA, Nancy et al. Fostering open science to research using a taxonomy and an eLearning portal. In: **International conference on knowledge technologies and data-driven business (i-KNOW)**, Graz. **Proceedings [...]** Graz: Association for Computing Machinery, 2015. p. 1-8.

REDEP, N. B. et al. Framework for digitally mature schools. In: **EDEN Conference Proceedings**. 2017. p. 360-371.

REIS, J. et al. Digital transformation: a literature review and guidelines for future research. **Trends and Advances in Information Systems and Technologies: Volume 1 6**, p. 411-421, 2018.

RIBEIRO, N. C.; OLIVEIRA, D. A. Universidades públicas federais brasileiras: ações e estratégias para a abertura da ciência. **Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, v. 9, n. 2, 2019.

RIBES, D.; LEE, C. P. Sociotechnical studies of cyberinfrastructure and e-research: Current themes and future trajectories. **Computer Supported Cooperative Work (CSCW)**, v. 19, p. 231-244, 2010.

RISOPOULOS-PICHLER, F.; DAGHOFER, F.; STEINER, G. Competences for solving complex problems: A cross-sectional survey on higher education for sustainability learning and transdisciplinarity. **Sustainability**, v. 12, n. 15, p. 6016, 2020.

RODRIGUES, L. S. Challenges of digital transformation in higher education institutions: A brief discussion. In: **Proceedings of 30th IBIMA Conference**. 2017.

RODRÍGUEZ-ABITIA, G.; BRIBIESCA-CORREA, G. Assessing digital transformation in universities. **Future Internet**, v. 13, n. 2, p. 52, 2021.

ROSS-HELLAUER, T. Strategic priorities for reproducibility reform. **PLoS Biology**, v. 21, n. 1, p. e3001943, 2023.

SALEH, M. S. Open research is a blessing. In: RITTMAN, M. (Ed.). **The global benefits of open research**. Basel: MDPI, 2018, p. 92-94.

SALES, L. F.; SAYÃO, L. F. Ciberinfraestrutura para integração, acesso, compartilhamento e reuso de dados de pesquisa da área nuclear. In: **Anais do VII Brazilian e-Science Workshop**. SBC, 2013. p. 1866-1869.

SANDHU, G. The role of academic libraries in the digital transformation of the universities. In: International Symposium on Emerging Trends and Technologies in Libraries and Information Services (ETTLIS), Greater Noida. **Proceedings [...]** Greater Noida: 2018. p. 292-296.

SANTOS, A. C. G.; FREITAS, J. A. G. Dados abertos e ciência aberta: como as universidades federais brasileiras se apresentam nesse horizonte. **Biblios (Peru)**, n. 78, p. 1-16, 2020.

SANTOS, P. X. (Coord.). **Livro Verde –Ciência aberta e dados abertos: mapeamento e análise de políticas, infraestruturas e estratégias em perspectiva nacional e internacional**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2017. 141 p.

SCHLAGWEIN, D.; CONBOY, K.; FELLER, J.; LEIMEISTER, J. M.; MORGAN, L. "Openness" with and without Information Technology: a framework and a brief history. **Journal of Information Technology**, v. 32, n. 4, p. 297-305, 2017.

SCHUTTENBERG, H. Z.; GUTH, H. K. Seeking our shared wisdom: a framework for understanding knowledge coproduction and coproductive capacities. **Ecology and Society**, v. 20, n. 1, 2015.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SHENKOYA, T.; KIM, E. Sustainability in higher education: digital transformation of the fourth industrial revolution and its impact on open knowledge. **Sustainability**, v. 15, n. 3, p. 2473, 2023.

SHINDINA, T. et al. University digital maturity profile as a tool of higher education system digital transformation. In: **2022 VI International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino)**. IEEE, 2022. p. 1-5.

SIMON, H. A. **The science of the artificial**. 3. ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, p. 102-106, 2010.

STAIR, R. M.; REYNOLDS, G. W. **Princípios de Sistemas de Informação**. Ed.: Cengage Learning. 2011.

STEINER, Gerald; POSCH, Alfred. Higher education for sustainability by means of transdisciplinary case studies: an innovative approach for solving complex, real-world problems. **Journal of Cleaner production**, v. 14, n. 9-11, p. 877-890, 2006.

STOLTERMAN, E.; FORS, A. C. Information technology and the good life. **Information systems research: relevant theory and informed practice**, p. 687-692, 2004.

STUMPF, I. R. C. Passado e futuro das revistas científicas. **Ciência da informação**, v. 25, n. 3, 1996.

SUBER, P. **Open access**. Cambridge: MIT Press, 2012.

TAKEDA, H.; VEERKAMP, P.; YOSHIKAWA, H. Modeling design process. **AI magazine**, v. 11, n. 4, p. 37-37, 1990.

TEICHERT, R. Digital transformation maturity: a systematic review of literature. **Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, [s. l.], v. 67, n. 6, p. 1673-1687, 2019. Disponível em: <https://repozitar.mendelu.cz/xmlui/bitstream/handle/20.500.12698/1308/J-Teichert-ActaUnivAgricSilvicMendelBrun-6-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 jul. 2023.

TEIXEIRA, E. N.; WERNER, C. M. L. **Digital Transformation Characterization: initial literature review**. Rio de Janeiro: Pesc/Coppe, 2021. 73 p.

TOLBOOM, I. **The impact of digital transformation: a survey based research to explore the effects of digital transformation on organizations**. 2016. Disponível em: <<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:d1d6f874-abc1-4977-8d4e-4b98d3db8265/datastream/OBJ1/download>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

TORRACO, Richard J. Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. **Human resource development review**, v. 4, n. 3, p. 356-367, 2005.

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. **Design research in information systems**. 2004. Disponível em: <<http://www.desrist.org/design-research-in-information-systems/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

VAN AKEN, J. E.; BERENDS, H.; VAN DER BIJ, H. **Problem solving in organisations**. 2 ed. Cambridge: University Press Cambridge, 2012.

VAN DER AALST, W. **Process Mining: data science in action**. 2. ed. Berlin: Springer Berlin, 2016. 467 p.

VARGAS, M. **Metodologia da pesquisa tecnológica**. Rio de Janeiro: Editora Globo, 1985.

VENKATRAMAN, V. **The digital matrix: new rules for business transformation through technology**. Vancouver: Greystone Books, 2017. 278 p.

VERHOEF, P. C. et al. Consumer connectivity in a complex, technology-enabled, and mobile-oriented world with smart products. **Journal of Interactive Marketing**, v. 40, n. 1, p. 1-8, 2017.

VERHOEF, P. C. et al. Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda. **Journal of business research**, v. 122, p. 889-901, 2021.

VIAL, G. Understanding digital transformation: a review and a research agenda. **The Journal of Strategic Information Systems**, p. 118-144, 2019.

VICENTE-SAEZ, R.; MARTINEZ-FUENTES, C. Open science now: a systematic literature review for an integrated definition. **Journal of business research**, v. 88, p. 428-436, 2018.

WALLS, J. G.; WIDMEYER, G. R.; EL SAWY, O. A. E. Building an information system design theory for vigilant EIS. **Information systems research**, v. 3, n. 1, p. 36-59, 1992.

WANG, K. et al. Evaluate the drivers for digital transformation in higher education institutions in the era of industry 4.0 based on decision-making method. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 8, n. 3, p. 1-12, 2023.

WARNER, K. S. R. WÄGER, M. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. **Long range planning**, v. 52, n. 3, p. 326-349, 2019.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of advanced nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

WUTTKE, U.; GEBERT, B. How to make your medieval research more visible with open scholarship methods and tools. **Imago temporis: medium Aevum**, p. 415-450, 2021.

ZANCANARO, A. **Produção de recursos educacionais abertos com foco na disseminação do conhecimento: uma proposta de framework**. Florianópolis, 2015. 383f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) –Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

ZIMAN, J. M. **Conhecimento Público**. São Paulo, EDUSP; Belo Horizonte, Itatiaia, 1979.

ZULUNOVA, M.; MUDRAK, S. Determination of key drivers of digital transformation of company by the example of assessment of digital maturity level of educational establishment education. In: **E3S Web of Conferences**. EDP Sciences, 2023.

APÊNDICE A – PRIMEIRA VERSÃO DO IAA/CD

Instrumento de Análise de Aderência da Pesquisa Institucional de IES quanto à Ciência Digital

DIMENSÃO 01: TRANSDISCIPLINARIDADE

Fator: Bem Comum
Justificativa: Hess e Ostrom (2007)
 Schuttenberg e Guth (2015)

A maioria dos **projetos de pesquisa** desenvolvidos pela IES tem como **ponto de partida**:

- (1) o interesse dos autores da pesquisa, sem participação externa (acadêmica e/ou não acadêmica)
- (2) o interesse dos autores da pesquisa, com participação externa (acadêmica e/ou não acadêmica)
- (3) demandas de interesse social ou de comunidades específicas, sem participação externa (acadêmica e/ou não acadêmica)
- (4) demandas de interesse social ou de comunidades específicas, com participação externa (acadêmica e/ou não acadêmica)
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Fator: Problemas Complexos
Justificativa: Ostrom (1990)
 Glouberman e Zimmerman (2002)
 Klein (2014)
 Lawrence et al. (2022)

Quanto à formação e propósito das equipes dos projetos de pesquisa, **seus integrantes**, em sua maioria:

- (1) têm formação na mesma área e buscam avanço no conhecimento de sua área por meio de projetos aplicados
- (2) têm formações em diferentes áreas e trabalham em conjunto para resolver problemas práticos
- (3) têm formação em diferentes áreas e trabalham em conjunto tanto para resolver problemas práticos, como para desenvolverem novos conhecimentos combinando seus saberes de origem
- (4) há integrantes acadêmicos de diferentes formações que trabalham em equipe e interagem com atores não acadêmicos no planejamento e desenvolvimento de suas pesquisas
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Quanto ao problema de pesquisa que orienta os projetos, estes, em sua maioria:

- (1) são bem definidos e delimitados, a solução é clara e se dá por meio de métodos já conhecidos e consagrados na literatura
- (2) são bem definidos e delimitados, a solução demanda a adaptação de métodos já conhecidos e descritos na literatura
- (3) não são tão bem definidos e delimitados, a solução demanda a adaptação de métodos já conhecidos e descritos na literatura

(4) não há formulação definitiva e escopo claro, são permeados por ambiguidades e incertezas, a solução proposta é uma entre uma gama de soluções possíveis, todas com diferentes custos e benefícios para os envolvidos (em geral, as soluções demandam a criação de novos métodos, uma vez que o uso ou adaptação dos métodos já existentes não conduzem a uma solução aceitável)

(0) Não disponho de informações necessárias para responder

Fator: Coprodução
Justificativa: Uhlir e Schröder (2007)
 Bonney et al. (2009)
 Schuttenberg e Guth (2015)
 Pohl (2018)

Na maioria das vezes, a equipe dos projetos de pesquisa é formada por atores acadêmicos:

(1) sem participação de stakeholders externos

(2) com participação de stakeholders externos como beneficiários finais da pesquisa

(3) com benefício e participação de atores não acadêmicos na coleta de dados

(4) com benefício e participação de atores não acadêmicos na coleta e análise de dados, refinamento de objetivos e/ou disseminação dos resultados de pesquisa

(0) Não disponho de informações necessárias para responder

A política de pesquisa da IES prevê:

(1) atores não acadêmicos majoritariamente como beneficiários da pesquisa

(2) atores não acadêmicos como partícipes em atividades iniciais do processo de pesquisa, como coleta de dados

(3) atores não acadêmicos como partícipes em atividades estratégicas, como análise de dados, refinamento do escopo do projeto, disseminação dos resultados de pesquisa, entre outros

(4) o engajamento de atores não acadêmicos com atores acadêmicos em todo o ciclo de vida da pesquisa, ambos atuando ativamente neste processo

(0) Não disponho de informações necessárias para responder

DIMENSÃO 02: TECNOLOGIA

Fator: Abertura e Interoperabilidade
Justificativa: Brasil (2017) - Governo Eletrônico Brasileiro

A IES está presente na *Web* por meio de tecnologias que

(1) visam principalmente disponibilizar informações institucionais ao público

(2) implementam serviços interativos, possibilitando contato entre o público e a IES (via portal ou *email*) e acesso a documentos e aplicações institucionais (via *download*)

(3) implementam serviços transacionais, possibilitando que usuários (inclusive empresas e cidadãos) possam realizar transações completas de forma *online* (como inscrição em processos seletivos, realização de matrícula, entre outros)

(4) são integradas e se comunicam com outros órgãos governamentais, bem como órgãos não governamentais (Portal gov.br, Capes, CNPq, empresas parceiras, entre outros)

(0) Não disponho de informações necessárias para responder

Fator: **Infraestrutura Tecnológica**

Justificativa: **Wulf (1989)**
Muff (2014)
Sonnenwald et al. (2003)

No que tange à infraestrutura tecnológica, a IES conta com:

- (1) setor de TI minimamente estruturado que fornece serviços básicos aos níveis estratégico, tático e operacional da IES, como acesso à internet, portal do aluno, e-mail institucional, entre outros
- (2) além do item 1, laboratórios equipados com computadores de média/alta capacidade de processamento
- (3) além do item 2, infraestrutura tecnológica robusta capaz de criar ambientes virtuais internos, onde pesquisadores e acadêmicos da IES podem desenvolver suas pesquisas colaborativamente, compartilhando recursos computacionais e dados
- (4) além do item 2, avançada infraestrutura tecnológica que integra o ambiente virtual da IES com ambientes virtuais de pesquisa externos à instituição, criando espaços virtuais onde pesquisadores podem realizar suas pesquisas independentemente da localização física, interagindo com demais colegas, acessando instrumentos, compartilhando dados e recursos computacionais e acessando informações em bibliotecas digitais (colaboratórios)
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Fator: **Cultura e Letramento em Dados**

Justificativa: **D'Ignazio e Bhargava (2015)**

Os integrantes das equipes dos projetos de pesquisa, em geral, são capazes de:

- (1) entender o que são dados e os aspectos do mundo que estes representam
- (2) criar, adquirir, limpar e gerenciar dados
- (3) analisar dados a partir de operações analíticas como filtragem, classificação, agregação, comparação, entre outras
- (4) argumentar com dados, isto é, utilizar os dados para apoiar uma narrativa maior que se destina a comunicar alguma mensagem ou história a um público específico
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

No que tange ao **papel dos bibliotecários e da biblioteca** da IES, este:

- (1) se restringe à organização de acervos físicos e virtuais da IES, bem como demandas administrativas internas
- (2) atua também no suporte à comunidade acadêmica no que tange à descoberta de dados em bases de dados
- (3) além dos citados anteriormente, atua no suporte à comunidade acadêmica no que tange à limpeza e análise de dados a partir de operações analíticas diversas
- (4) atua no suporte à comunidade acadêmica em todo o ciclo de vida do dado de pesquisa, desde sua descoberta e criação até sua preservação e disseminação
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Fator: **Capital Humano em Tecnologia**

Justificativa: **Blizkiy, Malinenko e Lebedinskaya (2021)**
Osmundsen, Iden e Bygstad (2018)

Os profissionais de TI vinculados ou contratados pela IES:

- (1) atuam majoritariamente para manter a infraestrutura de rede e serviços básicos, como portal da IES, e-mail institucional, portal do aluno, entre outros
- (2) além de ofertarem suporte aos serviços básicos, atendem demandas encaminhadas pela comunidade acadêmica no suporte à pesquisa
- (3) possuem um plano de tecnologia da informação e comunicação capaz de atender tanto às demandas operacionais e táticas, quanto às solicitações estratégicas da IES quanto à sua pesquisa
- (4) participam das decisões estratégicas de transformação digital na IES, trabalhando com tecnologias digitais disruptivas como computação em nuvem, computação em grade, inteligência artificial, tecnologias conectivas, entre outras, com impacto mensurável na atividade de pesquisa da IES
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

DIMENSÃO 03: CIÊNCIA ABERTA

Fator: Compartilhamento e Uso do Conhecimento

Justificativa: Suber (2012)

Na maioria dos projetos de pesquisa, a produção intelectual consiste em publicações de:

- (1) artigos e/ou livros sob acesso pago
- (2) artigos e/ou livros sob acesso aberto
- (3) artigos e/ou livros sob acesso aberto e, também disponíveis em repositórios oficiais institucionais (biblioteca digital, banco de teses e dissertações, etc), sem restrições quanto ao seu acesso e reuso
- (4) resultados intermediários (pré-prints) e finais (artigos, livros, teses, dissertações, etc) de pesquisa compartilhados em ambientes de acesso aberto, sem restrições quanto ao seu reuso
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Na maioria dos projetos, os conjuntos de dados (*datasets*) produzidos na pesquisa são armazenados:

- (1) localmente, dependendo da infraestrutura do laboratório e/ou dos pesquisadores
- (2) em repositórios privados em nuvem (Google Drive, One Drive, Dropbox, etc) e apenas a equipe envolvida na pesquisa tem acesso
- (3) em repositórios em nuvem e disponibilizados sob demanda ao público em geral
- (4) em repositórios de dados abertos e disponibilizados sob licença aberta ao público em geral
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

No que tange ao acesso ao resultado do processo de formação de pesquisadores, a IES:

- (1) não possui repositório nem participa de rede institucional para depósito de documentos digitais (por exemplo, Catálogo de Teses e Dissertações Capes, IBICT) referentes às teses e dissertações
- (2) possui repositório de teses e dissertações, todavia a publicação neste espaço é opcional
- (3) possui repositório ou participa de rede institucional para depósito de teses e dissertações (por exemplo, Catálogo de Teses e Dissertações Capes, IBICT) e a

publicação destes documentos é compulsória, fazendo parte dos trâmites finais para que o discente receba seu respectivo título

(4) além do item 3, possui mecanismos para análise estatística, divulgação e utilização dos resultados das teses e dissertações produzidas

(0) Não disponho de informações necessárias para responder

Fator: **Difusão do Conhecimento**

Justificativa: **Green et al., 2009**

Kingston (2012)

Ernst e Kim (2002)

A comunidade externa à IES:

(1) não tem nenhum conhecimento acerca das ações de pesquisa da IES

(3) se acadêmica, tem conhecimento do portfólio de pesquisa divulgado pela IES

(2) se não acadêmica, tem conhecimento de algumas ações de pesquisa da IES que ganham notoriedade na mídia local

(3) se acadêmica ou não, tem conhecimento do portfólio de pesquisa divulgado pela IES em diferentes mídias

(0) Não disponho de informações necessárias para responder

Quanto à divulgação de seu portfólio institucional de pesquisa, a IES:

(1) não possui ação institucional e delega a divulgação de suas pesquisas aos próprios autores

(2) possui ações pontuais para tornar as pesquisas conhecidas pela comunidade acadêmica (interna e externa)

(3) possui ações para tornar as pesquisas conhecidas pela comunidade acadêmica interna e externa

(4) além do item 3, divulga também as competências, a estrutura organizacional, os processos, os instrumentos, a infraestrutura e, sobretudo, os resultados e impactos das pesquisas desenvolvidas na IES

(0) Não disponho de informações necessárias para responder

Fator: **Trabalho Cooperativo**

Justificativa: **Pacheco (2016)**

As pesquisas que ganham notoriedade externa são desenvolvidas:

(1) por pesquisadores, de forma individual e isolada

(2) por múltiplos atores que têm responsabilidades distribuídas para o alcance de uma tarefa

(3) por múltiplos atores a partir de um entendimento compartilhado, mas sem coautoria no resultado final

(4) como produção conjunta de resultados passíveis de coautoria entre os partícipes

(0) Não disponho de informações necessárias para responder

Fator: **Mudança Sistêmica**

Justificativa: **Comissão Européia (2016)**

Kera et al. (2019)

Considerando a política de pesquisa da IES, na última década:

- (1) não houve mudanças significativas
- (2) a política institucional passou por adequações, considerando as mudanças observadas na entrega dos resultados de pesquisa no que tange à publicação em acesso aberto
- (3) a política institucional sofreu mudanças significativas, considerando as mudanças observadas em todo o processo científico no que tange ao compartilhamento de resultados intermediários e finais da pesquisa (dados abertos, repositórios institucionais abertos, entre outros)
- (4) a política institucional foi totalmente reformulada, buscando atender diretrizes contemporânea da transdisciplinaridade, ciência cidadã e ciência digital
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder

Considerando as mudanças no processo científico com o advento da Ciência Aberta, a IES:

- (1) não aderiu às suas diretrizes
- (2) aderiu às suas diretrizes em nível estratégico, mas as mudanças não foram consolidadas nos demais níveis
- (3) aderiu às diretrizes em níveis estratégico e tático, mas as mudanças são incipientes no nível operacional
- (4) institucionalizou a Ciência Aberta em nível estratégico e houve total adesão por Programas de Pós-graduação e seus respectivos grupos de pesquisa
- (0) Não disponho de informações necessárias para responder